

Karakteristik Kekerasan Perunggu Sebagai Material Gambelan Pada Proses *Casting* Pembuatan Gambelan Bali

Dewa Nyoman Tri Astawa Putra, I.K.G Sugita, DNK Putra Negara
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Perunggu merupakan material paduan dari tembaga (Cu) dengan timah (Sn), umumnya perunggu merupakan material yang digunakan pada pembuatan gambelan. Pembuatan gambelan melalui beberapa tahapan proses yaitu casting, forging dan heat treatment. Proses manufacturing gambelan sangat berpengaruh terhadap sifat mekanis yang dihasilkan. Casting merupakan salah satu proses manufaktur pada material logam yang dicairkan dan dicetak untuk menghasilkan sebuah produk dengan mendekati bentuk geometri produk. Penelitian ini menggunakan pengujian sifat mekanis khususnya kekerasan pada proses casting. Tahapan pada proses manufaktur casting, memiliki nilai yang hampir sama di ketiga nada, nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada nada dang dengan nilai 138,33 VHN dan pada nada dong memperoleh nilai kekerasan sebesar 137,23 VHN, pada nada ding memperoleh nilai kekerasan sebesar 138,40 VHN.

Kata Kunci : perunggu, casting, kekerasan

Abstract

Bronze is an alloy material of copper (Cu) with tin (Sn), generally bronze is the material used in making gambelan. Making gambelan goes through several process stages, namely casting, forging and heat treatment. The gambelan manufacturing process greatly influences the mechanical properties produced. Casting is a manufacturing process in which metal materials are melted and molded to produce a product that approximates the geometric shape of the product. This research uses testing of mechanical properties, especially hardness in the casting process. Stages in the process casting manufacturing, has almost the same value in all three tones, the highest hardness value is obtained in the dang tone with a value of 138.33 VHN and in the dong tone it obtains a hardness value of 137.23 VHN, in the ding tone it obtains a hardness value of 138.40 VHN.

Keywords: bronze, casting, hardness

1. Pendahuluan

Gambelan merupakan sebuah alat musik tradisional yang merupakan warisan budaya dari Bali, Jawa, dan Sunda, yang dalam sistem tangga nada slendro dan pelog menggunakan tangga nada pentatonis. Gambelan sangat berperan penting dalam pelaksanaan kegiatan budaya maupun upacara yang ada di Indonesia. Gambelan pada umumnya dibuat dengan cara pengecoran, penempaan dan heat treatment dengan menggunakan material perunggu [1].

Perunggu merupakan material paduan dari tembaga (Cu) dengan timah (Sn), pada material paduan perunggu komposisi timah sangat berpengaruh dalam menentukan sifat fisis yang akan dihasilkan dari perunggu tersebut [2]. Instrumen musik seperti gambelan dan lonceng sering menggunakan perunggu dengan komposisi 80%Cu dan 20%Sn. Paduan ini memiliki suara yang panjang dan sifat mekanis yang baik (low dumping vibration) [3].

Proses pembuatan gambelan melalui beberapa tahapan yaitu proses casting material perunggu kemudian lanjut pada proses forging gambelan yang bertujuan untuk pemadatan dan membuat profil pada bilah gambelan, terakhir melalui proses heat treatment yang bertujuan untuk melepaskan tegangan sisa [4].

Casting merupakan salah satu proses manufaktur pada material logam yang dicairkan dan dicetak untuk

menghasilkan sebuah produk dengan mendekati bentuk geometri produk [5]. Tujuan pengecoran adalah untuk menghasilkan produk yang baik, bebas cacat dan memiliki sifat-sifat mekanis seperti kekuatan, keuletan, kekerasan dan ketelitian dimensi [6]. Material perunggu memerlukan temperature lebur yaitu 950°C sampai dengan 1050°C. Temperatur tuang adalah salah satu faktor yang mempengaruhi sifat material selama proses pengecoran. Temperatur tuang pada proses pengecoran logam sangat berdampak pada sifat mekanis dan fisis material, sehingga material yang dihasilkan memiliki sifat mekanis dan fisis yang baik [6].

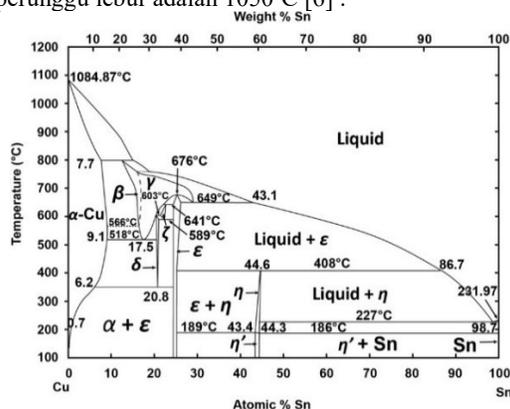
Berdasarkan latar belakang, dari penelitian sebelumnya belum terdapat penelitian sifat mekanis pada proses *casting* pembuatan gambelan, karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat mekanik material gambelan, khususnya kekerasan material gambelan.

2. Dasar Teori

2.1 Perunggu

Perunggu adalah material paduan dari tembaga (Cu) dengan Timah (Sn) , dimana pada material paduan perunggu komposisi timah sangat berpengaruh dalam menentukan sifat fisis yang akan dihasilkan dari perunggu [2]. Paduan tembaga dan timah yang ditambahkan dengan logam lain seperti seng, aluminium, silikon, fosfor, atau mangan. Memberikan perunggu sifat tertentu, elemen seperti

mangan, timah, dan fosfor yang ditambahkan. Misalnya, fosfor dan timbal ditambahkan untuk membuat perunggu lebih keras untuk tabung dan bagian mesin, sementara timbal ditambahkan untuk membuat cetakan lebih mudah. Suhu dimana perunggu lebur adalah 1050°C [6].



Gambar 1. Diagram Fasa Cu-Sn

2.1 Pengecoran

Pengecoran merupakan salah satu proses manufaktur melibatkan peleburan dan pencetakan logam untuk menghasilkan produk dengan bentuk geometri tertentu [4]. Tujuan pengecoran adalah untuk menghasilkan produk yang baik, bebas cacat dan memiliki sifat-sifat mekanis seperti kekuatan, keuletan, kekerasan dan ketelitian dimensi [6]. Proses pengecoran menghasilkan struktur dendrit yang terbentuk ketika logam cair membeku. Struktur dendrit terbentuk karena logam cair mendingin dan membeku dari luar ke dalam. Struktur dendrit pada Cu-Sn memiliki beberapa pengaruh sifat-sifat pada logam yang dicor. Struktur dendrit yang halus akan menghasilkan logam yang lebih kuat dan tahan lama. Struktur dendrit kasar akan menghasilkan logam yang rapuh atau getas.

2.2 Kekerasan

Kekerasan merupakan karakteristik mekanik material. Kekerasan suatu bahan terutama untuk bahan yang mengalami deformasi plastis dan gesekan akibat tekanan, adalah ketika suatu material diberikan gaya sehingga tidak dapat kembali ke bentuk semula. Kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi disebut kekerasan.

2.4.1 Kekerasan Vickers

Pengujian kekerasan vickers menggunakan penumbuk piramida intan, yang pada dasarnya berbentuk bujur sangkar, digunakan untuk menguji kekerasan vickers. Sudut yang membentuk jarak antara dua permukaan piramida adalah 136°, yang dipilih karena nilai ini hampir sama dengan nilai perbandingan yang diinginkan antara diameter lekukan dan diameter bola penumbuk pada uji kekerasan Brinell [7].



Gambar 2. Identor Vickers dan Bentuk Identasi

Angka kekerasan vickers dihitung dengan mengukur panjang diagonal jejak secara mikroskopik. Ini dihitung dengan persamaan berikut:

$$VHN = \frac{1,854 P}{D^2} \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

P = beban yang bekerja, kg

D = panjang diagonal rata-rata, mm

Karena jejak dibuat dengan penumbuk piramida geometris, uji Vickers tidak bergantung pada beban. Beban yang biasa digunakan untuk menguji kekerasan logam berkisar antara 1 hingga 120 kilogram.

3. Metode Penelitian

Adapun alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

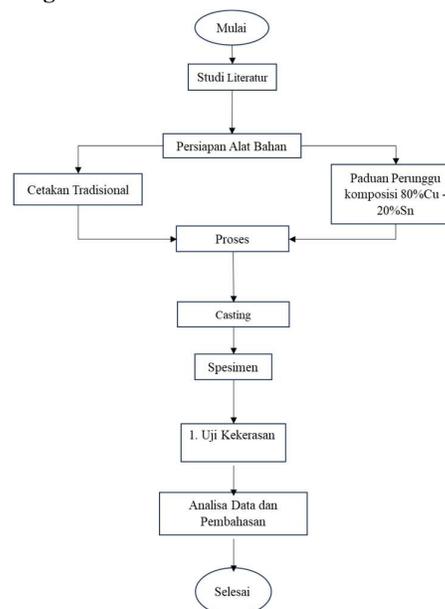
3.1 Alat

1. Dengan menggunakan bahan bakar arang, tungku krusibel memanaskan logam hingga mencair.
2. Termokopel Type K berfungsi untuk mengukur temperature peleburan.
3. Alat ukur untuk mengukur dimensi dan lebar.
4. Kowi untuk penuangan hasil peleburan kedalam cetakan

3.2 Bahan

Material perunggu dengan massa 1200 gram.

3.3 Diagram Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir

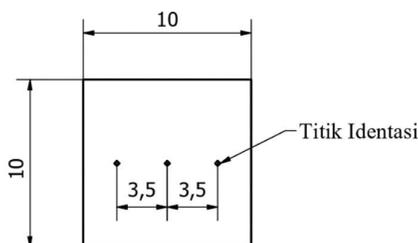
3.4 Metode Uji

Pengujian kekerasan vickers dilakukan dengan indenter piramida intan, besar sudut antar permukaannya adalah 136°. Proses pemeriksaan ini menggunakan standar ASTM E-92.

Adapun langkah – langkah dalam melakukan pengujian kekerasan vickers sebagai berikut :

1. Siapkan alat uji kekerasan vickers
2. Pasang indenter vickers
3. Letakkan spesimen di landasan dan atur tepat pada titik penetrasi
4. Putar handle beban, atur pada pembebanan 10 kgf pada posisi siap penetrasi
5. Putar sehingga permukaan spesimen menyentuh ujung indenter
6. Tarik handle beban dan lakukan pembebanan selama 15 detik
7. Atur posisi spesimen dan fokus lensa sehingga bekas indentasi muncul di layar
8. Hitung diagonal indentasi pada posisi datar dan tegak dengan mikroskop pengukur.
9. Masukkan data- data tersebut ke rumus pada persamaan
10. Ulangi proses pengujian pada spesimen lainnya.

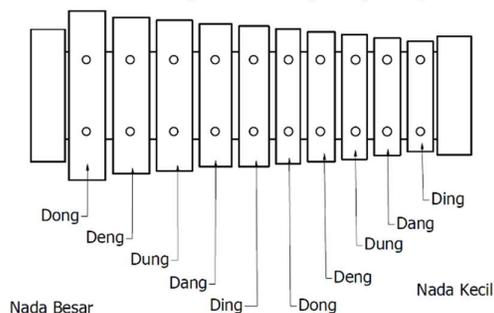
Proses pengujian kekerasan pada setiap spesimen hasil coran dilakukan pengujian sebanyak 3 titik indentasi, selanjutnya nilai kekerasan yang diambil pada satu spesimen merupakan rata – rata dari nilai hasil pengujian pada ketiga titik tersebut.



Gambar 4. Titik Identasi Uji Kekerasan

3.5 Proses Pembuatan Bilah Gambelan

Bilah gambelan didesain menggunakan autodesk inventor seperti dilihat pada pada gambar 5.



Gambar 5. Desain Bilah Gambelan Bali

Pada penelitian ini spesimen uji Kekerasan dilakukan pengambilan sampel di 3 nada yaitu dong, ding pada nada besar dan dang pada nada kecil di gambelan gangsa bali, yang memiliki ukuran berbeda disetiap nada. Pembuatan specimen menggunakan metode casting dengan cetakan tradisional. Paduan perunggu yang digunakan yaitu 80%Cu-20%Sn dan di cetak pada tiga nada yang berbeda yaitu nada dong,ding, dan dang.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Uji Kekerasan Vickers

Selanjutnya, data dari pengujian Hardness Vickers diolah untuk menghasilkan nilai kekerasan spesimen menggunakan persamaan berikut :

$$VHN = \frac{1,854 P}{D^2} \dots \dots \dots (2)$$

Perhitungan data kekerasan vickers pada spesimen pengecoran dicontohkan sebagai berikut.

Diketahui :

- P = 10 kg
- d1 = 0,24mm
- d2 = 0,48 mm
- Ditanya : VHN =?

Penyelesain :

Menghitung diagonal rata-rata d

$$D = \frac{d1+d2}{2}$$

$$= \frac{0,24+0,48}{2}$$

$$= 0,36$$

Menghitung HVN :

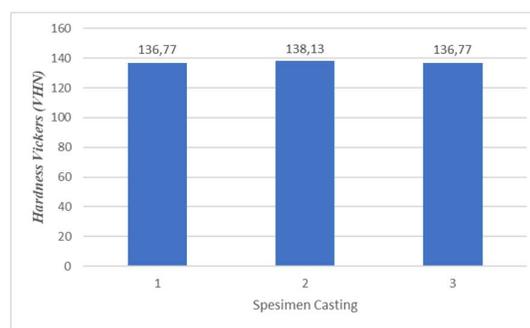
$$HVN = \frac{1,854 P}{D^2}$$

$$HVN = \frac{1,854 \times 10 \text{ kg}}{(0,36 \text{ mm})^2}$$

$$HVN = 143,06 \text{ kg/mm}^2$$

4.2 Hasil Data Pengujian Vickers

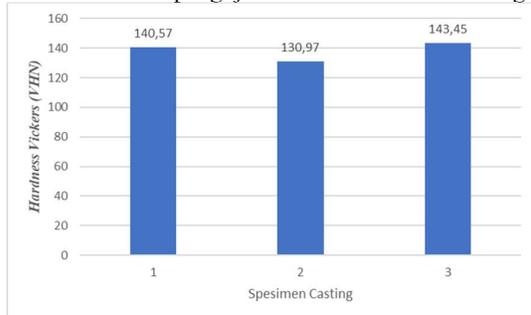
4.2.1 Hasil Data pengujian Vickers Pada Nada Dong



Gambar 6. Grafik Pengujian Kekerasan Vickers Spesimen Nada Dong

Pada gambar 6 menunjukkan nilai kekerasan spesimen 2 lebih tinggi dengan nilai 138,13 kg/mm² dari pada spesimen 1 dengan nilai 136,77 kg/mm² dan 136,77 kg/mm² pada spesimen 3

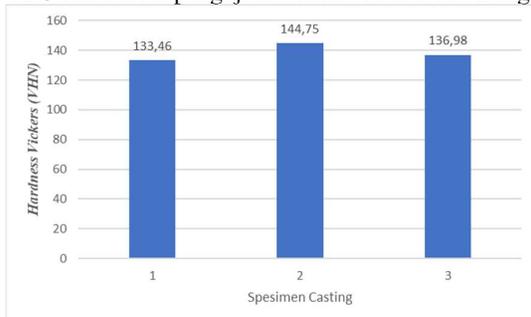
4.2.2 Hasil Data pengujian Vickers Pada Nada Ding



Gambar 7. Grafik Pengujian Kekerasan Vickers Spesimen Nada Ding

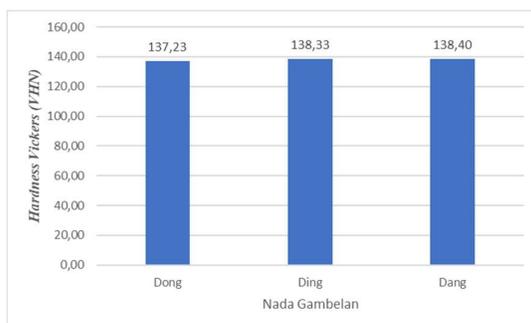
Pada gambar 7 menunjukkan nilai kekerasan spesimen 3 lebih tinggi dengan nilai 143,45 kg/mm² dari pada specimen 2 dengan nilai 130,97 kg/mm² dan 140,57 kg/mm² pada specimen 1

4.2.3 Hasil Data pengujian Vickers Pada Nada Dang



Gambar 8. Grafik Pengujian Kekerasan Vickers Spesimen Nada Dang

Pada gambar 8 menunjukkan nilai kekerasan spesimen 2 lebih tinggi dengan nilai 144,75 kg/mm² dari pada specimen 1 dengan nilai 133,46 kg/mm² dan 136,98 kg/mm² pada specimen 3.



Gambar 9. Grafik Rata-Rata Pengujian Kekerasan Vickers

Berdasarkan data dari pengujian kekerasan Vickers pada specimen bilah gambelan di tiga nada, nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada nada dang dengan nilai 138,40 kg/mm² dan kekerasan terkecil diperoleh pada nada dong dengan nilai 137,23 kg/mm². Peningkatan nilai kekerasan ini diakibatkan

spesimen memiliki ukuran cetakan yang berbeda dari ke tiga nada yang diuji.

5. Kesimpulan

Hasil penelitian menghasilkan kesimpulan berikut:

Tahapan pada proses manufaktur casting, memiliki nilai yang hampir sama di ketiga nada, nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada nada dang dengan nilai 138,40 VHN dan pada nada dong memperoleh nilai kekerasan sebesar 137,23 VHN, pada nada ding memperoleh nilai kekerasan sebesar 138,33 VHN.

Daftar Pustaka

- [1] Kristanto, A. (2010). Studi kuantitatif urutan proses pembuatan gamelan jenis bonang pelog nada 1 (siji).
- [2] Slamet, S., & Suyitno, S. (2017). Pengaruh Komposisi dan Temperatur Ruang terhadap Fluiditas Paduan Perunggu Timah Melalui Investment Casting. *Prosiding SNATIF*, 655–660.
- [3] Sugita, I., & Astawa, K. (2016). Studi Dendrite Arm Spacing (Das) Dan Akustik Pada Pengecoran Perunggu 20% Sn Sebagai Bahan Gamelan. *Buletin Udayana Mengabdikan*, 15(1), 44–49.
- [4] Azhar, O. F., Kurniawan, A., & Radhitanti, A. (2018). Perancangan Buku Pengetahuan Populer Mengenai Proses Pembuatan Gamelan Sunda Bah Omo di Wilayah Cimahi, Jawa Barat. *Jurnal Rekamakta Institut Teknologi Nasional*.
- [5] Hermawan, P. S., Purwanto, H., & Respati, S. M. B. (2013). Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Pada Pengecoran Squeeze Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Produk Sepatu Kampas Rem Dengan Bahan Aluminium (Al) Silikon (Si) Daur Ulang. *Majalah Ilmiah Momentum*, 9(2).
- [6] Wigangga, M. S. 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. *Jurnal Ilmiah TEKNIK DESAIN MEKANIKA Vol. No. 1*, 7.
- [7] Shomad, M. A., Wisnujati, A., & Mudjijana, M. (2022). Karakterisasi Pengecoran Paduan Al-Si-TiB dengan Variabel Suhu Die Casting. *Rekayasa*, 15(3), 300–307

	<p>Dewa Nyoman Tri Astawa Putra menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana, program studi Teknik Mesin.</p>
<p>Bidang penelitian yang menjadi konsentrasi adalah Sistem Manufaktur.</p>	