

# Analisis Kenyamanan Termal Pada Ruang Produksi Gamelan Bali Di Desa Tihingan

Benrio Marcelo, I Gusti Ngurah Priambadi, Wayan Nata Septiadi  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh ketidaknyamanan pekerja didalam ruang produksi gamelan saat melakukan kegiatan produksi. Hal ini disebabkan juga oleh iklim tropis yang ada di Indonesia. Dalam melakukan pengecoran gamelan masih dilakukan dengan cara tradisional yang dimana suhu ruang akan mengalami peningkatan dikarenakan untuk melelehkan material gamelan dibutuhkan suhu yang amat tinggi, sehingga akan mempengaruhi kenyamanan para pekerjanya. Penelitian ini dilakukan dengan cara simulasi menggunakan aplikasi CFD (Computational Fluid Dynamic). Dari hasil penelitian yang didapat dari simulasi menggunakan aplikasi CFD ini menunjukkan bahwa penyebaran suhu pada ruangan lebih banyak mengarah ke lokasi pekerja dikarenakan hasil dari turbulensi dari udara panas yang terjebak didalam ruangan. Hasil dari simulasi ini masih tergolong cukup tinggi dikarenakan pendinginan ruang produksi masih dilakukan secara konvensional yang memungkinkan sirkulasi suhu dan udara dalam ruangan tidak baik mengakibatkan para pekerja merasa tidak nyaman dengan suhu ruang yang berkisar 50-70 °C

Kata Kunci : Bilah Gamelan, Suhu,, Kenyamanan Termal, Ruang Produksi

## Abstract

In making this gamelan, it is still done in the traditional way, which is smelting and then casting and forging. The speed of gamelan production depends on the pressure, capacity and distribution of air flow so that it can influence workers to carry out production activities optimally. To overcome this problem, a research was conducted using the application of CFD (Computational Fluid Dynamic) to analyze the air flow and temperature distribution in the gamelan production room. The subject of this research is Pemade Utama's gamelan production room in Klungkung, which has a room temperature of 25 °C. The data in this study were obtained through direct observation, measurement and documentation. The results of this simulation are still quite high because the cooling of the production room is still carried out convectively which allows the circulation of temperature and air in the room is not good causing workers to feel uncomfortable with room temperatures ranging from 50-70 °C

Keywords: Gamelan Bars, Temperature, Thermal Comfort, Production Room

## 1. Pendahuluan

Gamelan Bali merupakan perangkat musik tradisional yang berasal dari Bali, dalam proses pembuatan gamelan bali masih dilakukan dengan cara tradisional dan dikerjakan pada ruang tertutup menyebabkan suhu pada ruang produksi menjadi sangat panas. Untuk mengurangi panas pada ruang produksi tidak bisa dilakukan dengan menambahkan alat pendingin ruangan, yang dapat dilakukan untuk menurunkan suhu ruangan dengan metode konveksi. Proses pembuatan gamelan pasti ada proses pengecorannya, proses pengecoran sendiri adalah proses produksi dengan cara meleburkan bahan baku (dalam hal ini menggunakan unsur Cu & Sn) di tungku peleburan (prapen), proses pengecoran, proses penempaan/pemadatan (forging), serta proses akhir (finishing) [1]. Kecepatan pembuatan gamelan ini tergantung dari tekanan, kapasitas serta distribusi aliran udara sehingga ruang atau tempat pembuatan menjadi panas sehingga pekerjaan yang dilakukan kurang maksimal. Paparan panas lingkungan kerja yang diterima tubuh secara berlebihan dapat menimbulkan masalah kesehatan dari sangat ringan seperti, *heat cramps*, *heat exhaust* hingga mengakibatkan *heat stroke*. Pada wilayah Indonesia memiliki suhu rata rata 35°C dengan kelembapan tertinggi mencapai 80%. Keadaan ini

terjadi akibat dari posisi Indonesia yang berada pada pertemuan dua iklim yang dimana posisi diantara 2 benua dan 2 samudra, perbandingan luas daratan dan lautnya, dan lain-lain. Kondisi kurang menguntungkan bagi manusia dalam melakukan aktivitasnya saat cuaca panas sebab produktivitas manusia cenderung menurun atau rendah pada kondisi udara yang tidak nyaman seperti halnya terlalu dingin atau panas [2].

Sistem ventilasi pada ruangan akan memperudah pergerakan udara dari luar ruangan masuk ke dalam ruangan, sehingga adanya pertukaran udara. Kurangnya ventilasi pada ruangan akan menyebabkan kurangnya oksigen di dalam ruangan yang menimbulkan akibat kadar karbon dioksida yang bersifat racun bagi penghuninya meningkat. Sistem sirkulasi udara yang banyak digunakan oleh masyarakat adalah ventilasi alami. Dengan penghawaan alami, udara yang masuk dan keluar akan bersirkulasi secara alami tanpa menggunakan alat-alat mekanis, sehingga sangat bergantung pada kecepatan angin, kondisi cuaca, dan variasi tentang tekanan dan temperatur udara di luar dan di dalam ruangan. [3].

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Pengaruh Fisiologis Akibat Tekanan Panas

Korespondensi: Tel./Fax.: .....  
E-mail: .....

Pekerja Kondisi termal tempat kerja merupakan suatu kondisi lingkungan kerja yang dipengaruhi oleh beberapa aspek lingkungan kerja fisik. Adapun aspek-aspek tersebut dapat berupa temperatur, kelembaban relatif, pergerakan udara serta aspek personal seperti insulasi pakaian dan jenis kegiatan [5]. Kondisi termal dapat menciptakan kenyamanan dan ketidaknyamanan di tempat kerja. Paparan stres panas yang berkepanjangan juga meningkatkan risiko masalah kesehatan. Secara rinci gangguan kesehatan akibat suhu lingkungan yang berlebihan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Masalah perilaku dan kinerja di tempat kerja seperti kelelahan, sering istirahat, kurang fokus dan tidak merasa nyaman.
2. Dehidrasi. Dehidrasi adalah hilangnya terlalu banyak cairan dalam tubuh karena rehidrasi yang tidak memadai atau masalah kesehatan. Dengan kehilangan 1,5% cairan tubuh, gejala tidak muncul, kelelahan dimulai lebih awal dan mulut mulai kering.
3. *Heat exhaustion*. Kondisi ini terjadi ketika tubuh kehilangan terlalu banyak cairan dan/atau garam. Gejalanya adalah mulut kering, haus yang ekstrem, lemas, dan kelelahan yang ekstrem. Gangguan ini sering dirasakan oleh pekerja yang belum beradaptasi dengan suhu udara yang panas.
4. *Heat cramps*. Ini adalah kejang otot tubuh bagian atas (lengan dan kaki) yang disebabkan oleh keringat yang kehilangan garam natrium dari tubuh, mungkin karena minum terlalu banyak alkohol dengan terlalu sedikit natrium.

## 2.2. Ambang Batas Kelembaban Suhu Ruang

Pengendalian suhu dan kelembaban ruangan merupakan upaya untuk mengurangi pengaruh yang berpotensi merugikan atau tidak nyaman agar tingkat kelembaban dan suhu yang ada tidak melebihi ambang batas yang telah ditentukan agar tidak mempengaruhi operasi gerak. Batas-batas kenyamanan untuk kondisi khatulistiwa adalah pada kisaran suhu udara 22,5°C - 29°C dengan kelembaban udara 20 – 50%. Selanjutnya dijelaskan bahwa nilai kenyamanan tersebut harus dipertimbangkan dengan kemungkinan kombinasi antara radiasi panas, suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan udara [7].

## 2.3. Sistem Ventilasi

Ventilasi udara didefinisikan sebagai bukaan atau lubang udara dimana terjadi sirkulasi udara yang keluar dan masuk. Ventilasi diperlukan untuk mengurangi konsentrasi polutan di udara dengan mengambil udara segar dan membuang

udara tercemar. Ada dua cara untuk membangun sistem ventilasi: ventilasi alami melalui bukaan seperti jendela, dan ventilasi mekanis yang menggunakan peralatan mekanis untuk mengontrol jumlah udara yang masuk dan keluar ruangan. [8].

## 3. Metode Penelitian

### 3.1. Rancangan Penelitian

Data penelitian ini dikumpulkan menggunakan metode eksperimen yang dimana data numerik diperoleh dari pengukuran di ruangan yang dipilih. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur suhu ruangan, kelembaban udara, kecepatan udara, suhu pembakaran.

### 3.2. Metode Pengumpulan data

Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk mengumpulkan data yaitu melalui wawancara, pengamatan langsung, observasi dan pengukuran termal.

### 3.3. Variabel Penelitian

Variabel Dependen

- Suhu
- Waktu

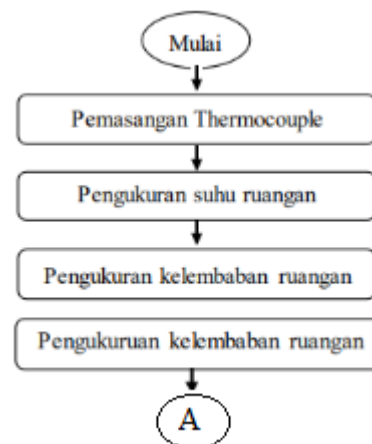
Variabel Independen

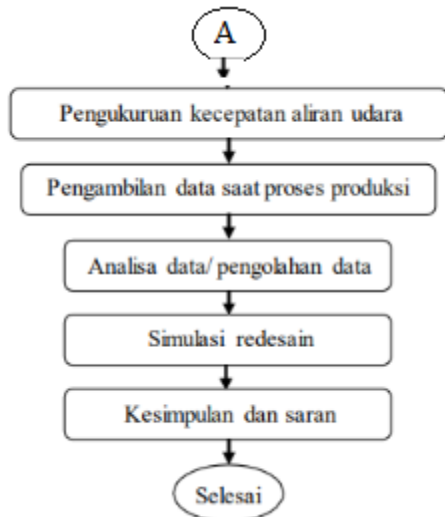
- Kelembaban udara.
- Waktu Pengerjaan

### 3.4. Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan selama proses pengambilan data antara lain: Data logger, tongkat, pengukur jarak, *thermocouple*, *stopwatch*, jangkang sorong, anemometer, dan higrometer.

### 3.5. Diagram alir penelitian





Gambar 1. Diagram alir penelitian

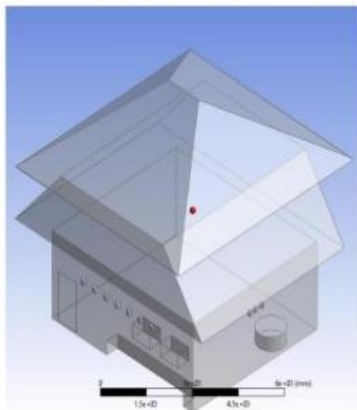
#### 4. Hasil Dan Pembahasan

##### 4.1. Simulasi Ruang Produksi

Dalam melakukan simulasi dengan aplikasi CFD terdapat dua jenis simulasi yaitu simulasi transient dan simulasi steady. Pada simulasi ini digunakan simulasi steady, simulasi steady merupakan simulasi yang ringan karena analisisnya di saat titik seimbang dan tidak terikat waktu sehingga dalam simulasi ini waktu diabaikan.

##### 4.1.1. Penerapan Geometri Ruang

Tahap awal dalam pembuatan simulasi ini adalah membuat geometri. Geometri yang digunakan adalah geometri yang sama persis dengan geometri alat pengering. Desain geometri disajikan pada gambar berikut.



Gambar 2. Desain Geometri

Dari gambar dapat diketahui hasil design dari ruang produksi ini terdapat dua tungku pembakaran, 1 pintu, 10 ventilasi udara dan atap bertingkat yang berfungsi sebagai tempat pertukaran udara dan pencahayaan ruangan. Ukuran dari ruangsn ini memiliki Panjang 6m, lebar ruangan 5,5m, dan tinggi ruang 10m.

##### 4.1.2. Pengolahandata Ruang Produksi Gamelan

Berikut adalah hasil simulasi CFD yang dilakukan menggunakan aplikasi Ansys Workbench. Hasil yang diperoleh dari simulasi berupa distribusi temperature ruang produksi. Untuk simulasi sendiri, dilakukan dengan beberapa tahap yaitu pembuatan geometri, meshing, set up, dan solution.

##### 4.1.3. Input Data Ruang

Tahap yang paling awal dari simulasi yaitu import data geometri ke aplikasi Ansys Workbench.

##### 4.1.4. Proses Meshing

Mesh atau meshing adalah proses membagi benda yang akan dianalisis menjadi area-area kecil. Meshing pada Ansys Workbench ada dua pilihan yaitu automatic meshing dan manual meshing. Pada Penelitian kali ini mesh yang digunakan adalah manual meshing.

|                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| Suppressed        | No                    |
| Type              | Element Size          |
| Element Size      | Default (0.25 m)      |
| Advanced          |                       |
| Defeature Size    | Default (1.25e-003 m) |
| Behavior          | Soft                  |
| Growth Rate       | Default (1.2)         |
| Capture Curvature | No                    |
| Capture Proximity | No                    |

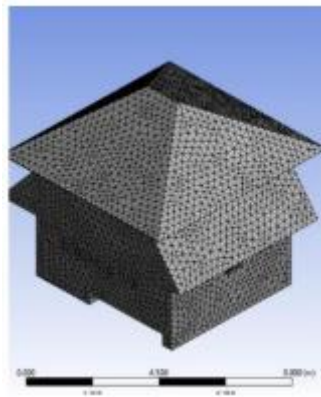
Gambar 3. Ukuran Mesh

Setelah tipe mesh ditentukan maka tahap selanjutnya adalah pengaturan ukuran mesh yang sesuai. Pada penelitian ukuran mesh di atur 0, 25. Penentuan elemen size ikut mempengaruhi hasil komputasi simulasi yang akan dilakukan. Semakin kecil ukuran mesh, semakin akurat juga hasil yang akan di dapat. Setelah ukuran mesh di atur, dilakukan juga penyesuaian pada beberapa kontrol mesh seperti gambar di bawah ini.

|                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| Sizing                 |                       |
| Use Adaptive Sizing    | No                    |
| Growth Rate            | Default (1.2)         |
| Max Size               | Default (0.5 m)       |
| Mesh Defeaturing       | Yes                   |
| Defeature Size         | Default (1.25e-003 m) |
| Capture Curvature      | Yes                   |
| Curvature Min Size     | Default (2.5e-003 m)  |
| Curvature Normal Angle | Default (18.0°)       |
| Capture Proximity      | No                    |
| Bounding Box Diagonal  | 14.503 m              |
| Average Surface Area   | 2.2381 m <sup>2</sup> |
| Minimum Edge Length    | 8.878e-005 m          |

Gambar 4. Advance Meshing Control

Setelah semua tahap dilakukan akan dihasilkan bentuk mesh seperti gambar dibawah ini.



Gambar 5. Hasil Meshing

#### 4.1.5 Proses Set-up

Tahap, ini dilakukan penentuan boundary condition berguna untuk mendefinisikan kondisi batas dari alat yang akan disimulasikan. Boundary condition ada beberapa tipe seperti wall, inlet, dan outlet. Kondisi ini diperlukan ketika fluida masuk atau keluar dari model. Pada boundary condition di-input temperatur.

#### 4.1.6 Solving

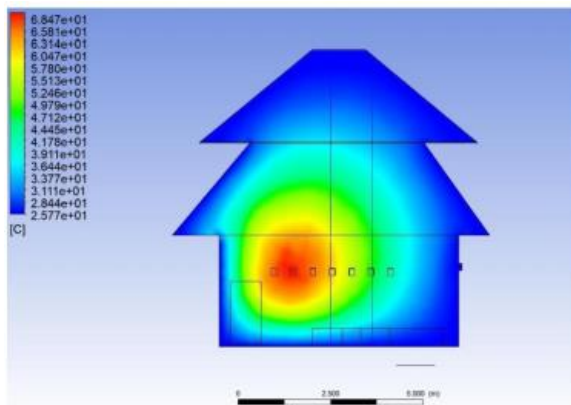
Dilakukan satu kali iterasi karena jenis simulasi yang dijalankan adalah simulasi steady yang berarti hasil dari simulasi ini didapat saat keadaan stabil atau seimbang.

#### 4.2 Hasil Simulasi

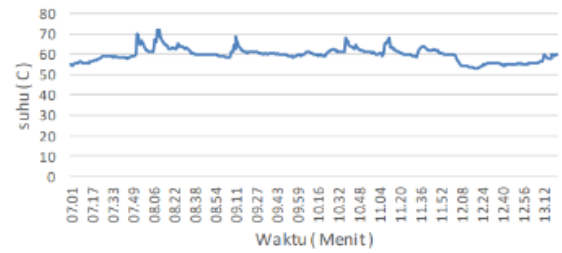
Hasil simulasi diinterpretasikan dalam bentuk gambar. Hasil simulasi terdiri dari persebaran temperatur. Berikut adalah hasil simulasi CFD dari ruang produksi gamelan. Hasil simulasi yang di dapat berupa persebaran temperatur.

##### 4.2.1 Pesebaran Suhu Pada Hasil Simulasi

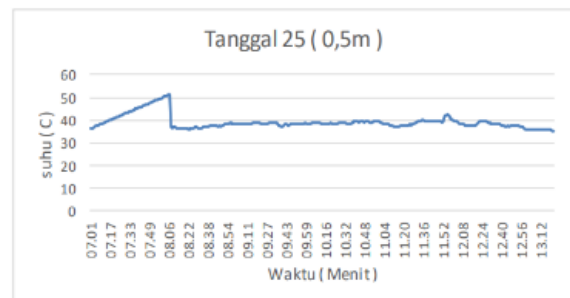
Setelah simulasi selesai dilakukan maka akan didapat data pesebaran suhu pada gambar berikut



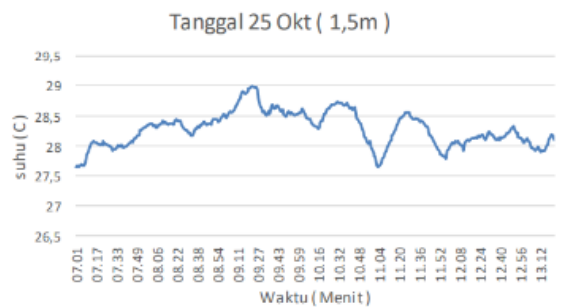
Gambar 6. Hasil Simulasi



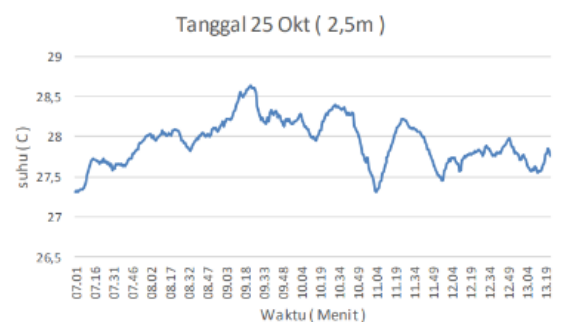
Gambar 7. Grafik suhu pada jarak 0,1 m (25 Okt)



Gambar 8. Grafik suhu pada jarak 0,5 m (25 Okt)



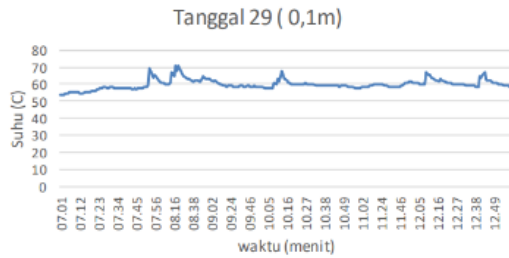
Gambar 9. Grafik suhu pada jarak 1,5 m (25 Okt)



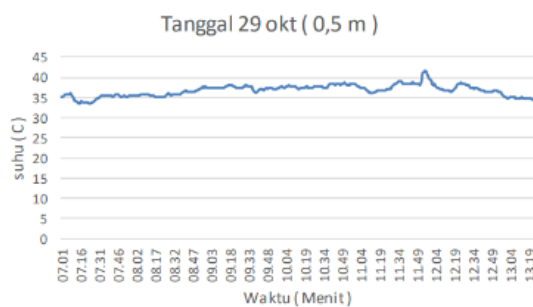
Gambar 10. Grafik suhu pada jarak 2,5 m (25 Okt)

Pengambilan data suhu pada jarak 0,1m, 0,5m, 1,5m dan 2,5m Pada grafik ini suhu pada jarak 0,1m terlihat di grafik terjadinya kenaikan dan penurunan suhu. Pada kenaikan suhu terjadi

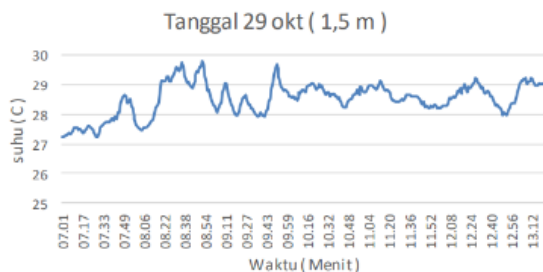
dikarenakan adanya proses peleburan perunggu dan timah, faktor lainnya yang mempengaruhi peningkatan suhu adalah suhu lingkungan yang berkisar 26-30°C dan dengan kelembaban udara 70-80%.



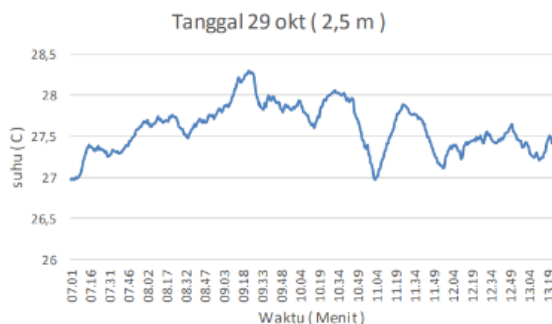
**Gambar 10. Grafik suhu pada jarak 0,1 m (29Okt)**



**Gambar 11. Grafik suhu pada jarak 0,5 m (29Okt)**



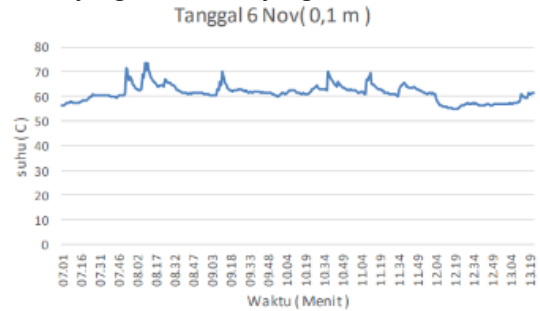
**Gambar 12. Grafik suhu pada jarak 1,5 m (29Okt)**



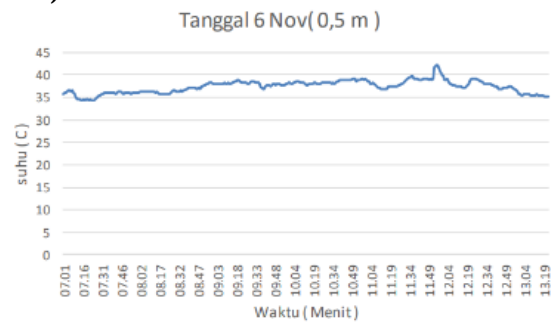
**Gambar 13. Grafik suhu pada jarak 2,5 m (29Okt)**

Pada gambar grafik tanggal 29 oktober ini tidak

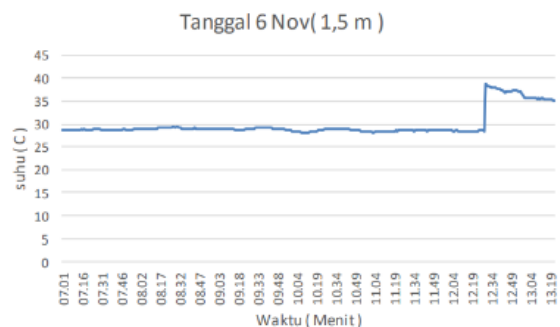
jauh berbeda dengan grafik tanggal 25 oktober karena suhu udara lingkungan serta kelembaban udara yang sama cuaca yang tidak berbeda.



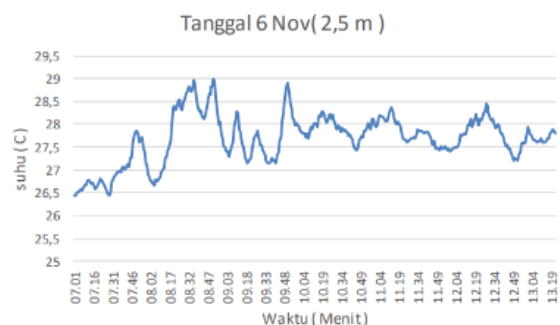
**Gambar 14. Grafik suhu pada jarak 0,1 m (6 Nov)**



**Gambar 15. Grafik suhu pada jarak 0,5 m (6 Nov)**



**Gambar 16. Grafik suhu pada jarak 1,5 m (6 Nov)**



**Gambar 16. Grafik suhu pada jarak 1,5 m (6 Nov)**

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa nilai temperatur yang berwarna merah menandakan radius pusat panas, sementara pada warna berikutnya yang mengalami pemudaran dari warna oranye hingga menjadi berwarna biru menandakan

bahwa semakin jauh jarak dari sumber panas maka suhu semakin rendah atau mendekati suhu ruang, besar dari temperature terendah adalah 26°C, yang memiliki besar suhu yang sama dengan suhu lingkungan yang ada. Nilai tertinggi dari hasil simulasi dari ruang produksi gamelan ini adalah 70°C.

Pengukuran suhu pada jarak 0,1m terlihat di grafik dan gambar terjadinya kenaikan dan penurunan suhu. Pada kenaikan suhu terjadi dikarenakan adanya proses peleburan perunggu dan timah, faktor lainnya yang mempengaruhi peningkatan suhu adalah suhu lingkungan yang berkisar 26-30°C dan dengan kelembaban udara 70-80% serta jarak yang sangat mendekati tempat peleburan.

Pada grafik ini dapat dilihat bahwa di jarak 0,5m kenaikan suhu 50 °C yang cukup signifikan terjadi pada awal tahap pengerjaan dikarenakan pada awal pembakaran dibutuhkan suhu yang lebih tinggi dikarenakan energi yang dibutuhkan pada awal pembakaran lebih besar daripada pembakaran selanjutnya.

Pada grafik ini dengan jarak 1,5m suhu yang terukur dari 27 -29°C yang berarti suhu yang terukur tidak terpengaruhi oleh panas peleburan. Pada grafik dengan jarak 2,5 meter suhu maksimal yang terukur mengalami penurunan dari jarak sebelumnya yaitu pada suhu 28,6 °C. Penurunan suhu paling rendah terjadi di suhu 27,3°C, hal ini disebabkan karena blower berhenti dan pembakaran menjadi kecil sehingga suhu menjadi turun.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan dari data yang telah dianalisis beserta dengan pembahasan yang diuraikan dari bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Karakteristik yang didapat dari hasil penelitian ini adalah suhu rata rata untuk para pekerja merasa nyaman didalam ruang produksi adalah 30°C dan memiliki bentuk ruang yang optimal agar pergerakan udara akan searah.
2. Bentuk atap yang sesuai pada ruang produksi gamelan ini adalah bentuk atap bertingkat dikarenakan udara panas akan lebih mudah keluar dibanding kan menggunakan model atap yang luas. Masuknya intensitas cahaya juga akan lebih sedikit yang berguna untuk melihat hasil dari pengecoran material..

## Daftar Pustaka

- [1] IGN. Priambadi, 2014, *Redesain Injektor Udara Pembakaran Pada Perajin Gamelan Bali di Desa Tihingan*, Klungkun, Bali.

- [2] B.Talarosha, 2005, *Menciptakan Kenyamanan Thermal Dalam Bangunan*.
- [3] Abidin, Z., & Widagdo, S. 2009. *Studi Literatur Tentang Lingkungan Kerja Fisik Perkantoran*. Dalam Seminar Nasional V SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta.
- [4] Hardiningtyas, D. (2016). *Thermal Comfort Investigation Based On Predicted Mean Vote ( PMV ) Index Using Computation Fluid Dynamic ( CFD ) Simulation*, Universitas sepuluh November.
- [5] Rambe, A. (2013). *Analisis Perancangan Sistem Ventilasi Dalam Meningkatkan Kenyamanan Termal Pekerja Di Ruang Formulasi Pt Xyz*. Jurnal Teknik Industri USU.



**Benrio Marcelo** menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana, Program Studi Teknik Mesin, pada tahun 2022

Bidang penelitian yang menjadi konsentrasi adalahtopik pembahasan konversi energi