

**ANALISIS HASIL PENGECORAN KUNINGAN (CuZn) DENGAN
VARIASI MEDIA PENDINGINAN (AIR SUMUR, OLI SAE 40 DAN
UDARA) MENGGUNAKAN CETAKAN PASIR CO₂**



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

oleh :

IBNU CAHYONO

D 200 130 123

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2018

HALAMAN PERSETUJUAN
ANALISIS HASIL PENGECORAN KUNINGAN (CuZn) DENGAN
VARIASI MEDIA PENDINGINAN (AIR SUMUR, OLI SAE 40 DAN
UDARA) MENGGUNAKAN CETAKAN PASIR CO₂

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

IBNU CAHYONO

NIM : D 200 130 123

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Ir. Masyrukan, MT

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS HASIL PENGECORAN KUNINGAN (CuZn) DENGAN
VARIASI MEDIA PENDINGINAN (AIR SUMUR, OLI SAE 40 DAN
UDARA) MENGGUNAKAN CETAKAN PASIR CO₂**

OLEH :

IBNU CAHYONO

NIM : D 200 130 123

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)

(.....^{Kart}.....)
(.....
(.....
(.....
(.....

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 bertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 16 Januari 2018

Penulis



IBNU CAHYONO

NIM : D 200 130 123

ANALISIS HASIL PENGECORAN KUNINGAN (CuZn) DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGINAN (AIR SUMUR, OLI SAE 40 DAN UDARA) MENGGUNAKAN CETAKAN PASIR CO₂

Abstrak

Penelitian ini menggunakan material kuningan bekas atau rosok yang di remelting dalam dapur induksi, menggunakan cetakan pasir CO₂ dengan variasi media pendinginan air sumur, oli SAE 40 dan udara suhu kamar.

Selama proses pendinginan menggunakan variasi media pendinginan yang berbeda tersebut dapat menghasilkan produk coran kuningan dengan sifat dan karakter tersendiri. Sifat-sifat ini sangat berpengaruh terhadap kualitas produk coran kuningan. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan sifat fisis dan mekanis hasil pengecoran kuningan dengan media pendinginan yang berbeda.

Analisa data menunjukkan bahwa dari hasil pengujian komposisi kimia ditemukan beberapa unsur antara lain (Cu) 66,4%, (Zn) 27,9%, (Pb) 2,22 %, (Sn) 1,38%, (Fe) 0,727%, dan (Ni) 0,401%. Dari hasil pengujian kekerasan HRB didapatkan untuk variasi media pendinginan air sumur sebesar 33,08 HRB, media pendinginan udara suhu kamar sebesar 28,31 HRB, dan media pendinginan oli SAE 40 sebesar 27,98 HRB.

Kata Kunci : *Kuningan (CuZn), media pendinginan, komposisi kimia, kekerasan, struktur mikro.*

Abstrack

This research used brass material or rubbing in remelting in induction kitchen, using CO₂ sand mold with variation of cooling water of well water, SAE 40 oil and room temperature air.

During the cooling process using different variations of cooling medium it can produce brass casting products with their own character and character. These properties are very influential on the quality of brass castings products. The purpose of this study was to compare the physical and mechanical properties of brass casting with different cooling media.

Data analysis showed that from the test of chemical composition found some elements such as (Cu) 66,4%, (Zn) 27,9%, (Pb) 2,22%, (Sn) 1,38%, (Fe) 0,727 %, and (Ni) 0.401%. From HRB hardness test result obtained for variation of well water refrigeration media equal to 33,08 HRB, room temperature air cooling medium equal to 28,31 HRB, and SAE 40 oil refrigeration media equal to 27,98 HRB.

Keywords: *Brass (CuZn), cooling medium, chemical composition, hardness, micro structure.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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)

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 udara ruangan. 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.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas, untuk memudahkan penelitian maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- 1) Mengetahui pengaruh variasi media pendinginan terhadap komposisi campuran kimia produk cor kuningan.

- 2) Mengetahui pengaruh variasi media pendinginan terhadap distribusi kekerasan produk cor kuningan.
- 3) Mengetahui pengaruh variasi media pendinginan terhadap distribusi struktur mikro produk cor kuningan.

1.3 Batasan Masalah

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

- 1) Material yang digunakan adalah kuningan bekas.
- 2) Kecepatan penuangan logam cair dianggap seragam.
- 3) Variasi media pendinginan adalah air sumur, oli SAE 40, suhu udara.
- 4) Cetakan yang digunakan adalah pasir CO₂
- 5) Pengujian komposisi kimia hasil coran menggunakan uji *Spectrometer scan metal*.
- 6) Pengujian kekerasan hasil coran menggunakan uji kekerasan *HRB*.
- 7) Pengujian struktur mikro hasil coran.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah

- 1) Meneliti pengaruh variasi media pendinginan terhadap distribusi komposisi kimia produk cor kuningan.
- 2) Meneliti pengaruh variasi media pendinginan terhadap distribusi kekerasan produk cor kuningan.
- 3) Meneliti pengaruh variasi media pendinginan terhadap distribusi struktur mikro produk cor kuningan.

1.5 Tinjauan Pustaka

(Taufikkurahman, 2005) meneliti bahwa proses perlakuan panas 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 disetiap te,pat. Kondisi penyebaran unsur Zn, Pb dan Sn lebih merata pada paduan yang diberikan proses perlakuan panas dengan pendinginan oli(minyak).

(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.

1.6 Dasar Teori

1.6.1 Quenching

Quenching adalah proses pendinginan yang dilakukan secara cepat pada paduan setelah mengalami perlakuan panas. Proses ini bertujuan untuk mempertahankan kondisi larutan padat yang telah terbentuk. Lamanya pencelupan dilakukan sampai suhu paduan sama dengan suhu media celup. Melalui pendinginan cepat maka pemisahan kedua larutan padatnya akan dapat dicegah pada temperatur yang jauh lebih rendah, paduan berada dalam keadaan larutan padat jenuh yang tidak stabil. Selain itu atom-atom yang terlarut jadi terperangkap dan tidak memiliki kesempatan berdifusi. Hal lain yang terjadi adalah terperangkapnya atom-atom terlarut maka akan terbentuk daerah-daerah kosong yang didorong untuk mempromosikan terjadinya difusi temperatur rendah yang diperlukan untuk pembentukan

zona. Semakin tinggi kecepatan pendinginannya, daerah kisi kosong yang terbentuk akan semakin banyak. Besarnya kecepatan pendinginan itu sendiri antara lain dipengaruhi oleh media pencelupan dan ukuran bentuk produk. Media pendinginan yang paling sering digunakan adalah air dan oli

1.6.2 Proses Quenching

Proses quenching melibatkan beberapa faktor yang saling berhubungan. Pertama yaitu jenis media pendingin dan kondisi proses yang digunakan, yang kedua adalah komposisi kimia dan hardenability dari logam tersebut. Hardenability merupakan fungsi dari komposisi kimia dan ukuran butir pada temperatur tertentu. Selain itu, dimensi dari logam juga berpengaruh terhadap hasil proses quenching.

1.6.3 Kuningan

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 di bentuk ke dalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik, dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam.

Komponen utama kuningan adalah tembaga. Jumlah kandungan tembaga bervariasi antara 55% sampai dengan 95% menurut beratnya tergantung pada jenis kuningan dan tujuan penggunaan kuningan. Kuningan yang mengandung persentase tinggi tembaga terbuat dari tembaga yang dimurnikan dengan cara elektrik. Yang setidaknya menghasilkan kuningan murni 99,3% agar jumlah bahan lainnya bisa di minimalkan. Kuningan yang mengandung persentase rendah tembaga juga dapat dibuat dari tembaga yang dimurnikan dengan elektrik, namun lebih sering dibuat dari scrap tembaga. Ketika proses daur ulang terjadi,

persentase tembaga dan bahan lainnya harus diketahui sehingga produsen dapat menyesuaikan jumlah bahan yang akan ditambahkan untuk mencapai komposisi kuningan yang diinginkan.

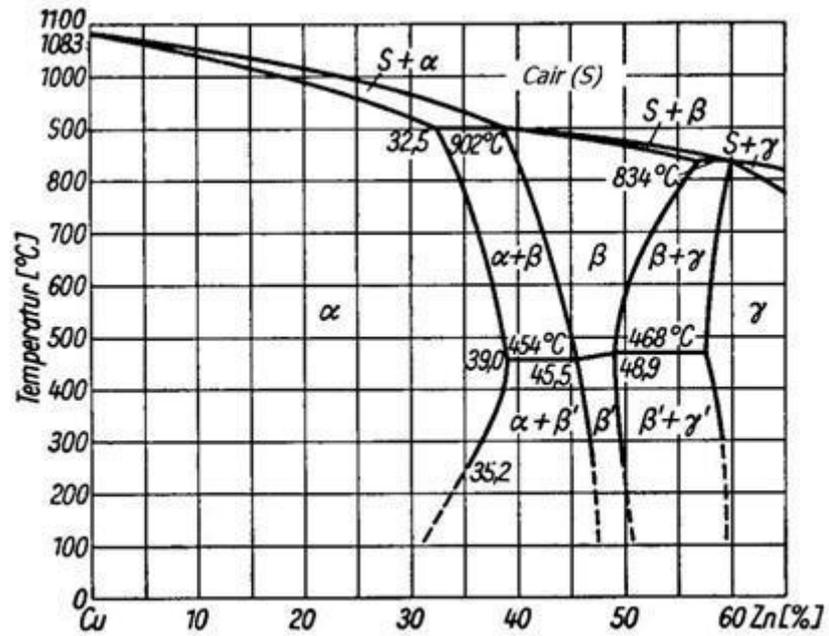
Kuningan dengan persentase seng yang lebih tinggi memiliki sifat lebih kuat dan lebih keras, tetapi juga lebih sulit untuk dibentuk, dan memiliki ketahanan yang kurang terhadap korosi. Seng yang digunakan untuk membuat kuningan bernilai komersial dikenal sebagai spelter.

Beberapa kuningan juga mengandung persentase kecil dari bahan lain untuk menghasilkan karakteristik tertentu, Hingga 3,8% menurut beratnya. Timbal dapat ditambahkan untuk meningkatkan ketahanan. Penambahan timah meningkatkan ketahanan terhadap korosi, Membuat kuningan lebih keras dan membuat struktur internal yang lebih kecil sehingga kuningan dapat dibentuk berulang dalam proses yang disebut penempaan. Arsenik dan antimony kadang-kadang ditambahkan ke dalam kuningan yang mengandung seng lebih dari 20% untuk menghambat korosi. Bahan lain yang dapat digunakan dalam jumlah yang sangat kecil yaitu mangan, silikon, dan fosfor.

1.6.4. Paduan Kuningan

R. Widodo (2012) mengatakan β yang memiliki matriks (struktur dasar) α dan Kuningan- β yang memiliki matriks Paduan CuZn dengan kandungan Cu sedikitnya 55% dikenal dengan sebutan Kuningan. Secara umum kuningan terdiri dari Kuningan- α

Dalam keadaan padat Cu mampu melarutkan Zn sangat banyak didalam kristal campurannya. Pada temperatur 902 °C terjadi transformasi peritektik dimana Zn larut sebesar 32,5%. Kelarutan ini meningkat sampai dengan temperatur sekitar 450 °C menjadi 39% dan kemudian pada kondisi keseimbangan akan kembali menurun, yaitu pada proses pemanasan panjang dan pendinginan sangat lama.

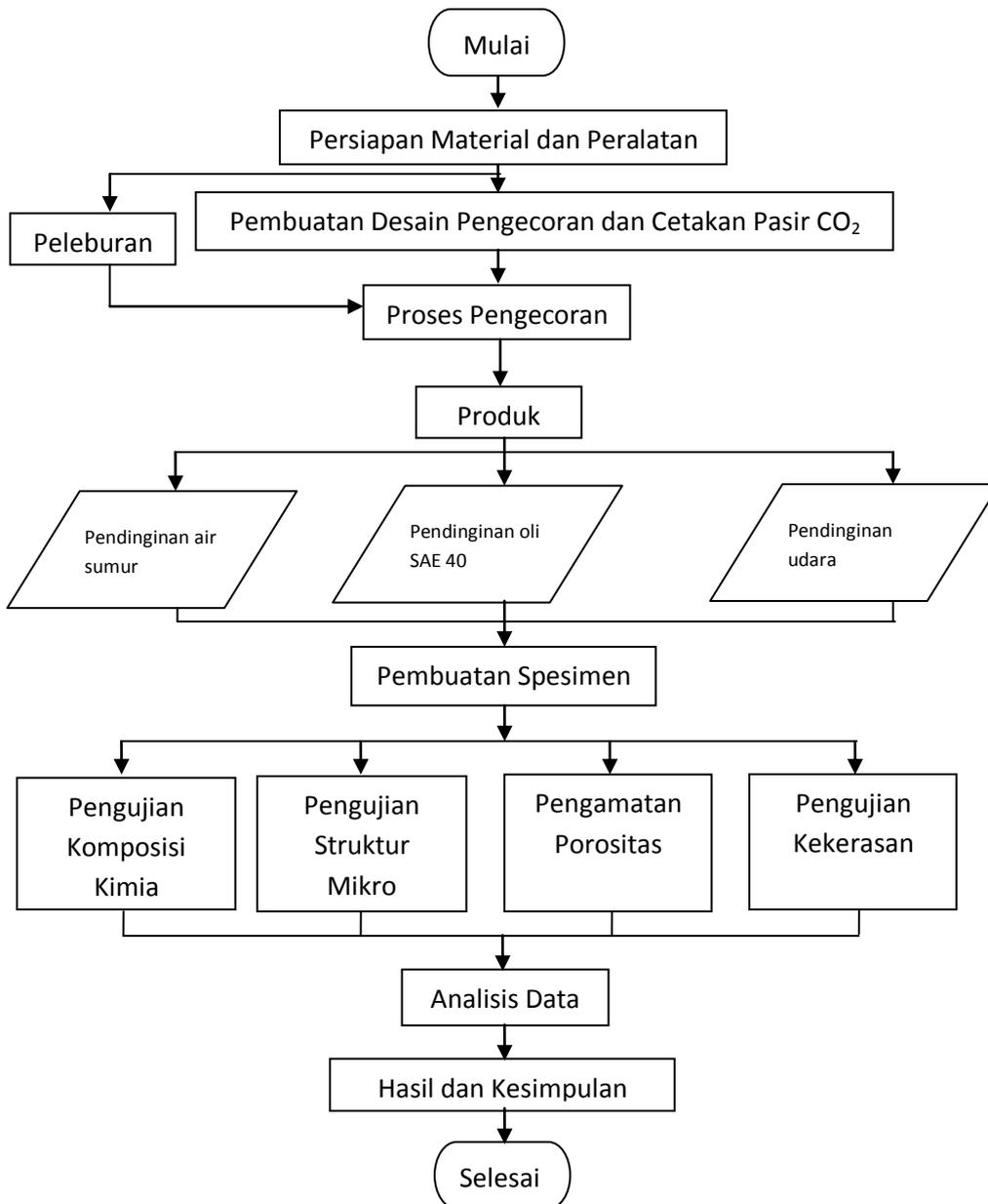


Gambar 1. Diagram Fasa CuZn

Pada proses pendinginan yang umum dicapai secara teknis, struktur kuningan dengan kandungan Zn 39% setelah perlakuan panas biasanya akan terdiri dari kristal α yang homogen tanpa ada sedikitpun kristal β . Kuningan inilah yang kemudian dikenal dengan kuningan α (alfa) yang memiliki sifat ulet namun cukup memiliki ketermesinan yang baik dengan unit sel FCC seperti pada umumnya paduan tembaga lainnya.

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

2.2.1 Alat

- | | | |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1) Cangkul | 9) Kowi | 17) Tali pengikat CO ₂ |
| 2) Penumbuk | 10) Gayung | 18) <i>Infrared 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 | |
| 6) <i>Ladel</i> | 14) Tabung gas CO ₂ | |
| 7) Saringan/Pengayak | 15) Gergaji besi | |
| 8) Dapur peleburan | 16) Linggis | |

2.2.2 Bahan

- 1) Kuningan bekas yang berasal dari *sparepart* pabrik dan berbagai bahan campuran logam kuningan.
- 2) Kalsium karbonat (bubuk anti air)
- 3) Pasir silika
- 4) *Water glass*
- 5) Air sumur
- 6) Oli SAE 40

2.2.3 Alat Pengujian

- 1) Alat uji Spektrometer
- 2) Alat uji Kekerasan HRB
- 3) Alat uji Mikroskop Metalografi

2.3 Langkah Penelitian

2.3.1 Pembuatan Cetakan

- a) Mempersiapkan kerangka cetakan berbentuk kotak
- b) Mempersiapkan papan kayu diletakkan bagian bawah sebagai alas kerangka cetak bawah.
- c) Meletakkan kerangka cetakan diatas papan kayu dan meletakkan pola flange diatas papan kayu.

- d) Mencampurkan pasir silika dan cairan water glass secukupnya kemudian diaduk hingga tercampur merata dan sedikit mengeras ± 1 menit .
- e) Mengisi pasir silika yang sudah tercampur dan diaduk dengan cairan water glass sampai batas permukaan kerangka cetakan, kemudian dipadatkan menggunakan penumbuk hingga padat merata setelah itu bagian atas kerangka cetakan diletakkan papan kayu kemudian dibalik berada dibawah dan bagian bawah pola flange berada diatas .
- f) Mengambil papan kayu yang berada diatas dan meratakan pasir yang berada dipermukaan apabila masih terdapat pasir yang belum merata sempurna menggunakan sendok.
- g) Melapisi bagian atas cetakan menggunakan kantong kresek agar pada saat melakukan proses memberi gas co pada pasir tidak menembus ke bagian bawah cetakan, setelah itu memasang lagi kerangka cetakan dan meletakkan tabung silinder berukuran ± 1 cm yang berfungsi sebagai saluran turun sprue dan mengisi pasir yang tercampur water glass tersebut ke dalam cetakan bagian atas yang sudah dilapisi dengan kantong kresek hingga menutupi permukaan kerangka cetakan dan kemudian ratakan.
- h) Kemudian mencabut tabung silinder tadi dan terbentuklah saluran turun sprue setelah itu membuat saluran udara pada bagian tengah menggunakan tabung silinder berukuran ± 1 cm pada cetakan guna membuang gas – gas pada saat penuangan cairan coran.
- i) Kemudian membuat saluran masuk gas CO_2 menggunakan tabung silinder berukuran $\pm 0,5$ mm sebanyak 3 titik masing - masing pada bagian samping kanan dan kiri dan 3 titik pada bagian tengah.
- j) Setelah itu memberikan gas CO_2 dengan tekanan $\pm 3 - 7$ kph/m² kedalam saluran gas CO_2 yang sudah dibuat sebelumnya hingga mengeras dengan waktu ± 1 menit.

- k) Mengangkat cetakan bagian atas, kemudian mengambil pola flange dengan cara menancapkan paku ke pol kemudian diketuk perlahan – lahan agar pola bergeser setelah itu diambil pola tersebut secara perlahan sehingga cetakan pasir CO_2 tidak runtuh, setelah itu meratakan bagian yang belum rata.
- l) Kemudian membuat saluran masuk gas CO_2 menggunakan tabung silinder berukuran $\pm 0,5\text{cm}$ pada cetakan bawah pada 3 titik masing – masing bagian pojok dan 2 titik pada bagian tengah.
- m) Membuat saluran masuk ingate pada pola atas posisikan dipojok dan dipresisikan dengan lubang dari saluran turun sprue, setelah itu memberikan gas CO_2 dengan tekanan $\pm 3 - 7 \text{ kph/m}^2$ kedalam saluran gas CO_2 yang sudah dibuat sebelumnya hingga mengeras dengan waktu ± 1 menit, kemudian memasang kembali cetakan atas dan dipresisikan antara lubang saluran turun (sprue) dan saluran masuk (ingate)
- 1) Persiapan bahan untuk pengecoran Kuningan (CuZn) rosok .



Gambar 3. Kuningan bekas

- 2) Mempersiapkan semua kebutuhan untuk Variasi Pendingannya :
- Pendinginan udara suhu kamar.
 - Pendinginan Air sumur.
 - Pendinginan oli SAE 40



Gambar 4. Air sumur



Gambar 5. Oli SAE 40

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



Gambar 6. Dapur peleburan

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



Gambar 7. Penuangan kedalam cetakan

- 5) Pembongkaran cetakan

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



Gambar 8. Pembongkaran cetakan

2.3.2 Proses Pendinginan

Pendinginan dengan variasi 3 media yaitu air sumur, udara suhu ruangan dan Oli SAE 40. Prosesnya adalah setelah kuningan (CuZn) cair di tuangkan dari ledel ke dalam lubang saluran masuk cetakan Pasir CO₂ dan didiamkan 15 menit setelah dirasa sudah mengeras lalu cetakan dibongkar dan spesimen dimasukkan ke dalam 3 media pendinginan tersebut, sistem pendinginan dalam pengecoran kuningan (CuZn) menggunakan beberapa media pendingin dan lama pendinginan 1 jam.



Gambar 9. (A) Media pendinginan air sumur, (B) Media pendinginan udara suhu ruangan, (C) Media pendinginan oli SAE 40

2.3.3 Pengujian Komposisi Kimia

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

2.3.4 Pengujian Kekerasan

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

2.3.5 Pengamatan Porositas

Pengamatan ini dilakukan dengan cara memotong specimen menjadi 3 bagian secara acak. Kemudian pada bagian potongan tersebut dilakukan proses

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 dengan membandingkan dari setiap variasi pendinginan.

2.3.6 Pengamatan Struktur Mikro

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

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penurunan Temperatur

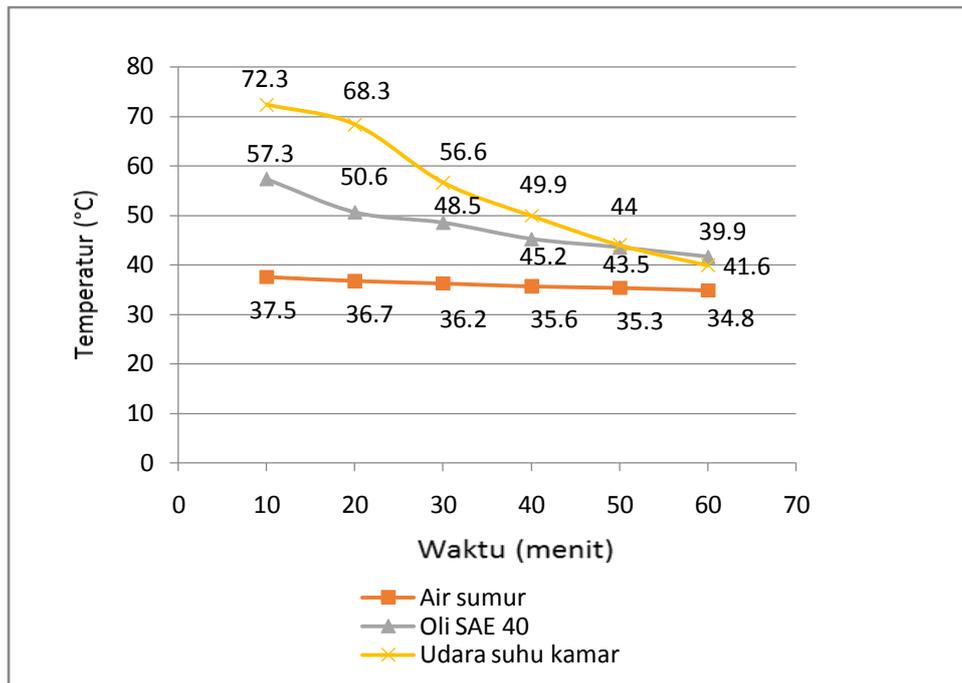
Pengukuran penurunan temperature pada media pendinginan dilakukan setiap 10 menit sekali dengan menggunakan infrared termometer, lamanya pendinginan selama 60 menit. Pengukuran dari media pendinginan dilakukan dengan cara menekan tombol infrared pada alat ukur infrared termometer kemudian langsung ditembakkan ke benda coran yang akan diukur lalu hasilnya akan keluar pada layar alat tersebut.

Tabel 1. Tabel penurunan temperature setiap 10 menit sekali dengan variasi media pendingin pada saat proses pendinginan.

Waktu	Media pendinginan		
	Air Sumur (°C)	Oli SAE 40 (°C)	Udara Suhu Kamar (°C)
Temperatur awal	170	170	170
10	37,5	57,3	72,3
20	36,7	50,6	68,3
30	36,2	48,5	56,6
40	35,6	45,2	49,9
50	35,3	43,5	44
60	34,8	41,6	39,9
Rata-rata Penurunan Suhu	22,53	21,4	21,68

Dibawah ini merupakan rumus perhitungan untuk mencari rata-rata penurunan temperature setiap 10 menit :

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Penurunan Suhu} &= \frac{(t_0-t_1)+(t_1-t_2)+(t_2-t_3)+(t_3-t_4)+(t_4-t_5)+(t_5-t_6)}{6} \\ &= \frac{(170-37,5)+(37,5-36,7)+(36,7-36,2)+(36,2-35,6)+(35,6-35,3)+(35,3-34,8)}{6} \\ &= \frac{132,5+0,8+0,5+0,6+0,3+0,5}{6} \\ &= \frac{135,2}{6} \\ &= 22,53 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$



Gambar 10. Grafik Penurunan Temperatur dengan Variasi Media Pendinginan

Dari hasil pengukuran penurunan temperatur diatas setiap 10 menit sekali selama 60 menit dengan suhu awal produk cor sebelum dimasukkan ke media pendinginan sebesar 170 °C dapat diperoleh 6 hasil penurunan

temperatur pada setiap variasi pendinginan. Pada 10 menit yang pertama untuk pendinginan air sumur sebesar 37,5 °C, oli SAE 40 sebesar 57,3 °C, dan udara suhu kamar sebesar 72,3 °C. Pada 10 menit yang kedua untuk pendinginan air sumur sebesar 36,7 °C, oli SAE 40 sebesar 50,6 °C, dan udara suhu kamar sebesar 68,3 °C. Pada 10 menit yang ketiga untuk pendinginan air sumur sebesar 36,2 °C, oli SAE 40 sebesar 48,5 °C, dan udara suhu kamar sebesar 56,6 °C. Pada 10 menit yang keempat untuk pendinginan air sumur sebesar 35,6 °C, oli SAE 40 sebesar 45,2 °C, dan udara suhu kamar sebesar 49,9 °C. Pada 10 menit yang kelima untuk pendinginan air sumur sebesar 35,3 °C, oli SAE 40 sebesar 43,5 °C, dan udara suhu kamar sebesar 44 °C. Pada 10 menit yang keenam untuk pendinginan air sumur sebesar 34,8 °C, oli SAE 40 sebesar 41,6 °C, dan udara suhu kamar sebesar 39,9 °C. Maka dari hasil penurunan temperatur dari setiap variasi media pendinginan dapat dicari rata-rata penurunan temperatur setiap 10 menit selama 60 menit didapatkan hasil untuk air sumur sebesar 22,53 °C, oli SAE 40 sebesar 21,4 °C, sedangkan udara suhu kamar sebesar 21,68 °C. Jadi dari ketiga hasil penurunan temperatur tersebut dapat disimpulkan bahwa penurunan temperatur dengan media pendinginn air sumur adalah yang paling tinggi dibandingkan dengan penurunan temperatur dengan media oli SAE 40 dan media udara suhu kamar.

3.2. Komposisi Kimia Hasil Produk Cor Kuningan

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

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

Dari hasil pengujian komposisi kimia terdapat 18 unsur, tetapi hanya 5 unsur yang paling berpengaruh pada kuningan cor yaitu Zn, Pb, Sn, Fe, dan Ni, yang paling dominan.

Pengaruh Seng (Zn) sebesar 27,9 % mempunyai pengaruh yakni menaikkan nilai tensile atau kekuatan tarik pada produk coran kuningan. Pengaruh Timbal (Pb) sebesar 2,22 % mempunyai pengaruh baik karena dapat meningkatkan machinability, surface finish, dan ketahanan 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 ketahanan korosi dan meningkatkan kekerasan coran kuningan. Pengaruh Besi (Fe) sebesar 0,727 % dalam kuningan yaitu menurunkan sifat mekanis, penurunan kekuatan tarik, timbulnya bintik keras pada hasil produk coran kuningan, dan meningkatnya cacat porositas. Pengaruh Nikel (Ni) sebesar 0,401 % yakni memperbaiki memperbaiki sifat-sifat atau karakteristik coran, meningkatkan ketahanan panas, ketahanan korosi, dan meningkatkan ketahanan impact, namun nikel mempunyai sifat kelelahan (fatigue) yang tinggi tapi tidak dapat dikeraskan.

3.3. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di Politeknik Manufaktur Ceper dengan metode pengujian kekerasan Hardness Rockwell tipe B (HR_B) dengan pembebanan 981 N (100,034 Kgf) serta menggunakan bola penetrator ukuran 1/16 inchi, dan dilakukan pada 5 titik pada bagian spesimen sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar berikut :

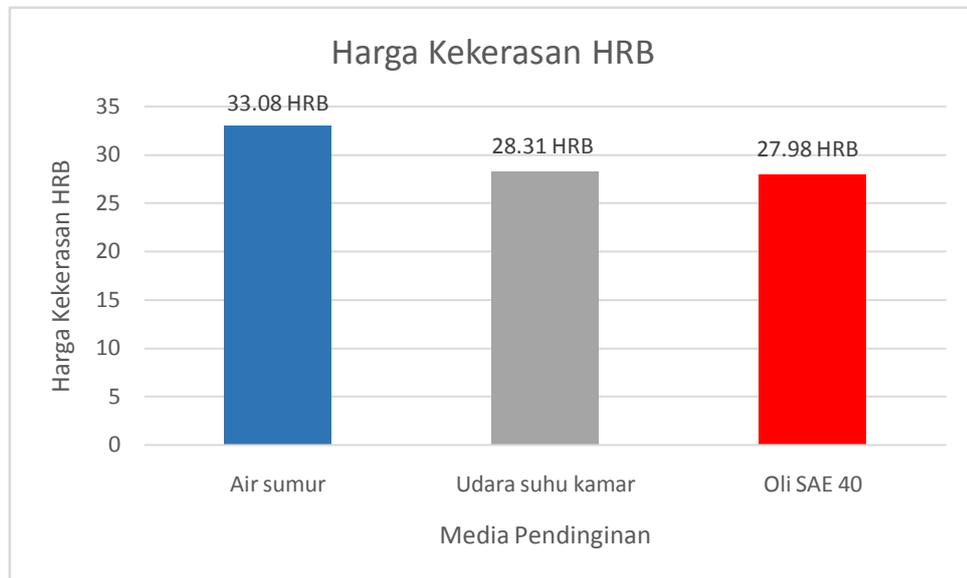


Gambar 11. Titik pengujian kekerasan

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekerasan HRB

NO	Media Pendinginan	Kekerasan HR_B					Rata-Rata HR_B
1	Air Sumur	33,22	32,33	33,83	33,10	32,91	33,08
2	Udara Suhu Kamar	28,65	27,75	28,75	28,42	27,98	28,31
3	Oli SAE 40	28,05	28,68	27,15	27,91	28,10	27,98

Data uji nilai kekerasan dalam histogram perbandingan antara setiap variasi pendinginan yang ada pada gambar berikut :



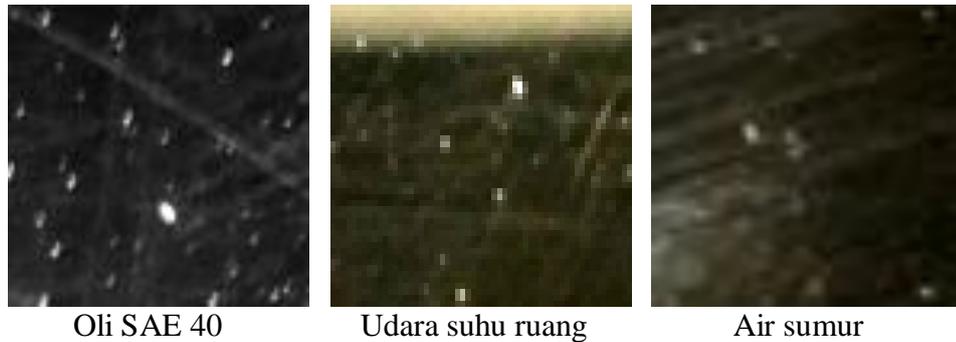
Gambar 12. Grafik hubungan kekerasan dengan variasi media pendinginan

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan didapatkan nilai kekerasan yaitu untuk produk dengan media pendinginan air sumur sebesar 33,08 HR_B, media pendinginan udara suhu kamar sebesar 28,31 HR_B dan sedangkan dengan media pendinginan oli SAE 40 sebesar 27,98 HR_B. Dari semua pengujian yang telah dilakukan nilai kekerasan yang paling besar adalah produk dengan media pendinginan udara suhu kamar, dikarenakan laju pendinginan dengan media air sumur lebih cepat dibandingkan pendinginan dengan media udara suhu kamar dan media Oli SAE 40 sehingga struktur mikro yang terbentuk dari benda uji dengan media pendinginan air sumur mempunyai unsur seng (Zn) lebih banyak dan merata dibandingkan dengan media pendinginan udara dan media pendinginan oli SAE 40.

3.4. Pengamatan Porositas

Pengamatan ini dilakukan dengan cara memotong specimen menjadi 3 bagian secara acak. Kemudian pada bagian potongan tersebut dilakukan proses 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 dengan membandingkan dari setiap variasi pendinginan. Hasilnya adalah sebagai berikut :



Gambar 13. Hasil Pengamatan Porositas

Berdasarkan hasil dari foto makro diatas (gambar 5) dapat dilihat bahwa hasil produk yang menggunakan media pendinginan air sumur memiliki tingkat porositas yang lebih sedikit atau rendah dibandingkan dengan media pendinginan udara suhu kamar maupun media pendinginan oli SAE 40. Sedangkan pada media pendinginan udara suhu kamar dan media pendinginan oli SAE 40 kedua-duanya memiliki tingkat cacat porositas yang lebih banyak jika dibandingkan dengan media pendinginan air sumur. Cacat porositas ini terjadi akibat udara yang terperangkap didalam cetakan dan tidak mampu keluar akibat permeabilitas cetakan yang rendah. 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. . Ada beberapa penyebab terjadinya Cacat porositas salah satu nya adalah sebagai berikut :

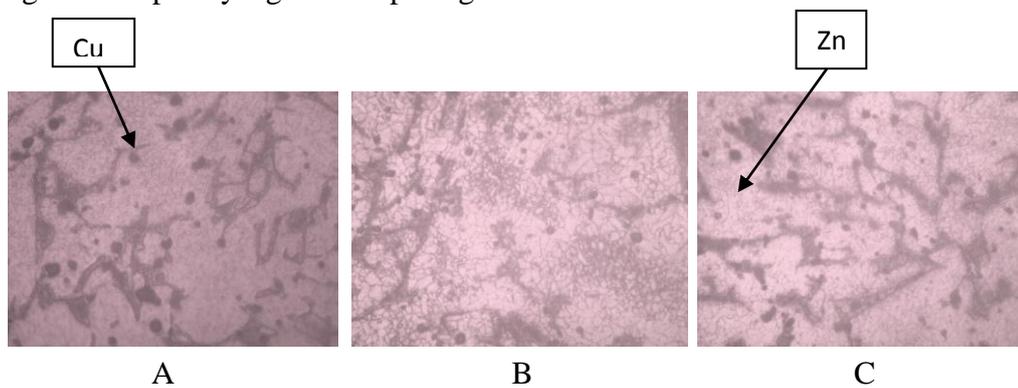
- 1) terjadi akibat udara yang terperangkap didalam cetakan pada penuangan dan dari gas hidrogen yang terlarut dalam cairan logam yang kemudian dilepaskan selama proses pembekuan.
- 2) Atom-atom pengikat cetakan yang bersentuhan dengan logam cair akan terurai dan membentuk gas-gas yang akan masuk kedalam logam cair dalam bentuk gelembung-gelembung.

- 3) Zat –zat organik yang terkandung didalam pasir dan kotoran yang menempel pada aluminium rosok ketika pada proses peleburan.

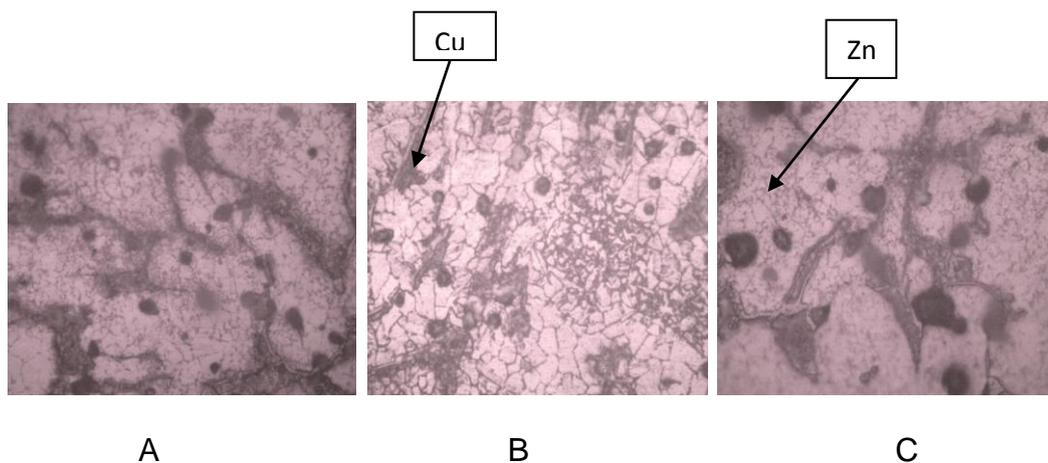
Keberadaan porositas akan mempengaruhi tingkat kekerasan dari suatu produk cor, semakin banyak cacat porositas pada suatu benda/produk maka tingkat kekerasan akan menurun begitu juga dengan sebaliknya. Maka produk ini semakin tidak aman untuk dijadikan bahan untuk membuat komponen yang bergerak.

3.5. Pengujian Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan menurut pengujian metalografi untuk bahan kuningin dengan pembesaran 500x dan 1000x didapatkan gambar seperti yang terlihat pada gambar 14 dan 15.



Gambar 14. Perbandingan foto mikro pada pembesaran 100x. (A) Air Sumur, (B) Oli SAE 40, (C) Udara Suhu Kamar.



Gambar 15. Perbandingan foto mikro pada pembesaran 200x. (A) Air Sumur, (B) Oli SAE 40, (C) Udara Suhu Kamar.

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 putih kebiruan. Pada hasil pengujian foto mikro tersebut variasi pendinginan udara terbentuk diameter butiran yang lebih besar, begitu juga dengan variasi media pendinginan dengan oli SAE 40, berbeda dengan variasi pendinginan dengan media air sumur yang mempunyai bentuk butiran yang lebih kecil. Dari hal tersebut dapat kita simpulkan bahwa besar butiran mempengaruhi nilai kekerasan dari spesimen yang telah diuji, jika butiran besar maka spesimen mempunyai sifat lunak sedangkan jika butiran semakin kecil maka spesimen tersebut semakin keras namun juga getas.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari laporan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Dari hasil pengujian komposisi kimia ditemukan unsur kimia yang berupa (Cu) 66,4 %, (Zn) 27,9 %, (Pb) 2,22 %, (Sn) 1,38 %, (Fe) 0,727 %, (Ni) 0,401 %, dan unsure-unsur lainnya yang mempengaruhi hasil dari produk cor kuningan tersebut.
- 2) Dari hasil pengujian kekerasan menunjukkan harga kekerasan rata-rata dari variasi media pendinginan air sumur sebesar 33,08 HRB, sedangkan dari variasi media pendinginan udara suhu ruang sebesar 28,31 HRB, dan dari variasi media pendinginan oli SAE 40 sebesar 27,98 HRB. Sehingga harga kekerasan paling tinggi terdapat pada variasi media pendinginan dengan air sumur yakni sebesar 33,08 HRB.
- 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 putih kebiruan.

Pada hasil pengujian foto mikro tersebut variasi pendinginan udara terbentuk diameter butiran yang lebih besar, begitu juga dengan variasi media pendinginan dengan oli SAE 40, berbeda dengan variasi pendinginan dengan media air sumur yang mempunyai bentuk butiran yang lebih kecil. Dari hal tersebut dapat kita simpulkan bahwa besar butiran mempengaruhi nilai kekerasan dari spesimen yang telah diuji, jika butiran besar maka spesimen mempunyai sifat lunak sedangkan jika butiran semakin kecil maka spesimen tersebut semakin keras namun juga getas.

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 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 Ir. Masyrukan, MT, selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak membimbing saya selama berada di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

6. Bapak Ir. Masyrukan, MT 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. Bapak Ismail (Pak Mail) beserta keluarga besar CV.ARBA JAYA LOGAM dan mas Firman beserta keluarga besar CV.KEMBAR JAYA, yang telah memberi fasilitas, membimbing proses penelitian di lapangan serta memberi semangat dalam penelitian dari awal hingga selesai.
12. Teman seperjuangan (Azis, Frabangasta, Ayub, Andri, Febri, Dimas ambogo, Andre, Supri, Danang, Gladito, Raffel, Gilang, Yunus, Dimas Budi) mahasiswa bimbingan Bapak Ir. Masyrukan., M.T.
13. Rekan – Rekan Teknik Mesin angkatan 2013 yang sudah banyak membantu saya dan mendukung saya dalam perkuliahan selama di Universitas muhammadiyah Surakarta.

DAFTAR PUSTAKA

Atlas of Microstructures of Industrial Alloys, American Society For Metals,
Metals Handbook, Vol.8.

Nuraini, Elin., Martoyo., dan Sigit., 1996. **Pengaruh Suhu dan Media Pendingin Terhadap Perubahan Kekerasan dan Struktur Mikro pada Perlakuan**

- Panas**, Prosiding Pertemuan dan Persentasi Ilmiah PPNY-BATAN, Yogyakarta.
- Nugroho, Untung., 2010. **Pengaruh Struktur Mikro Dan Kandungan Karbon Kekerasan Coran Kuningan**. Universitas Gunadarma.
- Supriyanto., 2009. **Diktat Pengecoran Logam**, Jurusan Teknik Mesin Universitas Janabadra Yogyakarta.
- Surdia , T. & Chijiwa., 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.
- Pamungkas, Yuli Cahyo., dkk., 2016. **Identifikasi Tingkat Kekerasan Paduan Al-Si Yang Diquenchig Dengan Variasi Media Pendingin Dan Waktu Pencelupan**. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang.
- Widodo , R., 2012. **Paduan CuZn (Kuningan)**, Staf Pengajar Program Studi Teknik Pengecoran Logam POLMAN Bandung.