



**PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR BRONZE PADA PENGECORAN  
ALUMINIUM TERHADAP UJI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai persyaratan memperoleh gelar sarjana teknik mesin (S.T) pada  
program studi teknik mesin



Disusun oleh :

**SYAFIQ ALKAHFI NASUTION**

**NPM 21601052046**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

**2021**

## ABSTRAK

**Syafiq Alkahfi A.2021. Pengaruh Penambahan Unsur Alumunium Pada Pengecoran Perunggu Terhadap Uji Kekerasan dan Struktur Mikro. Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Priyagung Hartono, M.T. dan Ir. Hj. Unung Lesmana, M.T.**

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh kekerasan dan struktur mikro pada pengecoran perunggu dan alumunium dengan variasi campuran 10%,15%,20% dan temperature, 700°C, 750°C, 800°C. Alumunium yang digunakan dalam penelitian ini adalah alumunium kamps rem dengan sempel uji standar deviasi 0,198 dan perunggu menggunakan perunggu batangan. Pada penelitian ini menggunakan 9 spesimen uji kekerasan dan 9 spesimen uji mikro. Hasil penelitian ini menyimpulkan nilai rata-rata kekerasan tertinggi variasi campuran dan temperatur terdapat pada campuran 20% dan temperature 800°C dengan nilai rata-rata 85,35 HRB sedangkan nila rata-rata kekerasan terendah variasi campuran dan temperature terdapat pada campuran 10% di temperature , 700°C dengan nilai 73,5 Kemudian nilai rata-rata struktur mikro pada hasil persentase, terdapat nilai tertinggi kekerasan variasi campuran, terdapat pada campuran 20%. Yang mempunyai nilai ferit 36%,24%,64% perlit 64%,76%,36%. Dengan variasi temperature didapat nilai tertinggi kekerasan pada temperature 800°C. yang mempunyai nilai persentase ferit 32%,28%,24% perlit 68%,72%,76%.

*Kata kunci: Uji kekerasan, Struktur Mikro, Variasi campuran, variasi temperature, pengaruh penambahan alumunim pada pengecoran perunggu.*

## ABSTRAK

**Syafiq Alkahfi A. 2021. Effect of Addition of Aluminum Elements in Bronze Casting on Hardness and Microstructure Tests. Thesis, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang. Supervisor: Dr. Ir. Priyagung Hartono, M.T. and Ir. Hj. Unung Lesmana, M.T.**

This study aims to determine the effect of hardness and microstructure on bronze and aluminum castings with variations of a mixture of 10%, 15%, 20% and temperatures, 700oC, 750oC, 800oC. The aluminum used in this study is aluminum brake lining with a test sample of 0.198 standard deviation and bronze using bronze bars. In this study, 9 specimens of hardness test and 9 specimens of micro test were used. The results of this study concluded that the highest average hardness value for mixture variations and temperature was found in a mixture of 20% and a temperature of 800oC with an average value of 85.35 HRB, while the lowest average hardness value for variations in mixture and temperature was found in a mixture of 10% at temperature, 700oC with a value of 73.5 Then the average value of the microstructure in the percentage results, there is the highest value of mixed variation hardness, found in a mixture of 20%. Which has a ferrite value of 36%, 24%, 64% pearlite 64%, 76%, 36%. With temperature variations, the highest value of hardness is obtained at a temperature of 800oC. which has a percentage value of 32% ferrite, 28%, 24% pearlite 68%, 72%, 76%.

**Keywords:** Hardness test, Microstructure, Mixture variation, temperature variation, the effect of adding aluminum on bronze casting.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Pengecoran logam adalah proses pembuatan benda dengan cara mencairkan logam dan menuangkan kedalam rongga cetakan, proses ini dapat digunakan untuk membuat benda-benda dengan bentuk rumit, benda berlubang yang sangat besar, yang sangat sulit atau sangat mahal jika dibuat dengan metode lain, dapat diproduksi massal secara ekonomis menggunakan teknik pengecoran yang tepat. Pengecoran dapat dilakukan untuk bermacam-macam logam seperti, besi, bajapaduan, tembaga, kuningan, perunggu, aluminium, dan lain sebagainya. Pengecoran pembuatan komponen dengan cara menuangkan bahan yang dicairkan kedalam cetakan, bahan ini dapat berupa metal maupun non-metal. Untuk mencairkan bahan diperlukan furnace (dapur). Furnace adalah sebuah dapur atau tempat yang dilengkapi dengan heater (pemanas). Bahan padat dicairkan sampai suhu titik cair dan dapat ditambahkan campuran bahan seperti Chrome, Silicon, Titanium, Aluminium dan lain lain agar bahan menjadi lebih baik. Pengecoran logam merupakan salah satu ilmu pengetahuan tertua yang dipelajari oleh umat manusia dalam industri manufaktur. Ilmu pengecoran logam terus berkembang dengan pesat dalam dunia industri. Berbagai macam metode pengecoran telah ditemukan dan disempurnakan, diantaranya centrifugal casting, investment casting, dan sand casting serta masih banyak lagi metode-metode lainnya

Saat proses pengecoran, karakteristik porositas pada perunggu timah putih dan perunggu silikon dapat dilakukan dengan variasi laju pendinginan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode pengujian porositas, SEM dengan variasi pendinginan (chill zone, columnar zone dan equiaxed zone) Ternyata laju pendinginan pada proses pengecoran akan mempengaruhi besar kecilnya porositas dan macamnya cacat coran. Hasil yang diperoleh chill zone perunggu timah putih dengan laju pendinginan 4,45oC/detik dan besar porositas 6,27% sedangkan chill zone perunggu silikon dengan laju pendinginan 2,05oC/detik dan besar porositas 5,16%. Laju pendinginan 1,21oC/detik dengan porositas 3,51% terjadi pada equiaxed zone perunggu

silikon sesangkan laju pendinginan mencapai 2,01 oC/detik besar porositas 3,63% terjadi pada zone perunggu timah putih. Cacat yang terjadi adalah cacat porositas gas (Septa et al., 2015).

Pengecoran dan pembekuan dimana bagian ini yang sangat terpenting dalam penelitian pengecoran material perunggu konvensional menggunakan variasi laju solidifikasi dengan tujuan mengetahui variasi *dendrite arm spacing* (DAS) terhadap karakteristik perunggu. Dengan mendesain variasi temperatur cetakan dan cetakan tuang dimana Material perunggu dilebur pada dapur peleburan hingga mencapai temperatur 1000°C, 1100°C, 1200°C. ketika material telah cair dituang pada cetakan dengan temperatur 400°C menunjukkan bahwa hasil dari penelitian menggunakan variasi temperatur tuang berpengaruh terhadap penurunan laju pembekuan yang dampaknya semakin lama waktu pembekuan. laju pembekuan yang berbeda berpengaruh pada bentuk struktur mikro dan bentuk *dendrite* yang terbentuk. Ukuran *dendrite* berpengaruh pada sifat mekanik dan akustik perunggu (I. Sugita & Astawa, 2016).

Pengecoran dengan menggunakan bronze bekas atau rosok dengan variasi cetakan, cetakan pasir basah, cetakan logam dan cetakan RCS (Resin Coated Sand) terhadap kualitas cor, cacat cor, dan nilai kekerasan dengan meleburkan material di dalam dapur krusible, dengan membandingkan dimensi benda asli hasil dari spesimen material. Dengan Menghitung true density porositas. yang berpedoman dari standart ASTM E-252, kekerasan yang di uji menggunakan pengujian brinell dengan standar ASTM E-10, uji mikro yang dilakukan dengan standar ASTM E-3 dan dimana terhadap uji komposisi kimia dilakukan dengan standar ASTM E-1251. dalam penyusutan dengan variasi cetakan pasir basah sebesar 0,66% cetakan logam sebesar 0,92% dan untuk cetakan RCS (Resin Coated Sand) sebesar 0,66%. tinggi konduktivitas membuat pembekuan logam yang cepat dan juga pengaruh kepada besar butir yang dilihat dengan struktur mikro, dari true density dapat diketahui porositas yang dihasilkan, cetakan pasir basah  $\rho = 8,869$ , cetakan logam  $\rho = 8,481$ , dan RCS (Resin Coated Sand)  $\rho = 8,768$  nilai density semakin tinggi maka material tersebut padat, dengan uji kekerasan

brinell yang semakin tinggi terdapat pada cetakan pasir basah sebesar 75,576 BHN, cetakan logam sebesar 86,038 BHN dan cetakan RCS (Resin Coated Sand) 70,436 BHN. Bronze mempunyai komposisi yang ditemukan (Cu) 76,00%, (Pb) 16,20%, (Sn) 5,73%, (Zn) 1,40%, (Ni) 0,496%, (Cd) 0,0731% dan unsur lainnya (Utama, 2017).

Pengecoran dengan metode membuat paduan perunggu timah putih pada batas high tin bronze dengan menggunakan paduan yaitu Cu- (20,22, 24 dan 25%)Sn. Dilakukan peleburan pada paduan perunggu dengan temperatur  $T_m$ , TS1 dan TS2. dimana pengujian fluiditas menggunakan jenis cetakan investment casting model cetakan Birmingham. Variasi rongga cetakan dibuat dengan ketebalan strip plat 1,5,2,3,4 dan 5 mm dengan panjang 400 mm. Temperatur pada penuangan temperatur rata-rata 3000 C dengan uji menentukan panjang fluiditas paduan perunggu terhadap variasi temperatur penuangan. Hasil uji mempunyai panjang fluiditas mengalami penurunan pada campuran Sn dengan temperatur lebur ( $T_m$ ). temperatur yang meningkat pada Ts1 dan Ts2 mampu meningkatkan laju fluiditas. Tebal trip plat yang meningkat dapat meningkatkan laju fluiditas pada komposisi perunggu timah. Pentingnya laju fluiditas untuk menghindari gagal produk terutama dimana yang paling penting pada pembuatan produk yang ber dinding tipis (Slamet, 2017).

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di tulis di atas rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai kekerasan pada hasil pengecoran paduan aluminium bronze.
2. Bagaimana mikro struktur pada hasil pengecoran paduan aluminium bronze

### 1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis akan memberikan batasan sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bronze (perunggu) dan aluminium

2. Paduan Aluminium Bronze yang digunakan adalah Aluminium 90%, 85%, 80% dan perunggu 10%, 15%, 20%.
3. Pengujian yang dilakukan ialah uji kekerasan rockwell kerucut intan
4. Dilakukan analisa struktur mikro dari masing masing spesimen pengecoran.
5. Cetakan pada penelitian ini menggunakan cetakan pasir ( sand casting)
6. Pasir yang digunakan adalah pasir silika
7. Pengecoran menggunakan variasi temperatur 800<sup>0</sup>C, 750<sup>0</sup>C, 700<sup>0</sup>C
8. Setiap spesimen menggunakan holding time 10 menit

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui hasil dari analisa pengaruh penambahan unsur bronze (perunggu) pada pengecoran aluminium terhadap uji kekerasan
2. Mengetahui struktur mikro dari aluminium paduan bronze (perunggu)

#### 1.5. Manfaat Penelitian

1. Bagi mahasiswa  
Secara khusus akan memberikan pandangan kepada mahasiswa sejauh mana pengaruh kekuatan material aluminium dengan paduan bronze (perunggu)
2. Bagi akademik
  - a. Sebagai referensi untuk perkembangan dan penelitian selanjutnya di lingkup teknik mesin.
  - b. Merupakan ilmu pengetahuan yang baru untuk menunjang proses perkuliahan
3. Bagi industri
  - a. Menjadikan bahan pertimbangan, untuk diperhatikan dalam proses produksi, sehingga bisa memperoleh hasil dari coran aluminium dan bronze yang lebih baik.
  - b. Sebagai bahan informasi untuk mengetahui peningkatan kekerasan pada aluminium dan struktur mikro pada spesimen

## 1.6. Sistematika Penulisan

Untuk memahami lebih jelas tentang proposal ini, maka materi-materi yang tertera pada proposal skripsi ini dikelompokkan menjadi beberapa sub bab dengan sistematika penyampaian sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisikan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Menguraikan teori dasar yang digunakan untuk mendukung dan menghubungkan pengecoran Paduan Aluminium Bronze.

### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

Menguraikan tahap demi tahap tentang pelaksanaan penelitian pada pengecoran Paduan Aluminium Bronze.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Menguraikan dari hasil pemahaman dan hasil pengujian dalam mengatasi masalah dari aspek metalografi terhadap material pengecoran Paduan Aluminium Bronze.

### **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan analisa dan optimalisasi sistem berdasarkan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya.

## BAB V

### PENUTUP

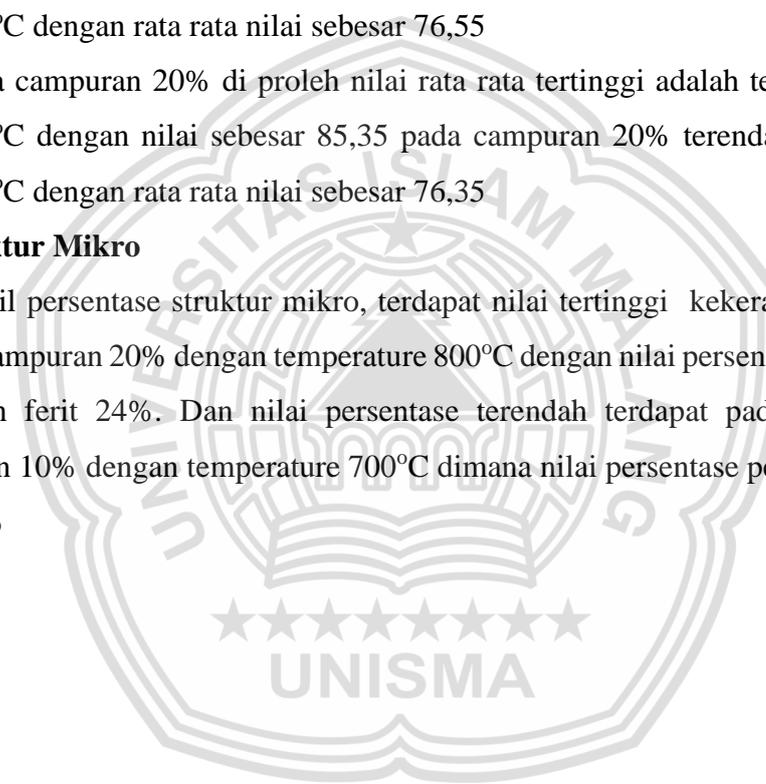
#### 5.1 Kesimpulan

##### A. Kekerasan

- pada campuran 10% di peroleh nilai rata rata tertinggi adalah temperatur 800°C dengan nilai sebesar 72,45 pada campuran 10% terendah adalah 700°C dengan rata rata nilai sebesar 63,45
- pada campuran 15% di peroleh nilai rata rata tertinggi adalah temperatur 800°C dengan nilai sebesar 82,4. pada campuran 15% terendah adalah 700°C dengan rata rata nilai sebesar 76,55
- pada campuran 20% di peroleh nilai rata rata tertinggi adalah temperatur 750°C dengan nilai sebesar 85,35 pada campuran 20% terendah adalah 800°C dengan rata rata nilai sebesar 76,35

##### B. Struktur Mikro

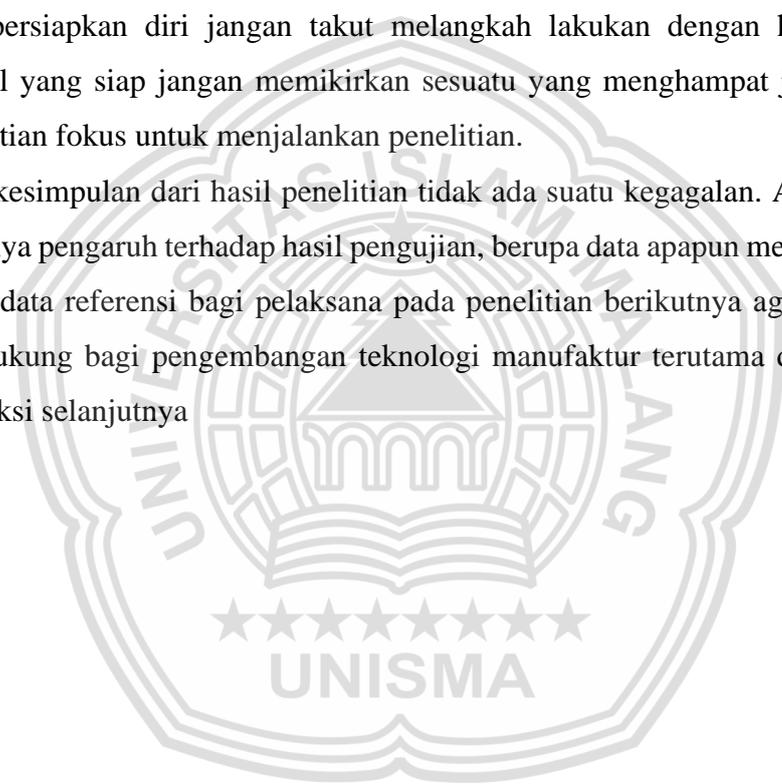
pada hasil persentase struktur mikro, terdapat nilai tertinggi kekerasan pada variasi campuran 20% dengan temperature 800°C dengan nilai persentase perlit 76% dan ferit 24%. Dan nilai persentase terendah terdapat pada variasi campuran 10% dengan temperature 700°C dimana nilai persentase perlit 27 % ferit 73%



## 5.2 Saran

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan penelitian adalah:

1. Untuk melakukan penelitian diharapkan jangan ada rasa takut ,tidak percaya diri dengan data yang diperoleh dari hasil penelitian.
2. Mempersiapkan bahan atau alat-alat uji dengan baik sebaiknya jauh hari sebelum hari dimulainya penelitian sehingga didapatkan suatu hasil yang memuaskan dan juga meminim waktu.
3. Janganlah tergesa-gesa disaat saat melakukan penelitian agar nantinya didapatkan hasil yang baik serta bermanfaat untuk para peneliti berikutnya
4. Mempersiapkan diri jangan takut melangkah lakukan dengan hati dan mental yang siap jangan memikirkan sesuatu yang menghambat jalannya penelitian fokus untuk menjalankan penelitian.
5. Pada kesimpulan dari hasil penelitian tidak ada suatu kegagalan. Ada atau tidaknya pengaruh terhadap hasil pengujian, berupa data apapun merupakan suatu data referensi bagi pelaksana pada penelitian berikutnya agar dapat mendukung bagi pengembangan teknologi manufaktur terutama dibidang produksi selanjutnya



## DAFTAR PUSTAKA

- Apriliyanto, P. (2014). *Analisis variabel proses produk pengecoran logam menggunakan cetakan sand casting*. 02, 70–78.
- Bowo Arief Wicaksono, 2010. (2010). *No Title*.
- Ilmiah, P., & Darmoko, C. (2016). *Pengaruh lapisan karbon terhadap sifat fisis dan mekanis pada solidifikasi besi cor kelabu dalam cetakan permanen untuk tapping awal*.
- Irawan, I. (2018). *STRUKTUR MIKRO LOGAM PADUAN ALUMINIUM DENGAN ADITIF 6 Fe – 1 Ni (% BERAT ) Indra Irwana BAB I*. 1–40.
- Lesmanah, U., Marsyahyo, E., & Vitasari, P. (2013). Optimasi Sifat Mekanis Kekuatan Tarik Baja St 50 Dengan Perlakuan Gas Carburizing Variasi Holding Time Untuk Peningkatan Mutu Baja. *Jurnal Mekanikal*, 4(2), 366–375.
- Santan, A. I. R., Temperatur, P., Muttaqin, I., & Noor, I. (2019). *Analisa mikrostruktur dan uji kekerasan brinell pada aluminium scrap dengan menggunakan media pendingin air santan pada temperatur berbeda*. 2(1), 1–4.
- Septa, M., Wigangga, S., Sugita, I. K. G., & Priambadi, I. G. N. (2015). *Karakteristik porositas paduan perunggu timah putih ( 80 % Cu - 20 % Sn ) dan perunggu silikon ( 95 % Cu – 5 % Si ) dengan variasi laju pendinginan pada pengecoran cetakan pasir*. 2015(November), 1–7.
- Siswanto, R. (2014). *Pendahuluan*. 1–6.
- Slamet, S. (2017). *Fluiditas Paduan Perunggu Timah Melalui Investment Casting* . 655–660.
- Studi, P., Teknik, S. I., Mesin, J. T., Teknik, F., & Jember, U. (n.d.). *Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember*

*Jember.*

Sugita, I., & Astawa, K. (2016). Studi Dendrite Arm Spacing (Das) Dan Akustik Pada Pengecoran Perunggu 20% Sn Sebagai Bahan Gamelan. *Buletin Udayana Mengabdi*, 15(1), 44–49.

Sugita, I. K. G., Astawa, K., & Priambadi, I. G. N. (2015). Pengaruh Variasi Laju Solidifikasi terhadap Struktur Mikro, Sifat Mekanis dan Akustik Perunggu. *Proceeding SNTTM XIV, Snttm Xiv*, 1–5.

T, P. N., Januarty, M., & Yuniarti, Y. (2015). *Pemurnian Pasir Silika dengan Metode Leaching Asam dan bantuan Sonikasi*. 2001, 1–8.

Utama, B. C. P. (2017). No Title השפעות של השקיית גינות במים אפורים. מים והשקייה, 549, 40–42.

