

## Perancangan Pengering Bambu Resonator Gamelan dengan Memanfaatkan Limbah Termal Peleburan Bahan Gamelan

**IGN.Priambadi<sup>1)\*</sup>, I Ketut Gede Sugita<sup>2)</sup>, Ketut Astawa<sup>3)</sup>, AAIA.Sri  
Komaladewi**

<sup>1,2,3,4)</sup> **Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran**

**e-mail : [priambadi.ngurah@yahoo.com](mailto:priambadi.ngurah@yahoo.com), [sgita\\_03@yahoo.com](mailto:sgita_03@yahoo.com),  
[awatsa@yahoo.com](mailto:awatsa@yahoo.com), [komaladewijegeg@yahoo.com](mailto:komaladewijegeg@yahoo.com)**

Gamelan Bali merupakan instrumen musik tradisional yang keberadaannya terkenal sampai ke mancanegara. Proses pembuatan alat musik ini dikerjakan secara tradisional yang dimulai dari pembuatan komposisi paduan perunggu, peleburan, penempaan serta pembentukan nada dasar. Peleburan perunggu sebagai bahan gamelan, menghasilkan gas buang yang memiliki energi panas yang cukup tinggi. Panas sisa peleburan, terbuang di lingkungan sekitar. Upaya memanfaatkan potensi energi panas yang terbuang tersebut sebenarnya sudah dilakukan oleh masyarakat perajin gamelan sebagai energi untuk mengeringkan bambu resonator bahan gamelan. Pengeringan dilakukan dengan cara menumpuk bambu resonator di ruang peleburan. Melihat dari permasalahan tersebut, maka diupayakan membuat alat pengering bambu resonator yang dapat memanfaatkan panas sisa peleburan secara optimal serta aman terhadap resiko kebakaran. Berdasarkan hasil analisa terhadap performansi alat pengering ternyata memberikan hasil yang cukup signifikan.

### *Abstract*

*Gamelan is a traditional musical instrument whose existence is well known to foreign countries. The process of making this instrument traditionally done starting from the manufacture of bronze alloy composition, melting, forging and forming the basic tone. Smelting bronze as a gamelan, produce exhaust gases that have a high enough heat energy. Heat the rest of smelting, wasted in the neighborhood. Efforts to harness the energy potential of waste heat is actually done by the community artisans gamelan as energy for drying bamboo gamelan resonator material. Drying is done by piling bamboo resonators in smelting chamber. Seeing these problems, then attempted resonator made of bamboo dryer that can utilize the residual heat of fusion in an optimal and safe against fire risk. Based on the analysis of the performance of the dryer turns giving significant results.*

**Keywords:** Gamelan, resonator, drying, melting, thermal was

### **Pendahuluan**

Desa Tihingan merupakan desa sentra Industri Gamelan Bali berbahan perunggu. Desa Tihingan berada di Kecamatan Banjarangkan, Kabupaten Klungkung. Dari Kota Semarapura yang berjarak sekitar 3 km ke arah barat. Sebagian besar (90%) penduduk desa Tihingan berprofesi sebagai perajin gamelan [1]. Keahlian masyarakat Tihingan dalam pembuatan gamelan,

menjadikan nama desa tersebut terkenal sehingga dijadikan sebagai salah satu daerah kunjungan wisata di Kabupaten Klungkung. Selain gamelan, mereka juga membuat semarpegulingan, gender wayang, kelentang/angklung dan lain sebagainya. Keahlian dalam membuat gamelan ini telah diwariskan secara turun menurun oleh leluhur mereka yang telah berabad-abad lamanya terkenal sebagai Pande Gamelan dari Desa

Tihingan. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan katutnya nama para pande Tihingan pada barungan-barungan gamelan yang ada di desa-desa. Gamelan Bali yang mempunyai ciri khusus telah menyebar keseluruh tanah air, bahkan di luar negeri.

Eksistensi industri kerajinan gamelan merupakan tanggung jawab bersama dalam upaya peningkatan ekonomi masyarakat ditengah persaingan ekonomi global. Usaha efisiensi produk sangat penting dilakukan untuk menghasilkan produk yang berdaya saing. Resonator bambu merupakan bagian/element yang sangat penting dalam perangkat gamelan. Resonator berfungsi untuk menguatkan suara bilah yang dibangkitkan. Resonator sebagai penguat bunyi terbuat dari bambu, dan berbentuk silinder. Resonator berfungsi sebagai penyimpan akustik dan oscillator untuk menguatkan dan memperpanjang durasi bunyi dari bilah gamelan. Resonansi akustik dipengaruhi oleh jenis dan volume udara yang bergetar di dalam resonator tersebut. Metode pengeringan bambu resonator yang dilakukan oleh perajin sangatlah tradisional. Tidak ada metode yang jelas yang digunakan dalam proses ini. Perajin biasanya menumpuk bambu-bambu resonator di dekat dapur peleburan. Debu-debu pembakaran dalam proses peleburan berterbangan kemudian menempel pada bambu resonator yang dikeringkan. Sebagai akibat proses ini adalah kualitas kekeringan bambu resonator rendah. Dalam pengamatan di lapangan, cukup banyak ditemukan resonator bambu mengalami pecah, menyusut dan mudah lapuk. Aktivitas ini akan mengembangkan metode pengeringan bambu resonator dengan sistem open. Panas yang digunakan adalah panas buang hasil peleburan yang terbuang percuma.

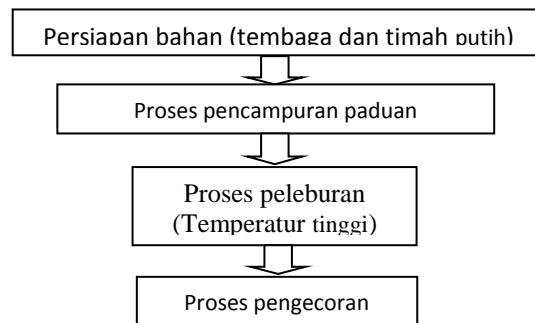
## Metode

### Proses Peleburan



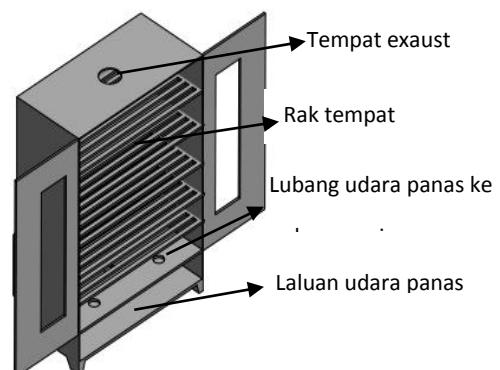
Gambar 1. Proses Peleburan

Proses pembuatan gamelan dimulai dengan beberapa tahapan, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Proses peleburan dimulai dari pencampuran antara tembaga dan timah putih. Paduan ini dilebur dalam dapur peleburan hingga mencapai temperatur diatas peleburan perunggu  $1085^{\circ}\text{C}$  [2]. Paduan perunggu Pada temperatur tersebut, paduan akan mencair yang kemudian dituang pada cetakan. Adapun langkah-langkahnya seperti diperlihatkan pada Gambar 2



Gambar 2 Langkah Peleburan

### Bentuk Desain Alat Pengering



Gambar 3. Alat Pengering

Proses pengeringan bambu resonator sebagai komponen gamelan yang dilakukan selama ini merupakan proses yang dilakukan secara tradisional. Proses ini mengalami hambatan yang sangat signifikan, yaitu memerlukan waktu yang sangat lama dan kualitas pengeringan yang tidak merata. Melalui alat pengering ini dimana panas yang dihasilkan dalam proses peleburan perunggu sebagai bahan gamelan, menghasilkan gas buang yang memiliki energi panas yang cukup tinggi. Panas sisa peleburan, terbuang di lingkungan sekitar. Upaya memanfaatkan potensi energi panas yang terbuang tersebut sebenarnya sudah dilakukan oleh masyarakat perajin gamelan sebagai energi untuk memanaskan bambu resonator bahan gamelan.

### Cara Kerja Alat Pengering

Cara kerja alat pengering adalah memanfaatkan energi panas buang yang dihasilkan oleh tungku peleburan gamelan. Alat pengering bersifat fleksibel, bisa dipindah berdasarkan jarak yang aman bagi pekerja. Energi panas diambil dari panas tungku yang terdistribusi di tempat kerja perajin. Proses pengeringan menggunakan metode sirkulasi alamiah, yaitu adanya perbedaan temperatur antara panas buang dari tungku yang masuk ke alat pengering dengan lubang pembuangan. Panas yang telah melewati rak-rak pengering yang ada pada alat selanjutnya di buang ke lingkungan melalui bantuan exaust fan.

### Aliran Udara Panas

Aliran udara menuju alat pengering mengikuti persamaan gas ideal :

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (1)$$

dimana

$p$  = tekanan udara ( $N/m^2$ )

$V$  = Volume udara ( $m^3$ )

$n$  = jumlah mol gas

$R$  = tetapan umum gas  $8314 \text{ J/kmol K}$   
( $0,082 \text{ L atm/mol K}$ )

$T$  = temperatur (K)

### Perpindahan sejumlah energi secara konduksi

Perambatan energi akan mengalir secara konduksi melalui dinding mulut tungku yang mempunyai temperatur tinggi ke dinding ruang penampungan dengan persamaan [3]:

$$Q_{con} = K \cdot A (T_1 - T_2) / L \quad (2)$$

dimana :

$Q_{con}$  = aliran panas konduksi dari mulut tungku ke dinding ruang penampungan udara yang terbuat dari bata tahan api ( $\text{W/m}^2\text{K}^{-1}$ )

$K$  = Konduktivitas termal bata tahan api ( $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ )

$A$  = luasan daerah panas ( $\text{m}^2$ )

$T_1 - T_2$  = perbedaan temperatur (K)

$L$  = ketinggian ruang penampungan udara, sesuai letak probe dari termokopel

### Perpindahan sejumlah energi secara konveksi

Perpindahan sejumlah energi secara konveksi terjadi dari dinding ke ruang penampungan udara dengan persamaan [4]:

$$Q_{conv} = h_{ch} A (T_1 - T_2) \quad (3)$$

dimana :

$h_{ch}$  = koefisien konveksi ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )

$A$  = luas daerah kontak dinding dengan ruang penampungan udara ( $\text{m}^2$ )

$T_1$  = temperatur pada dinding ruang penampungan udara (K)

$T_2$  = Temperatur ruang penampungan udara (K)

### Perpindahan sejumlah energi secara radiasi

Perpindahan sejumlah energi secara radiasi terjadi akibat panas yang mengalir dari mulut tungku ke alat pengering dimana kondisi ini dapat dihitung dengan persamaan [5]:

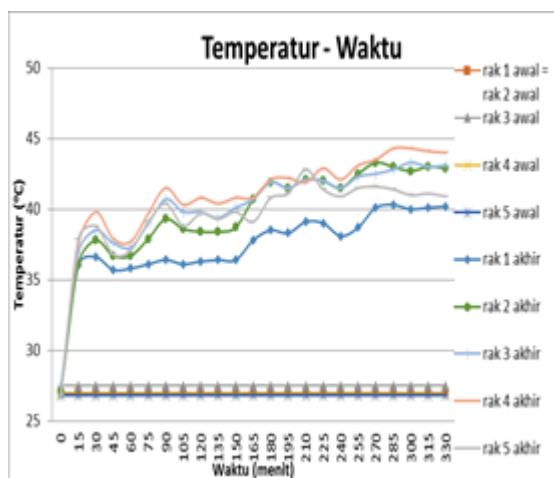
$$Q_{rad} = \varepsilon \sigma (\Delta T)^4 \text{ (kW)} \quad (2)$$

dimana :

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \text{factor emisi untuk material} \\ \sigma &= \text{konstanta bolzman } (5,72 \times 10^{-5}) \text{ kW} \\ \text{m}^{-2}\text{K} \\ \Delta T &= \text{perbedaan temperatur (K)}\end{aligned}$$

## Hasil dan Pembahasan

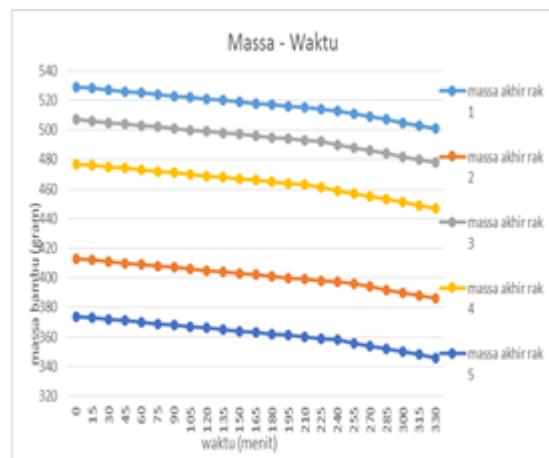
Pengeringan dapat dilakukan apabila perajin melakukan aktivitas melebur (*melting*) paduan perunggu atau saat melakukan penempaan (*forging*) bilah gamelan. Hasil pengukuran saat melebur temperatur di tempat kerja rata-rata  $43,5^{\circ}\text{C}$  sedangkan pada saat penempaan temperatur rata-rata  $29,6^{\circ}\text{C}$ . Selanjutnya dilakukan pengukuran melalui termokopel yang dipasang pada masing-masing rak. Proses pengukuran dilakukan pada proses peleburan sampai hari ke 5. Adapun hasilnya dapat dilihat seperti pada Grafik 1.



Grafik 1. Hubungan temperatur rak – waktu proses

Berdasarkan Grafik 1 menunjukkan bahwa temperatur awal pada rak 1 – 5 yaitu antara  $26 - 27^{\circ}\text{C}$ . Temperatur akhir pada rak 1 – 5 terjadi peningkatan suhu yang diukur setiap 15 menit sampai pada menit ke 330. Temperatur pada rak 4 memiliki suhu yang paling tinggi yaitu sebesar  $44,0^{\circ}\text{C}$  sedangkan temperatur pada rak 1 suhu yang paling rendah sebesar  $40,2^{\circ}\text{C}$  bila dibandingkan dengan rak yang lainnya. Hal ini kemungkinan disebabkan karena rak 1 berada paling bawah dan rak 4 berada di atas karena

udara panas dari tungku naik ke atas. Jadi temperatur pada rak 4 lebih banyak mendapat paparan sejumlah energi radiasi dari tungku. Temperatur pengeringan terhadap bambu maksimum  $85^{\circ}\text{C}$ , jika melebihi, maka bambu akan pecah [6].



Grafik 2. Hubungan massa bambu – Waktu pengeringan

Berdasarkan Grafik 2 terjadi penurunan massa bambu setiap 15 menit sampai menit ke 330 terlihat rak 4 terjadi penurunan massa bambu yang paling tinggi hal ini disebabkan oleh temperatur pada rak 4 paling tinggi bila dibandingkan dengan rak lainnya. Berdasarkan informasi dari perajin bahwa bambu yang sudah dapat digunakan untuk resonator yaitu pengukuran sampai hari ke 5 dengan penurunan massa bambu rata-rata 15,6 %. Penurunan massa bambu melebihi 24 % akibat proses pengeringan akan menyebabkan bambu tersebut mudah pecah [6].

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengambilan data dan analisis yang telah dilakukan dapat dikatakan bahwa rancangan alat pengering dengan menggunakan energi panas hasil proses peleburan paduan perunggu cukup efektif digunakan untuk mengeringkan bambu resonator. Rancangan ini dalam pengoperasiannya mudah dan murah.

**Referensi**

- [1] Anonim. 2010. Profil Desa Tihingan Kecamatan Banjarangkan Kabupaten Klungkung.
- [2] Tata, S dan Kenji, C. 1996, *Teknik Pengecoran Logam*, edisi ketujuh, Pradnya Pramita, Jakarta.
- [3] Kirk, D. and A.W. Holmes. (1976). The heating of food stuffs in a microwave oven. *Jor. of Food Technology* Vol 30 pp 375-384.
- [4] Sunil Gokhale ,Cs. (1991). Simulation of ceramic furnaces using one-dimensional model of heat transfer –Part I: Model development and validation .Indian Institute of Technology, New Delhi, India
- [5] Duffie, J. A., and W. A. Beckman. (1991). *Solar Engineering of Thermal Process*, 2nd ed., New York, John Wiley.
- [6] Aditya Madan and Akash Pare (2014). Drying and rehydration behaviour of bamboo (bambusabambos) shoots during convective tray drying. *Journal of Agrisearch* 1 (3) : 127 – 134.