

Pengaruh Perlakuan Panas Pada Perubahan Frekuensi Natural Dan Struktur Mikro Bilah Gamelan “Gangsa”

Komang Surya Purnama Adi, I Ketut Gede Sugita, I G N Priambadi
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Penggunaan perunggu sebagai bahan gamelan adalah perunggu memiliki kekuatan dan ketangguhan tinggi, tahan terhadap korosi, bebas dari kemungkinan terjadinya *season cracking*, tahan terhadap aus dan dalam keadaan cair. Proses pembuatan bilah gangsa adalah persiapan bahan, melakukan penimbangan terhadap campuran tembaga dan timah putih, proses pengecoran, dan proses forging. Paduan ini memiliki daya alir yang tinggi sehingga mudah dicor. Perunggu adalah menjadi bahan pilihan utama dalam pembuatan gamelan, namun masalah yang sering terjadi pada gamelan adalah akibat forging ada tegangan sisa yang menyebabkan perubahan suara. Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan pengaruh temperatur pemanasan terhadap perubahan bunyi pada perunggu 77%Cu-23%Sn dengan mengukur frekuensi natural. Pada penelitian ini difokuskan untuk menganalisa pengaruh pemanasan pada pembuatan perunggu komposisi 77%Cu-23%Sn. Tujuan penelitian adalah memperbaiki pengaruh tegangan sisa terhadap suara gamelan. Metode eksperimen telah dilakukan untuk mengukur kualitas suara dari gangsa dengan menguji setiap bilah sebanyak 5 kali pengujian. Secara umum dengan perlakuan panas suara gamelan meningkat tetapi belum stabil. Pada analisa struktur mikro semakin banyak porositas dan semakin sedikit butiran kristal maka frekuensinya menurun.

Kata Kunci: Temperatur, Perlakuan Panas, Waktu Penahanan, Frekuensi Natural, dan Struktur Mikro.

Abstract

The use of bronze as a gamelan material is bronze has high strength and toughness, is resistant to corrosion, free from the possibility of *season cracking*, resistant to wear and in a liquid state. The process of making gangsa slats is to prepare the ingredients, weigh the mixture of copper and tin, the casting process, and the forging process. These alloys have high flowability so they are easily casted. Bronze is the main choice in making gamelan, but the problem that often occurs in gamelan is due to forging there is residual stress that causes sound changes. This study aims to show the effect of heating temperature on sound change on 77% bronze Cu-23% Sn by measuring natural frequency. In this study focused on analyzing the effect of heating on making bronze compositions of 77% Cu-23% Sn. The research objective is to improve the effect of residual stress on gamelan sound. Experimental methods have been carried out to measure sound quality from gangsa by testing each blade for 5 times. In general, the heat treatment of gamelan sounds increases but is not yet stable. In microstructure analysis, the more porosity and the less the crystal grain, the frequency decreases

Keywords: Temperature, Heat Treatment, Detention Time, Natural Frequency, and Micro Structure.

1. Pendahuluan

Saat ini penggunaan perunggu dalam kehidupan sehari-hari sudah sedemikian pesat. Menurut Suherman (1987) perunggu memiliki kekuatan dan ketangguhan tinggi, tahan terhadap korosi, bebas dari kemungkinan terjadinya *season cracking*, tahan terhadap aus dan dalam keadaan cair paduan ini memiliki daya alir yang tinggi sehingga mudah dicor. Hal ini juga ditegaskan oleh (Sugita, 2012) perunggu adalah paduan antara tembaga dan timah putih sebagai paduan utamanya. Paduan ini merupakan paduan tertua yang dikenal oleh peradaban manusia. Keunggulan tersebut pada bidang seni perunggu banyak dimanfaatkan sebagai alat music gangsa, gender, gong, dan lain-lain. Penggunaan perunggu pada gamelan sangat penting karena selain sifat mekanis perunggu juga memiliki sifat fisis yaitu

mampu menghasilkan suara. Kelemahan yang sering menjadi kendala adalah perunggu bersifat getas karena pada penggunaannya sering dipukul-pukul, hal ini merupakan permasalahan utama pada gamelan tradisional.

Bertitik tolak dari hasil pengujian eksperimen yang telah dilakukan terhadap gamelan tradisional, didapat satu permasalahan yang penting untuk diteliti lebih lanjut, yaitu pelepasan tegangan sisa. Tegangan sisa (*residual stress*) adalah tegangan yang tetap berada pada material meskipun beban luar (*external load*) dilepas dari material tersebut. Tegangan sisa dapat ditimbulkan dari aktivitas thermal maupun akibat deformasi (*Whiters dan Badhesia, 2001*). Pada proses pembuatan alat musik yang dilakukan dengan tempa hampir dapat dipastikan terdapat tegangan sisa. Selama penggunaan alat musik,

tegangan sisa ini dilepaskan sehingga akan menurunkan sifat mekanik dan merubah nada gamelan tersebut. Metode yang digunakan untuk dapat mewujudkan pada penelitian ini diujikan pada bilah “gangsa” adalah perlakuan panas suhu temperatur 200, 300, 400 dan 500°C dengan waktu penahanan 30, 60, 90, dan 120 menit. Tujuan secara umum penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas dan waktu penahanan terhadap frekuensi dan stuktur mikro bilah gamelan. Selanjutnya kualitas dan kuantitas dari coran dilakukan pengujian metalografi menggunakan mikroskop.

2.Material

Pada proses pembuatan Gamelan Bali terdapat sebuah proses pengecoran sebelum proses pengecoran dimulai baiknya diawali dengan tahapan menyiapkan bahan dasar gambelan, agar menghasilkan hasil pengecoran yang baik maka diperlukan sebuah bahan dasar yang baik pula seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Dalam proses tersebut terdapat beberapa bahan dasar yang digunakan untuk membuat sebuah coran gambelan. Bahan dasar yang digunakan adalah paduan tembaga dan timah putih.



Gambar 1. Peleburan Bahan

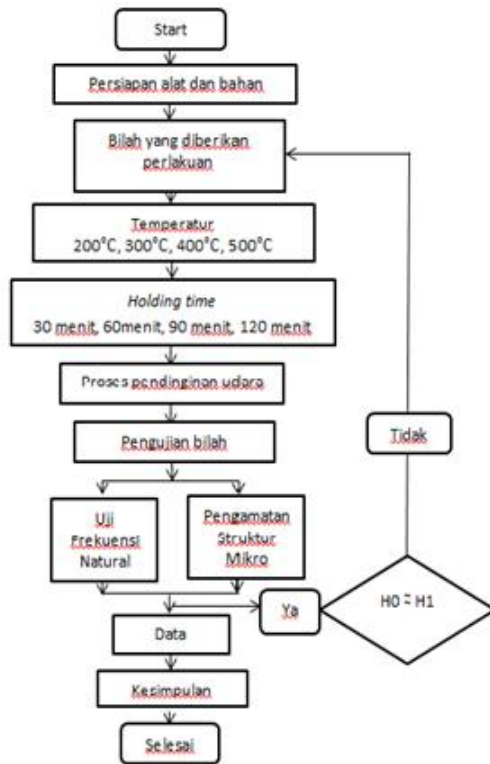
Perunggu merupakan paduan antara tembaga (Cu) dan timah (Sn) dalam arti sempit. Tetapi dalam arti luas perunggu berarti paduan tembaga, timah putih, aluminium, silikon dan berilium. Disamping itu paduan utama di atas juga biasanya mengandung sedikit posfor, timah hitam, seng atau nikel.



Gambar 2. Hasil Pengecoran Bilah Gamelan

Bilah gamelan yang digunakan adalah bilah gangsa yang sudah di forging. Gambar 2 contoh bilah gamelan gangsa yang digunakan untuk penelitian frekuensi

berjumlah 4 buah yang sudah lengkung dan 2 bilah yang belum dilengkungkan akan dipotong-potong menjadi 16 bagian untuk uji struktur mikro.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3. Perlakuan Panas

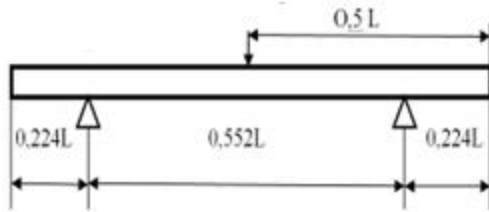
Pemanasan bilah gamelan dan potongan bilah dengan temperatur 200, 300, 400 dan 500°C dengan waktu *holding time* 30, 60, 90 dan 120 menit. Gambar 4 adalah contoh dapur yang digunakan. Setelah melakukan pemanasan, bilah yang sudah dipanaskan dibiarkan mendingin. Proses pendinginan ini dilakukan menggunakan media pendingin dari udara sekitar. Selanjutnya potongan bilah ditandai sesuai dengan temperatur dan waktu untuk diuji struktur mikro.



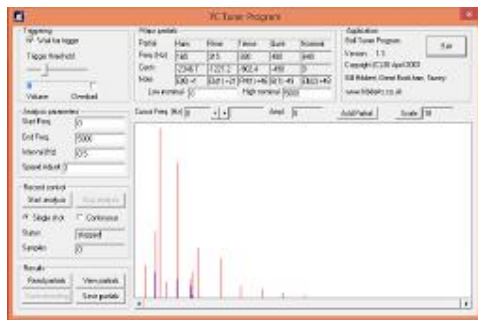
Gambar 4. Dapur Pemanas

4. Frekuensi Natural

Frekuensi natural (*natural frequency*) adalah frekuensi alami yang dibangkitkan oleh suatu benda jika benda tersebut digetarkan. Metode pengukuran frekuensi natural menggunakan set-up alat pengukuran frekuensi natural. Spesimen uji dipasang pada ukuran jarak antara dukungan menggunakan standar ASTM E 1876-01 seperti pada gambar 5. Spesimen dipukul (digetarkan) dengan cara memukulnya lalu direkam dengan Software PC Tuner Program seperti gambar 6.



Gambar 5. Jarak dukungan specimen uji frekuensi (ASTM E 1876-01)



Gambar 6. Software PC Tuner Program

5. Struktur Mikro

Spesimen dihaluskan permukaannya menggunakan amplas dengan tingkat kehalusan dari 400, 600, 800, 1000, 1500, 2000 CC - Cw., menggosok specimen pada suatu polishing wheels, benda uji dietching dengan menggunakan larutan campuran antara 50 ml HNO₃ dan 50 ml H₂O_(a), bersihkan dengan



Gambar 7. Mikroskop Optik XJP-407

alkohol kemudian dikeringkan, menggunakan mikroskop dengan spesifikasi mikro photo seperti gambar 7, letakan benda uji di atas meja pengamatan, dan pasang kamera photo di atas mikroskop optic.

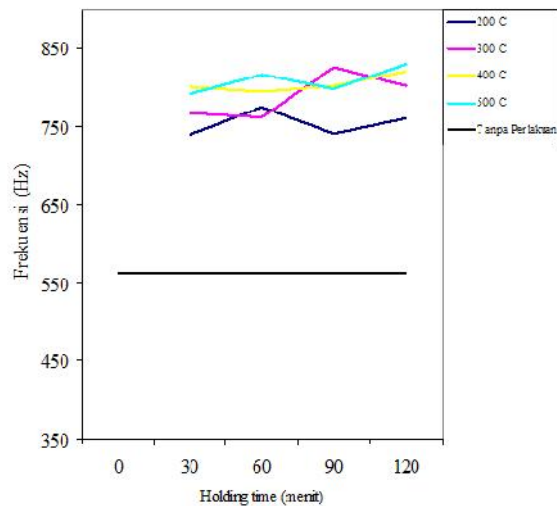
6. Hasil dan Pembahasan

Dari proses pengukuran uji frekuensi natural dengan menggunakan variasi waktu penahanan (*holding time*) dan temperatur. Penelitian ini dilakukan dengan cara memberikan perlakuan panas serta memberi variasi waktu *holding time* dan temperatur dan didinginkan dengan media udara sekitar.

Tabel 1. Tabel Rata-rata Uji Frekuensi

Proses Perlakuan Panas	Holding Time (menit)			
	30 menit	60 menit	90 menit	120 menit
Perlakuan Panas 200°C	739.5 Hz	775 Hz	741 Hz	761 Hz
Perlakuan Panas 300°C	767 Hz	761.5 Hz	826 Hz	802 Hz
Perlakuan Panas 400°C	800.5 Hz	795 Hz	836 Hz	820.5 Hz
Perlakuan Panas 500°C	791.5 Hz	816.5 Hz	798 Hz	830 Hz
Tanpa Perlakuan Panas	563 Hz			

Dari tabel 1, dapat dinyatakan bahwa pada perunggu 77%Cu-23%Sn frekuensi yang terjadi belum stabil.

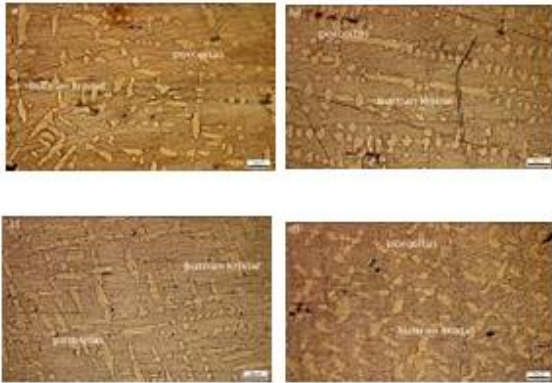


Gambar 8. Grafik Uji Frekuensi

Dari grafik gambar 8 diatas dapat kita ketahui pengaruh perbedaan *holding time* terhadap perubahan nilai frekuensi natural pada perunggu 77%Cu-23%Sn. Pada spesimen bilah kontrol menunjukkan nilai frekuensi sebesar 563 Hz, berarti frekuensi dalam setiap temperatur belum mengalami kestabilan. Perubahan Frekuensi Natural pada tiap *holding time* tersebut

disebabkan ukuran butir dari struktur mikro, hal ini terlihat pada gambar struktur mikro sebagai berikut,

1. Temperatur 200°C



Gambar 9. Struktur Mikro Temperatur 200°C

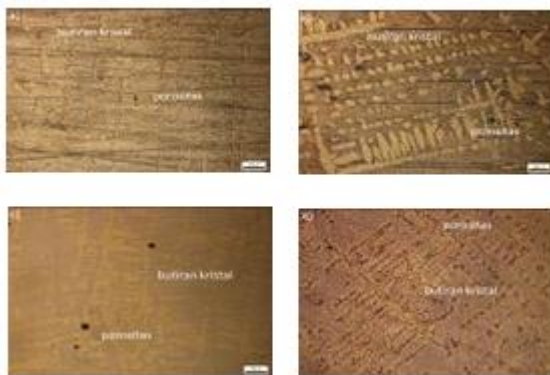
Gambar 9 a) Struktur mikro temperatur 200°C *holding time* 30 menit.

Gambar 9 b) Struktur mikro temperatur 200°C *holding time* 60 menit.

Gambar 9 c) Struktur mikro temperatur 200°C *holding time* 90 menit.

Gambar 9 d) Struktur mikro temperatur 200°C *holding time* 120 menit.

2. Temperatur 300 °C



Gambar 10. Struktur Mikro Temperatur 300°C

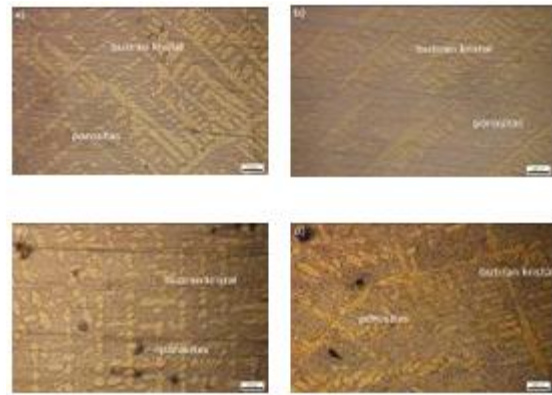
Gambar 10 a) Struktur mikro temperatur 300°C *holding time* 30 menit.

Gambar 10 b) Struktur mikro temperatur 300°C *holding time* 60 menit.

Gambar 10 c) Struktur mikro temperatur 300°C *holding time* 90 menit.

Gambar 10 d) Struktur mikro temperatur 300°C *holding time* 120 menit.

3. Temperatur 400°C



Gambar 11. Struktur Mikro Temperatur 400°C

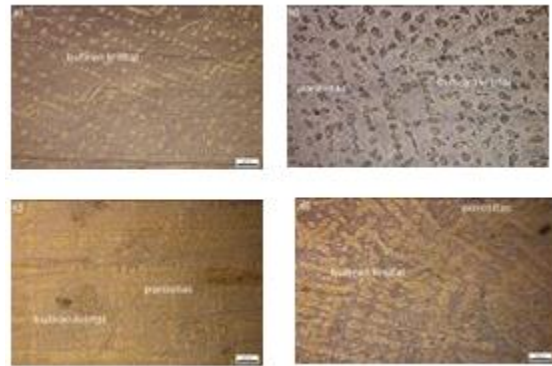
Gambar 11 a) Struktur mikro temperatur 400°C *holding time* 30 menit.

Gambar 11 b) Struktur mikro temperatur 400°C *holding time* 60 menit.

Gambar 11 c) Struktur mikro temperatur 400°C *holding time* 90 menit.

Gambar 11 d) Struktur mikro temperatur 400°C *holding time* 120 menit.

4. Temperatur 500°



Gambar 12. Struktur Mikro Temperatur 500°C

Gambar 12 a) Struktur mikro temperatur 500°C *holding time* 30 menit.

Gambar 12 b) Struktur mikro temperatur 500°C *holding time* 60 menit.

Gambar 12 c) Struktur mikro temperatur 500°C *holding time* 90 menit.

Gambar 12 d) Struktur mikro temperatur 500°C *holding time* 120 menit.



Gambar 13. Struktur Mikro Bilah Kontrol

Gambar 13 pada bilah kontrol porositasnya hampir tidak terlihat dan butiran-butiran kristalnya walaupun terlihat kecil, namun nampak lebih merata.

7. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh pelakuan panas pada perubahan frekuensi natural dan struktur mikro bilah gamelan”gangsa” pada perunggu 77%Cu-23%Sn dengan temperatur 200°C, 300°C, 400°C, dan 500°C dan *holding time* 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit dapat disimpulkan, penelitian menunjukkan bahwa pengaruh variasi temperatur dan *holding time* menyebabkan frekuensi meningkat dibandingkan bilah control, penelitian frekuensi natural belum stabil, pada foto struktur mikro dapat disimpulkan semakin besar volume butiran-butiran kristalnya, frekuensinya (Hz) meningkat, pada foto struktur mikro semakin banyak porositasnya dan semakin sedikit volume butiran kristalnya, maka frekuensi (Hz) menurun.

Daftar Pustaka

[1] Blogku Pengertian *Annealing* [pindriiawan.blogspot.com/2016/03/ pengertian -annealing.html] (Diakses: 4:06 pm, tanggal 5 Februari 2018).

[2] Beards, C.F., (1996), *Structural Vibration: Analysis and Damping*, John Willey & Sons, New York.

[3] Callister, W., D (2007), *Materials Science and Engineering : An Introductions*. Wiley Asia Student Edition, John Wiley & Sons, Inc., 7th Edition, Salt Lake City, Utah, USA

[4] Iriyanto, G (2010), *Pengaruh Variasi Terhadap Temperatur Perlakuan Panas (Annealing) Terhadap Perubahan Frekuensi Natural Pada Perunggu (80%Cu-20%Sn)*

[5] *Heat Treatment (perlakuan panas) Ilmu Teknik Mesin* [sefnath.blogspot.co.id/2013/09/perlakuan-panas-heat-treatment.html] (Diakses 3:52 pm, tanggal: 5 Februari 2018).

[6] Muryawan, S,M, (2006), *Pengaruh Holding Time Dan Variasi Campuran Perunggu Gamelan Bali Terhadap Sifat Ketangguhan Retak*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jimbaran-Bali.

[7] *Normalizing* [http://aziscahyono.blogspot.co.id/2015/12/perlakuan-panas-teknik-mesin-normalizing.html] (Diakses: 4:01 pm, tanggal 5 Februari 2018).

[8] Priambadi, IGN, IKG Sugita,. (2016). *Aplikasi Mesin Forging Ergonomis Dalam Upaya Meminimalkan Kegagalan Produk Pada Proses Produksi Gamelan Bali*. Hibah Bersaing.

[9] Priambadi, IGN, IKG Sugita, K, CI Putri Kusuma, IGN Nitya Santhiarsa, (2012). *The Effect of Forging Process on the Fracture Toughness and Hardness of Bronze as Gamelan Instrument Material*. Jurnal Energi Dan Manufaktur.

[10] *Proses Quenching* [widimaterial.blogspot.com/2015/03/proses-quenching.html] (Diakses: 4:10 pm, tanggal 5 Februari 2018).

[11] Sconmetz Gruber, (1985), *Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam*, Angkasa, Bandung

[12] Sriati Djaprie, (1981), *Ilmu dan Teknologi Bahan, edisi empat*, alih bahasa Ny Sriati Djaprie, Erlangga, Jakarta.

[13] Sugita, I Ketut Gede. (2012) *Rekayasa Perunggu Silikon Sebagai Pengganti Perunggu Timah Putih dengan Variasi Komposisi, Laju Pembekuan dan Proses Anil untuk Mendapatkan Sifat Akustik dan Mekanik yang Lebih Baik*. Jurnal Penelitian. Universitas Gaadjah Mada. Yogyakarta.

[14] Suherman, Wahid. (1987). *Pengetahuan Bahan*. Surabaya.

[15] Surdia, T. dan Chijjiwa, K, (1986), *Teknik Pengecoran Logam, edisi ketujuh*, Pradnya Paramita, Jakarta.

[16] Suwondo (2010), *Pengaruh Variasi Waktu Penahanan (Holding Time) Annealing Terhadap Perubahan Frekuensi Natural Pada Perunggu (80%Cu-20%Sn)*

[17] Thomson, William T., (1993), *Theory Of Vibration with Applications*, Fourtir Perfomance, Prentice Hall, New Jersey.

[18] Withers dan bhadesi, (2001) "*Residual Stress Part 1 - Measurement Techniques*" Materials Science and Technology.



Komang Surya Purnama Adi, menyelesaikan studi program sarjana di Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2015 sampai 2018. Ia menyelesaikan studi program sarjana dengan topic penelitian Perlakuan Panas Terhadap Frekuensi Natural dan Struktur Mikro. Area penelitian yang diminati Rekayasa Manufaktur