

Analisis Pengaruh Temperatur Tuang Dan Ukuran Butiran Pasir Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Hasil Cor Kuningan Pada Pengecoran Evaporative

I Putu Predi Apriadi, I Ketut Gede Sugita, dan Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

Abstrak

Pengecoran adalah suatu proses penuangan cairan logam ke dalam cetakan untuk membentuk benda kerja salah satunya adalah proses pembuatan material kuningan. Kuningan merupakan material dengan campuran Cu-Zn, dimana campuran tersebut di nilai lebih kuat dan keras dari tembaga namun tidak menutup kemungkinan material kuningan tersebut akan ditingkatkan lagi kualitasnya dengan perlakuan yang berbeda. Adapun upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan variasi pada temperatur tuang dan ukuran butiran pasir yang digunakan. Dalam penelitian ini menggunakan pengecoran evaporative dengan perlakuan temperatur tuang sebesar 900°C; 1000°C; 1100°C dan ukuran butiran pasir 0,250mm; 0,315mm; 0,500mm. Adapun hasil yang di dapatkan dalam penelitian ini dari pengujian hardness Vickers yang di lakukan mendapatkan hasil bahwa nilai kekerasan material yang didapatkan menurun seiring dengan peningkatan temperatur tuang, nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada temperatur 900°C dengan ukuran butiran pasir 0,500mm sebesar 203,65 HVN sedangkan nilai kekerasan terendah didapatkan pada temperatur 1100°C dengan ukuran butiran pasir 0,315mm sebesar 175,49 HVN. Hasil pengamatan struktur mikro didapatkan bahwa terjadi perubahan butir krista Cu-Zn seiring dengan peningkatan temperatur tuang.

Kata Kunci : Evaporative Casting, Ukuran Butir Pasir, Kekerasan, Struktur Mikro

Abstract

Casting is a process of pouring liquid metal into a mold to form a workpiece, one of which is the manufacturing process using brass material. Brass is a material composed of a mixture of Cu-Zn, where this mixture is considered stronger and harder than copper. However, it is possible to further enhance the quality of brass material with different treatments. One of the efforts that can be done is by varying the pouring temperature and the size of the sand grains used. In this study, evaporative casting was used with pouring temperature treatments of 900°C, 1000°C, and 1100°C, and sand grain sizes of 0.250mm, 0.315mm, and 0.500mm. The results obtained from the Vickers hardness testing showed that the hardness value of the material decreased with increasing pouring temperature. The highest hardness value was obtained at a temperature of 900°C with a sand grain size of 0.500mm, measuring 203.65 HVN. On the other hand, the lowest hardness value was obtained at a temperature of 1100°C with a sand grain size of 0.315mm, measuring 175.49 HVN. The observation of the microstructure revealed that there were changes in the grain structure of Cu-Zn with increasing pouring temperature.

Keywords: Evaporative Casting, Size Of Sand Grains, Violence, Microstructure

1. Pendahuluan

Pengecoran adalah proses pembuatan benda kerja dengan cara menuangkan logam cair ke dalam rongga cetakan untuk membentuk produk akhir. Salah satu contoh dari proses pengecoran adalah pembentukan logam kuningan.

Kuningan adalah paduan logam yang terbuat dari tembaga (Cu) dan seng (Zn), dengan komposisi umum berkisar antara 60-80% tembaga dan 20-40% seng. Properti fisik dan mekanik kuningan dapat bervariasi tergantung pada komposisi paduan, proses pengerjaan, dan perlakuan panas yang diterapkan.[1], dan mudah di aplikasikan seperti pada pilot jet sepeda motor. Kekerasan hasil coran kuningan juga dipengaruhi oleh

beberapa faktor lain, selain pemilihan bahan baku (raw material) dan pengaturan komposisi paduan. Oleh karena itu, pemilihan bahan baku yang sesuai, komposisi paduan yang tepat, pengaturan proses pengecoran yang baik, serta perlakuan panas yang sesuai sangat penting untuk mencapai kekerasan yang diinginkan pada kuningan hasil coran. [2]. Dalam penelitian ini menggunakan metode pengecoran *evaporative* menggunakan lostfoam sebagai pola cetakan yang di nilai baik dibidang ketelitian.

Metode pengecoran Lost Foam (atau juga dikenal sebagai *Full Mold Casting*) merupakan metode yang relatif baru dalam industri pengecoran logam. Metode ini melibatkan penggunaan pola dari bahan *lost foam* yang

akan menguap ketika logam cair dituangkan ke dalam cetakan, sehingga membentuk benda kerja yang diinginkan.[3]. salah satu kelebihan utama metode pengecoran *Lost Foam* adalah fleksibilitas dan keleluasaan dalam desain pola coran. Metode ini memungkinkan pembuatan benda kerja dengan bentuk yang kompleks atau rumit yang sulit dicapai dengan metode pengecoran lainnya. Keleluasaan desain pola coran yang tinggi, metode *Lost Foam* dapat menjadi solusi yang efektif dalam produksi benda kerja dengan bentuk yang kompleks dan detail yang rumit [4]. Namun jika tidak dilakukan dengan benar akan mengakibatkan tingkat porositas menjadi lebih tinggi [3].

Untuk mengantisipasi hal tersebut, Penelitian ini berfokus pada pengaruh dua faktor, yaitu suhu pengecoran (temperatur tuang) dan ukuran butiran pasir, terhadap kekerasan dan struktur mikro kuningan hasil cor dalam metode pengecoran *evaporative*. Dengan memvariasikan ukuran butiran pasir dan temperatur tuang dari pengecoran kuningan dengan tujuan dapat mengetahui metode yang tepat sehingga dapat meningkatkan kualitas berupa nilai kekerasan dan karakteristik berupa struktur mikro dari material tersebut.

Selain memperhatikan kekerasan, penelitian juga mengevaluasi struktur mikro kuningan hasil cor. Struktur mikro kuningan dapat terpengaruh oleh suhu pengecoran dan ukuran butiran pasir. Dengan mengkombinasikan pengaruh suhu pengecoran dan ukuran butiran pasir, penelitian ini bertujuan untuk menemukan kombinasi optimal yang dapat meningkatkan kualitas kuningan hasil cor

Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dari permasalahan yang ada, maka perlu dilakukan pembatasan antara lain:

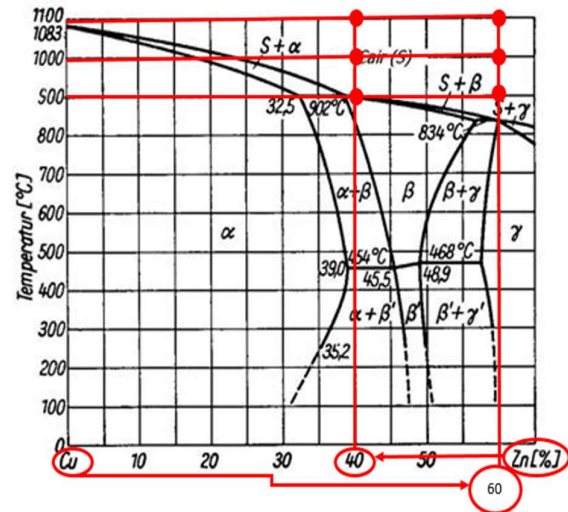
1. Bahan bakar pembakaran menggunakan arang, kayu dan batok kelapa.
2. Alat pengukur temperature menggunakan Termokopel Tipe-K.
3. Pendinginan menggunakan suhu ruang.
4. Bentuk butiran pasir dianggap steadytate.
5. Jarak penuangan kuningan cair dilakukan sama, 20mm.
6. Kecepatan pada penuangan kuningan cair dilakukan sama.

2. Dasar Teori

2.1. Kuningan

kuningan adalah logam campuran yang terdiri terutama dari tembaga (Cu) dan seng (Zn). Tembaga adalah komponen utama dari kuningan, sementara seng memberikan sifat tambahan pada paduan tersebut. Proporsi tembaga dan seng dalam kuningan dapat

bervariasi tergantung pada kebutuhan dan aplikasi tertentu.



Gambar 1. Diagram biner Cu-Zn

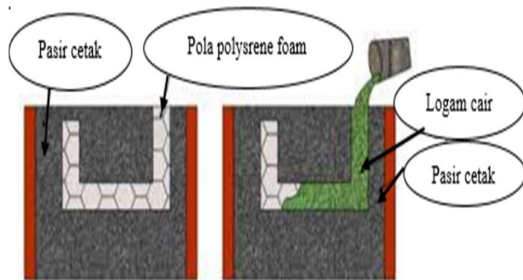
pada diagram fasa paduan kuningan, terdapat dua fase utama yang umumnya terkait dengan sifat-sifat mekanik yang berbeda, yaitu fase α (alfa) dan fase β (beta). Fase α (alfa) pada diagram fasa kuningan memiliki struktur kristal dengan unit sel FCC (*Face Centered Cubic*). Fase ini cenderung memiliki sifat ulet (*ductile*) dan dapat diproses dengan baik dalam proses pemesian. Sedangkan fase β (beta) pada diagram fasa kuningan memiliki struktur kristal dengan unit sel BCC (*Body-Centered Cubic*). Fase ini cenderung lebih keras dan lebih kuat dibandingkan dengan fase α . Namun, kelemahan dari fase β adalah sifat yang getas (*brittle*) atau mudah hancur.

2.2. Pengecoran *Evaporative* (*Loast Foam Casting*)

Proses pengecoran *evaporative* menggunakan metode yang berbeda dari pengecoran dengan cetakan pasir tradisional. Dalam metode pengecoran *evaporative*, pasir kering digunakan sebagai bahan cetakan tanpa campuran air atau bentonit. Kelebihan dari metode pengecoran *evaporative* adalah kemampuan untuk menciptakan coran dengan bentuk yang rumit dan detail yang sulit dicapai dengan metode pengecoran lainnya. Metode ini juga dapat mengurangi kebutuhan akan pola cetakan yang mahal dan waktu produksi yang lama., karena proses ini menggunakan

pola cetakan yang terbuat dari *polystyrene foam*.

Pola cetakan yang terbuat *polystyrene foam* (atau sering disebut juga pola gabus) dibanamkan di dalam pasir cetak, kemudian logam yang telah dicairkan dituangkan ke dalam cetakan. Metode pengecoran dengan menggunakan pola cetakan polistirena foam ini memberikan keleluasaan dalam mendapatkan rincian dan bentuk yang rumit pada benda cor.



Gambar 2. Proses pengecoran evaporative pola styrofoam

2.3. Pasir cetak

pasir cetak adalah bahan yang umum digunakan dalam proses pengecoran. Ada beberapa jenis pasir yang sering digunakan, termasuk pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, dan pasir silika (pasir kuarsa). Pasir silika terdiri dari kandungan utama SiO₂ (silikon dioksida) dan dapat terdapat kotoran seperti mika dan felstar.

Ukuran butir pasir cetak memainkan peran penting dalam pengecoran. Pasir dengan ukuran butir yang lebih besar akan menghasilkan rongga antar butir yang lebih besar. Hal ini dapat mempengaruhi proses pendinginan dan pembekuan logam cair saat dituangkan ke dalam cetakan. Jika rongga antar butir pasir lebih besar, cairan logam akan memiliki lebih banyak kontak dengan udara di sekitarnya, yang menyebabkan pendinginan yang lebih cepat.

Selain itu, kecepatan pendinginan yang cepat juga dapat menghasilkan kontraksi lebih besar saat logam mengeras. Untuk mengatasi masalah ini, seringkali dilakukan perhitungan dan penyesuaian pola cetakan sebelumnya, yang dikenal sebagai kompensasi kontraksi, agar produk cor akhir memiliki ukuran yang sesuai dengan yang diinginkan.

Dalam praktek pengecoran, pemilihan pasir cetak yang tepat dan ukuran butir yang sesuai sangat penting untuk mencapai kualitas produk cor yang baik dan menghindari masalah seperti kekurangan atau kelebihan ukuran. (Sutiyoko dan Lutiyatmi, 2013).



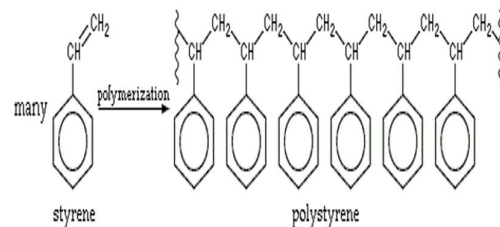
Gambar 3. Contoh pasir silika

2.4. Polystyrene foam (PS)

polystyrene foam (PS) atau yang sering disebut styrofoam, diproduksi dalam bentuk busa atau gabus yang memiliki sifat-sifat tertentu tergantung pada suhu.

Berikut ini adalah perubahan sifat Styrofoam pada suhu tertentu yaitu:

1. Pada suhu 95°C styrofoam busa atau gabus akan menjadi lunak dan dapat mudah diubah bentuknya.
2. Pada suhu 120°C hingga styrofoam akan menjadi cairan kental atau seperti gel. Struktur busa atau gabus styrofoam akan mulai hancur dan melunak lebih lanjut menjadi substansi yang lebih kental.
3. Pada suhu 250°C styrofoam akan menjadi encer. Sifat cairan yang lebih encer ini dapat terjadi karena polystyrene mulai melarut pada suhu tinggi.
4. Pada suhu 320°C hingga 330°C styrofoam akan mengalami dekomposisi atau terurai menjadi komponen molekul yang lebih sederhana. Ini dapat terjadi karena polystyrene mengalami pemecahan ikatan kimia akibat panas yang tinggi (Surdia, T. dan Saito, S. 2000).



Gambar 4. Polimerisasi polystyrene foam (PS)

3. Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan metode studi eksperimental guna untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan variasi temperatur tuang dan variasi ukuran butir pasir terhadap

kekerasan dan struktur mikro dari pengecoran kuningan.

Tahapan penelitian ini dimulai dari proses persiapan alat dan bahan kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatan pola cetakan dengan menggunakan polystyrene foam, setelah itu dilanjutkan dengan tahapan pemasangan wadah pasir dengan butiran pasir yang digunakan sesuai variasi. Kuningan yang sudah dilebur dengan temperatur sesuai variasi dituangkan kedalam pola cetakan.

Kuningan yang sudah dituangkan tersebut didiamkan beberapa saat lalu di lanjutkan dengan proses pembongkaran wadah cetakan. Hasil pengecoran kuningan tersebut dibentuk dengan ukuran 1cm x 1cm lalu dilanjutkan dengan tahapan pengujian struktur mikro dan pengujian kekerasan dengan ASTM E92. Data yang diperoleh dari pengujian akan diolah dan dianalisis.

3.1. Variabel Penelitian

3.1.1. Variabel terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kekerasan dan struktur mikro dari pengecoran kuningan.

3.1.2. Variabel bebas

1. Variasi temperatur tuang: 900, 1000 dan 1100°C.
2. Variasi ukuran butir pasir silika 0,250, 0,315 dan 0,500mm.

3.1.3. Variabel control

1. Kuningan yang digunakan adalah kuningan dengan paduan 60%Cu – 40%Zn.
2. Polystyrene foam yang digunakan adalah polystyrene foam 0,018 gr/cm³

3.2. Alat

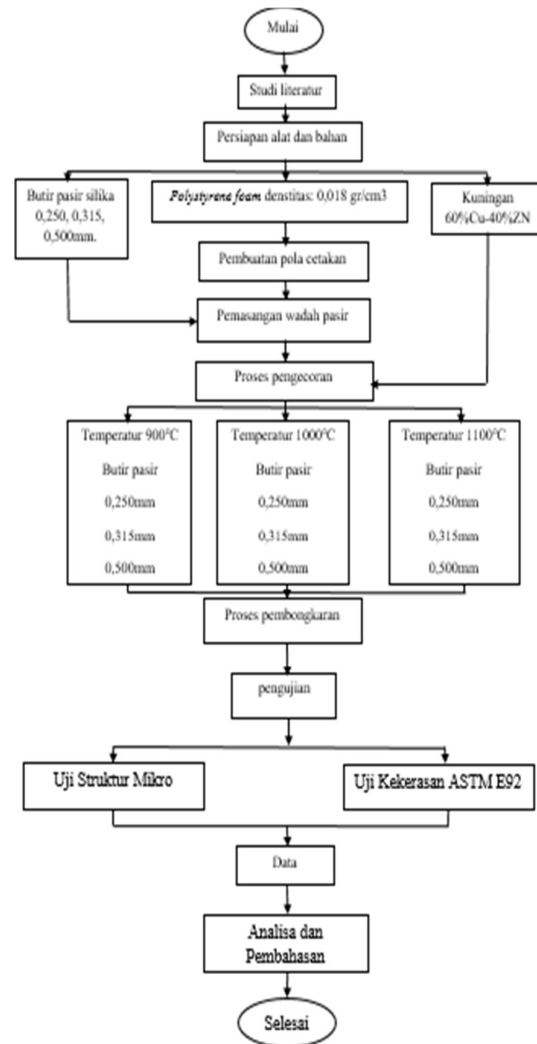
1. Tungku krusibel digunakan sebagai alat pemanas logam hingga mencair.
2. Alat pemotong polystyrene foam.
3. Termokopel type K Untuk mengukur temperatur penuangan.
4. Wadah pasir digunakan untuk membenamkan pola cetakan *polystyrene foam* pada pasir cetak.
5. Jangka sorong digunakan untuk pengukuran dimensi panjang dan lebar cetakan pada saat membuat pola.
6. Alat mesh pasir digunakan menganyak pasir silika yang akan di gunakan untuk pengecoran *evaporative*.

3.3. Bahan

1. Kuningan 60%Cu-40%Zn.
2. Pasir cetak yang digunakan adalah pasir silika dengan ukuran 0,250mm, 0,315mm, 0,500mm.

3. *Polystyrene foam* sebagai pola cetakan dengan densitas 0,018 gr/cm³.

3.4. Diagram alir penelitian



Gambar 5. Diagram alir penelitian

3.5. Metode Uji

3.5.1. Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan Vickers adalah metode pengujian kekerasan yang menggunakan indenter piramida intan untuk menentukan kekerasan bahan. Sudut antara permukaan piramida intan yang saling berhadapan dalam metode ini adalah 136°. Metode Vickers ini sering digunakan untuk mengukur kekerasan material dengan tingkat akurasi yang tinggi. Indenter ini ditekan ke permukaan bahan yang akan diuji dengan beban tertentu. Proses pengujian kekerasan mengacu pada standar (ASTM E-92).

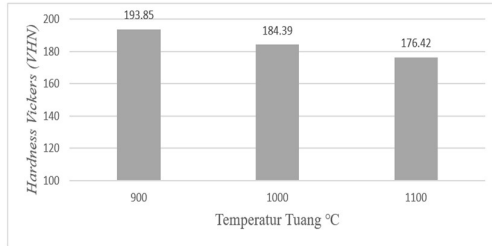
3.5.2. Uji Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk mengetahui citra yang terdapat pada

spesimen seperti letak ferit, perlit, dan grafit. Pengujian mikroskop menggunakan lensa dengan pembesaran 20x disepanjang alur hasil coran.

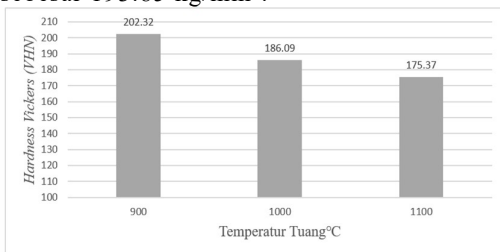
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Uji Kekerasan Vickers



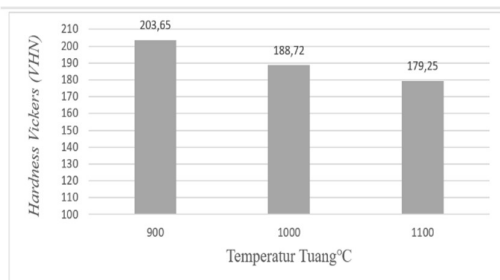
Gambar 6. Diagram nilai kekerasan kuningan dengan ukuran butir pasir 0,250mm

Pada gambar 6 menunjukkan diagram nilai kekerasan spesimen dengan temperatur 900°C, 1000°C, 1100°C dan butir pasir 0,250mm. Diagram menunjukkan bahwa speimen dengan temperatur tuang 900°C, 1000°C, 1100°C memiliki nilai kekerasan (HVN) tertinggi sebesar 193.85 kg/mm².



Gambar 7. Diagram nilai kekerasan kuningan dengan ukuran butir pasir 0,315mm

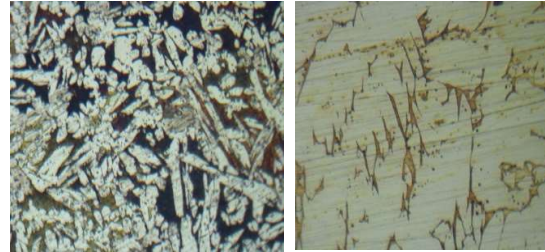
Pada gambar 7 menunjukkan diagram nilai kekerasan spesimen dengan temperatur 900°C, 1000°C, 1100°C dan butir pasir 0,315mm. diagram menunjukkan bahwa spesimen dengan temperatur tuang 900°C, 1000°C, 1100°C memiliki nilai kekerasan (HVN) tertinggi sebesar 202.32 kg/mm².



Gambar 8. Diagram nilai kekerasan kuningan dengan ukuran butir pasir 0,500mm

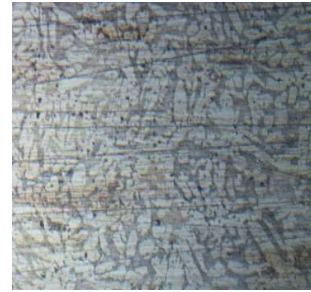
Pada gambar 8 menunjukkan diagram nilai kekerasan spesimen dengan temperatur 900°C, 1000°C, 1100°C dan butir pasir 0,500mm. Diagram menunjukkan bahwa speimen dengan temperatur tuang 900°C, 1000°C, 1100°C memiliki nilai kekerasan (HVN) tertinggi sebesar 203.65 kg/mm².

4.2 Analisis Uji Struktur Mikro



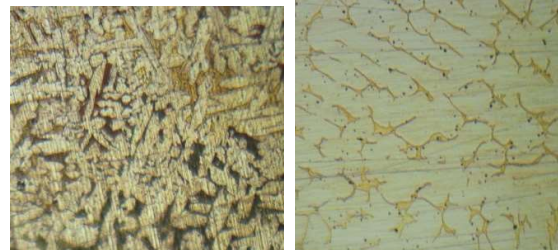
Gambar (a)

Gambar (b)



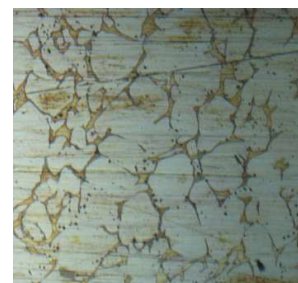
Gambar (c)

Gambar 9. Hasil uji struktur mikro dengan ukuran butir pasir 0,250mm, 0,315mm dan 0,500mm dengan temperatur 900°C



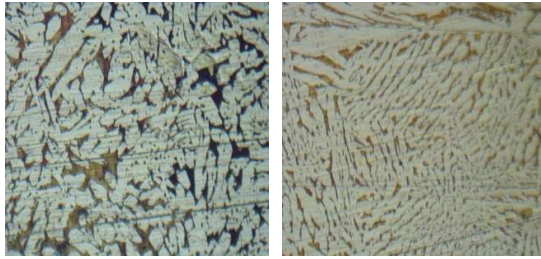
Gambar (a)

Gambar (b)



Gambar (c)

Gambar 10. Hasil uji struktur mikro dengan ukuran butir pasir 0,250mm, 0,315mm dan 0,500mm dengan temperatur 1000°C



Gambar (a)

Gambar (b)



Gambar (c)

Gambar 11. Hasil uji struktur mikro dengan ukuran butir pasir 0,250mm, 0,315mm dan 0,500mm dengan temperatur 1100°C

Pembesaran lensa yang di gunakan pada pengamatan struktur mikro yaitu 20x pembesaran mikro meter supaya terlihat bentuk butir kristal yang terjadi pada paduan logam kuningan 60%Cu-40%Zn.

Dari hasil pengamatan struktur mikro pada gambar setiap spesimen coran kuningan terlihat bahwa terjadi perbedaan bentuk butir kristal Cu-Zn sejalan dengan peningkatan temperatur tuang pada setiap varian ukuran butir pasir. Spesimen dengan temperatur tuang 900°C cenderung memiliki bentuk butir yang kecil, pada spesimen dengan temperatur tuang 1000°C terjadi perubahan bentuk butir kristal Cu-Zn yang lebih memanjang namun juga terdapat bentuk butir kristal yang kecil seperti pada temperatur tuang 900°C, sedangkan pada temperatur tuang 1100°C bentuk butir kristal Cu-Zn lebih memanjang dan seragam.

5. Kesimpulan

1. Temperatur tuang berpengaruh terhadap nilai kekerasan spesimen coran. Hasil pengujian *Hardness Vickers* yang telah dilakukan pada spesimen hasil coran kuningan disetiap ukuran butir pasir, Nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada spesimen dengan ukuran butir pasir 0,500mm dengan temperatur tuang 900°C sebesar 203,65 HVN, sedangkan nilai kekerasan terendah didapatkan pada spesimen dengan ukuran butir pasir 0,500mm dengan

temperatur tuang 1100°C sebesar 175,49 HVN.

2. Pertumbuhan struktur mikro yang terjadi pada spesimen dengan temperatur tuang 900°C cenderung memiliki bentuk butir yang kecil. Spesimen dengan temperatur tuang 1000°C terjadi perubahan bentuk butir kristal Cu-Zn yang lebih memanjang namun juga terdapat bentuk butir kristal yang kecil seperti pada temperatur tuang 900°C, sedangkan pada temperatur tuang 1100°C bentuk butir kristal Cu-Zn lebih memanjang dan seragam. Struktur mikro yang memiliki bentuk butir kecil menyebabkan nilai kekerasan menjadi lebih tinggi, jika dibandingkan dengan struktur mikro yang memiliki butir memanjang nilai kekerasan menjadi lebih rendah .

Daftar Pustaka

- [1] S. Slamet, B. H. Priyambodo, Suhartoyo, and R. I. Yaqin, "Pengaruh Durasi Waktu Shot Peening Pada Permukaan Logam Kuningan Terhadap Ketahanan Korosi," *Pros. Snatif Ke -5*, pp. 661–666, 2018.
- [2] H. Setiawan, "Pengujian Kekuatan Tarik, Kekerasan, Dan Struktur Mikro Produk Cor Propeler Kuningan," *J. SIMETRIS*, vol. 3, no. 1, pp. 71–79, 2013.
- [3] M. Susri, Suherman, and F. Rahmad, "Pengaruh Penambahan Magnesium Terhadap Kekerasan, Kekuatan Impak Dan Struktur Mikro Pada Aluminium Paduan (Al-Si) Dengan Metode Lost Foam Casting," *J. Ilm. "Mekanik" Tek. Mesin ITM*, vol. 2, no. 2, pp. 77–84, 2016.
- [4] S. Mizhar, "Pengaruh Heat Treatment Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Aluminium Paduan Al-Si-Cu Pada Cylinder Head Sepeda Motor," *J. Ilm. "Mekanik" Tek. Mesin ITM*, vol. 3, no. 1, pp. 9–15, 2016.
- [5] ASTM E-92, "ASTM E-92 Standard Test Method for Vickers Hardness of Metallic Materials," in *Annual Book of ASTM Standards 4*, vol. 82, no. Reapproved, 1997, pp. 1–10.



I Putu Predi Apriadi

adalah seorang mahasiswa angkatan 2019 teknik mesin yang sudah menyelesaikan studi S1 Prodi Teknik Mesin, Universitas Udayana tertanggal 09 Juni 2023.

Bidang penelitian yang diminati mengenai topik berkaitan dengan material , mesin produksi , dan yang berkaitan dengan pengecoran logam.