

## ANALISIS PERPINDAHAN PANAS TRANSIEN ALAT PENGASAP IKAN METODE *CLOSED SMOKE CIRCULATION*

Ali Khasyful Gita<sup>1</sup>, Trisma Jaya Saputra<sup>2</sup>, Rany Puspita Dewi<sup>3</sup>  
Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar  
[alikhasyful09@gmail.com](mailto:alikhasyful09@gmail.com)<sup>1</sup> [trismajayasaputra@untidar.ac.id](mailto:trismajayasaputra@untidar.ac.id)<sup>2</sup> [ranypuspita@untidar.ac.id](mailto:ranypuspita@untidar.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Pengasapan merupakan metode pengawetan ikan dengan menggabungkan antara panas dengan zat kimia yang dihasilkan dari pembakaran kayu atau tempurung kelapa. Pengasapan bertujuan untuk menghilangkan bakteri, merusak aktifitas enzim dan mengurangi kadar air serta menyerap berbagai senyawa kimia dari asap. Pada penelitian sebelumnya simulasi menggunakan kondisi perpindahan panas *steady* belum diketahui waktu yang dibutuhkan untuk mencapai rata-rata suhu udara ruang pengasapan yaitu sekitar 75°C-80°C. Tujuan penelitian adalah memperoleh data waktu yang dibutuhkan dan juga perbandingan antara simulasi menggunakan kondisi *steady* dan *transien*. Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu metode desain menggunakan *software solidworks* 2014, sedangkan metode simulasi menggunakan *software ansys fluent* 2019 R3. Hasil simulasi yang dilakukan didapat bahwa untuk mencapai suhu 80°C pada ruang pengasapan dibutuhkan waktu 72 menit, dengan iterasi 4329 dan waktu tiap iterasi (*flow time*) sebesar 1,01215 detik. Suhu rata-rata rak 1 sebesar 80,420°C, rak 2 80,240°C dan rak 3 sebesar 80,156°C. Berdasarkan hasil perbandingan data antara simulasi *steady* dan *transient* adalah pada simulasi transien menghasilkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu rak dan ruang pengasapan sebesar 80°C adalah 72 menit, sedangkan pada simulasi *steady* hanya terdapat data rata-rata suhu yang dicapai dengan desain yang sudah ditentukan yaitu sekitar 76°C.

**Kata Kunci :** Pengasapan, Temperatur, Simulasi, *Steady*, Transien.

### ABSTRACT

*Fumigation is a method of preserving fish by combining heat with chemicals produced from burning wood or coconut shells. Fumigation aims to remove bacteria, damage enzyme activity and reduce water content and absorb various chemical compounds from smoke. In previous studies, the simulation using steady heat transfer conditions did not know the time needed to reach the average smoking room air temperature, which is around 75°C-80°C. The aim of the research is to obtain the required time data and also a comparison between simulations using steady and transient conditions. This study uses two methods, namely the design method using Solidworks 2014 software, while the simulation method uses Ansys Fluent 2019 R3 software. From the simulations carried out, it was found that to reach a temperature of 80°C in the smoking room it took 72 minutes, with 4329 iterations and the time for each iteration (flow time) was 1.01215 seconds. The average temperature of shelf 1 is 80.420°C, shelf 2 is 80.240°C and shelf 3 is 80.156°C. Based on the results of the data comparison between the steady and transient simulations, the transient simulation resulted in the time needed to reach the shelf temperature and smoking room of 80°C which was 72 minutes, while in the steady simulation there was only data on the average temperature achieved with a predetermined design which is about 76°C.*

**Keywords :** *Fumigation, Temperature, Simulation, Steady, Transient.*

## PENDAHULUAN

### Pengasapan

Pengasapan merupakan metode pengawetan dengan memanfaatkan reaksi yang terjadi akibat penggabungan antara panas dengan zat kimia yang dihasilkan dari pembakaran kayu atau tempurung kelapa. Tujuan pengasapan yaitu untuk menghilangkan bakteri, merusak aktivitas enzim dan mengurangi kadar air serta menyerap berbagai senyawa kimia dari asap<sup>[9]</sup>.

Berdasarkan temperturnya pengasapan dapat dibagi menjadi tiga macam berdasarkan suhu yang digunakan yaitu: Pengasapan panas (*Hot Smoking*), Pengasapan sedang (*Semi-Hot Smoking*) dan Pengasapan dingin (*Cold Smoking*). Pengasapan panas menggunakan suhu kurang lebih 100°C, sedangkan suhu pengasapan dingin sebesar 40°C<sup>[12]</sup>. Pada metode pengasapan panas paling tidak menggunakan suhu sekitar 50°C-90°C sehingga daging menjadi matang. Kelebihan dari metode ini adalah waktu yang dibutuhkan lebih singkat dan ikan yang dihasilkan sudah matang, namun untuk ketahanannya hanya mampu bertahan beberapa hari saja<sup>[10]</sup>.

Modifikasi alat pengasapan ikan yang sebelumnya menggunakan sistem terbuka diubah menjadi sistem tertutup (*Close Circulation*) dengan sedikit lubang pembuangan sehingga asap dan panas termampatkan serta meningkatkan temperatur pada ruang pengasapan, bahan yang digunakan dalam pembuatan alat yang sebelumnya terbuat dari seng dan kayu kemudian diganti dengan pelat aluminium. Pengembangan model alat pengasapan ikan sudah banyak dilakukan, namun kebanyakan masih berbentuk lemari pengasapan (*Smoking Cabinet*)<sup>[3]</sup>.

### Ruang Pengasapan Ikan

Ruang pengasapan merupakan bagian dari alat pengasapan ikan yang berfungsi sebagai tempat terjadinya pengasapan. Pembuatan ruang pengasapan

ikan yang terbuat dari drum oli bekas dengan diameter = 60 cm dan tinggi = 90 cm dengan pintu ruang pengasapan terbuat dari sisa pemotongan tempat pemasukan ikan pada ruang pengasapan dengan lebar = 60 cm dan tinggi = 80 cm, gantungan ikan berfungsi sebagai tempat menggantungkan ikan pada saat pengasapan, terbuat dari besi batang  $\varnothing = 6$  mm yang dilapisi dengan pipa aluminium  $\varnothing = 7$  mm. Gantungan terdiri dari 4 gantungan yang memiliki panjang = 540 mm dan 1 gantungan dengan panjang = 440 mm dalam satu baris gantungan<sup>[13]</sup>.

### Perpindahan Panas

Pada teori perpindahan panas, kalor akan mengalir dari tempat yang temperturnya tinggi ke tempat yang temperturnya lebih rendah. Perpindahan kalor atau panas adalah perpindahan energi karena adanya perbedaan temperatur. Satuan system internasional (SI) dari koefisien perpindahan panas adalah W/m<sup>2</sup>K. Perpindahan panas terjadi dengan 3 cara yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi.

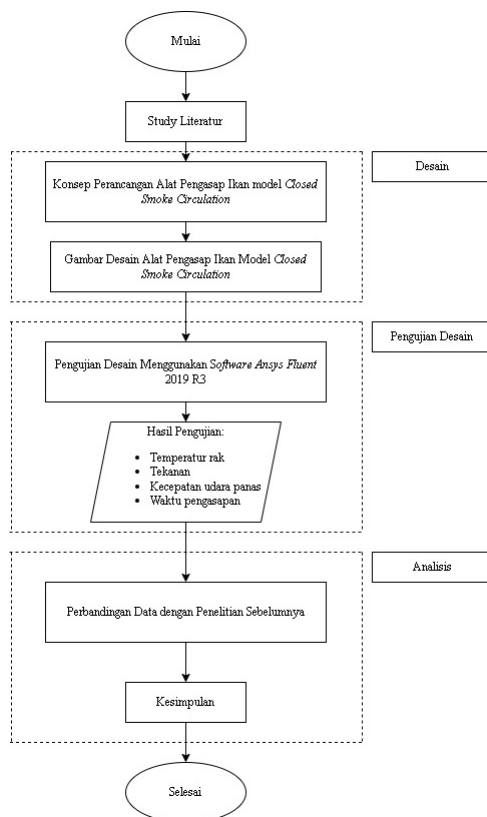
### Simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD)

CFD merupakan program komputer berbasis perangkat lunak yang digunakan untuk memprediksi dan menganalisis secara kuantitatif aliran fluida, perpindahan panas, transpor fenomena dan reaksi kimia<sup>[1]</sup>. Analisis aliran fluida dalam suatu sistem dengan CFD merupakan analisis numerik dengan kontrol volume sebagai elemen dari integrasi persamaan-persamaan, yang terdiri dari persamaan keseimbangan massa, momentum dan energi<sup>[11]</sup>. Pada dasarnya, persamaan-persamaan pada fluida dibangun dan dianalisis berdasarkan persamaan-persamaan diferensial parsial atau yang dikenal dengan istilah *Partial Differential Equation* (PDE) yang mempresentasikan hukum-hukum kekekalan massa (kontinuitas), momentum dan energi yang diubah ke dalam bentuk numerik (persamaan linear) dengan teknik diskritisasi<sup>[4]</sup>. Pada bidang industri, pesawat Boeing adalah salah

satu industri yang memanfaatkan CFD dan telah menghemat anggaran puluhan juta dolar dalam merancang sebuah pesawat karena menggunakan metode numerik dengan *software* CFD<sup>[7]</sup>.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah perancangan dan simulasi. Metode ini dilakukan dengan menggunakan *software Solidworks 2014* untuk merancang atau desain dan *Ansys Fluent 2019 R3* untuk simulasi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari referensi teori yang relevan dengan Pengasapan, Ruang pengasap ikan, Alat pengasap ikan, Teori perpindahan panas, Teori perpindahan panas transien, Teori tekanan, Teori kecepatan, Teori simulasi *software Ansys Fluent 2019 R3*. Referensi ini dapat dicari dari buku, jurnal, artikel laporan penelitian maupun situs-situs di internet.

### 2. Desain

#### 2.1. Konsep Perancangan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam konsep perancangan yaitu:

- Membuat konsep perancangan alat pengasap ikan secara menyeluruh mulai dari ruang pembakaran, ruang pengasapan dan sistem destilasi.
- Menentukan konsep terbaik yang akan disimulasikan.

### 2.2. Gambar Desain

Membuat gambar desain ruang pengasapan dari penelitian hardono menggunakan *software Solidworks 2014* lalu di *export* ke format *.igs* agar dapat di *import* pada *software Ansys Fluent 2019 R3*.

### 3. Pengujian Desain

Pengujian data dilakukan dengan cara mengimpor berkas dengan format *.igs* kedalam geometri lalu memadatkan bagian yang akan dilalui udara agar menjadi padat setelah itu lakukan proses *meshing* dengan cara *meshing* seluruh bagian yang akan diteliti. Setelah itu dilaksanakannya persiapan dan perhitungan meliputi Persiapan Awal Pengaturan Umum, Model Desain, Pengaturan Sifat-sifat Mekanik dan Material, Pengaturan Kondisi Batas.

Setelah semua kondisi perhitungan terpenuhi dan metode perhitungan telah dipilih, maka perhitungan simulasi dapat dimulai. Jika seluruh iterasi perhitungan sudah selesai maka dapat dilakukan pengolahan data dari perhitungan, data berupa gambar ataupun tabel dengan temperatur pengasapan dijaga  $75^{\circ}\text{C}$ - $80^{\circ}\text{C}$  sehingga didapatkan hasil data temperatur, tekanan, kecepatan udara panas dan waktu pengasapan.

### 4. Perbandingan Data

Langkah-langkah yang dilakukan dalam perbandingan data adalah membandingkan data temperatur, tekanan dan kecepatan udara panas pada rak 1, rak 2 dan rak 3 ruang pengasapan dari penelitian yang dilakukan menggunakan kondisi perpindahan panas *Transient* dengan hasil simulasi *Steady*

### 5. Kesimpulan

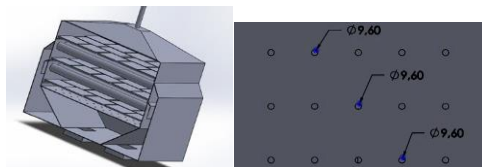
Merupakan hasil penelitian alat pengasapan ikan metode *Closed Smoke Circulation* yang dilakukan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan yaitu untuk

mengetahui bentuk dan kapasitas, distribusi panas ruang pengasapan dan perbandingan distribusi panas *Steady* dan *Transient* ruang pengasapan pada alat pengasapan ikan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain ruang pengasapan alat pengasapan ikan terdiri dari 3 bagian. Bagian bawah berbentuk persegi panjang dengan tiga ruang saluran udara panas yang menuju pada rak 1,2 dan 3. Bagian tengah berbentuk persegi panjang sebagai tempat rak pengasapan ikan. Bagian atas berbentuk limas segi empat sebagai penampung udara panas menuju proses destilasi. Ruang pengasapan memiliki luas sebesar 0,423 m<sup>2</sup> dengan ukuran panjang 0,924 m, lebar 0,606 m dan tinggi 0,756 m, kapasitas ikan maksimal adalah 17,85 kg dengan jumlah ikan sebanyak 42 ekor dengan asumsi satu ekor ikan memiliki bobot 300 g-500 g.

Modifikasi posisi lubang penyalur udara panas rak 2 dan 3 pada desain bertujuan untuk pemerataan udara panas yang disalurkan. Permodelan untuk pemerataan distribusi rak menggunakan tipe aliran ruang pengasapan salah satunya adalah aliran vertikal yang dimodifikasi<sup>[5][6]</sup>. Gambar desain ruang pengasapan dan variasi lubang penyalur udara panas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Alat Pengasapan dan Ukuran serta Posisi Lubang Udara.

Proses simulasi dilakukan dengan kondisi perpindahan panas *Transient* untuk mengetahui waktu penyebaran temperatur dalam ruang pengasapan dengan asumsi perbedaan temperatur terjadi pada dinding yang berinteraksi dengan suhu udara luar. Untuk mengetahui proses penyebaran temperatur pada ruang pengasapan maka dilakukan rekayasa pada ruang pengasapan memakai *software Ansys Fluent 2019 R3*.

Dalam proses pengujian hal yang diperhatikan adalah *Boundary Condition*.

Pada *Boundary Condition* semua ditetapkan sama yang membedakan hanya pada pengkondisian udara dari *Steady* diubah menjadi *Transient*. *Boundary Condition* untuk proses pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Boundary Condition*.

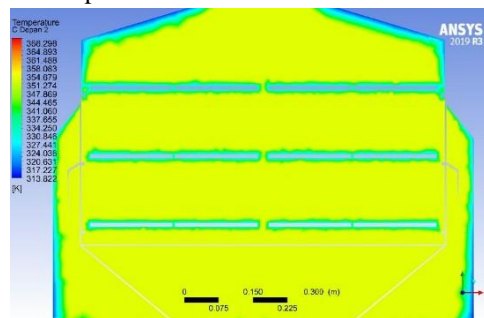
| <u>Boundary condition</u> | Keterangan                 |                              |
|---------------------------|----------------------------|------------------------------|
| <i>Inlet</i>              | Tipe                       | Kecepatan udara <i>inlet</i> |
|                           | Temperatur                 | 97°C                         |
|                           | Kecepatan udara            | 0,5 m/s                      |
| <i>Outlet</i>             | Tipe                       | <i>Out flow</i>              |
|                           | <i>Flow rate weighting</i> | 1                            |
| <i>Internal</i>           | Tipe                       | <i>Interior-solid</i>        |
| <i>Wall</i>               | <i>Wall motion</i>         | <i>Stationary wall</i>       |
|                           | <i>Shear condition</i>     | <i>No slip</i>               |
|                           | <i>Thermal</i>             | <i>Mixed</i>                 |

## Hasil

Dari simulasi yang dilakukan dengan kondisi perpindahan panas *Transient* didapat hasil distribusi temperatur, tekanan dan kecepatan ruang pengasapan pada alat pengasapan ikan.

### 1. Distribusi Temperatur, Tekanan dan Kecepatan Udara.

Hasil distribusi temperatur ruang pengasapan, tekanan ruang pengasapan, kecepatan udara panas menggunakan simulasi dengan kondisi *Transient* dapat dilihat pada Gambar 3. dan Tabel 2.



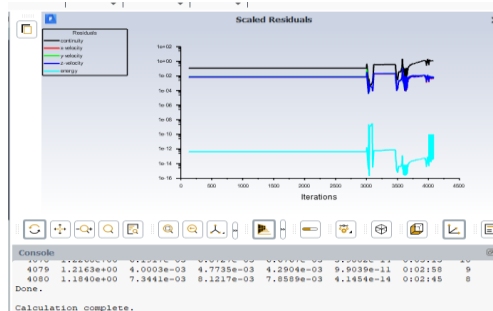
Gambar 3. Distribusi Temperatur Ruang Pengasapan.

Tabel 2. Hasil Simulasi.

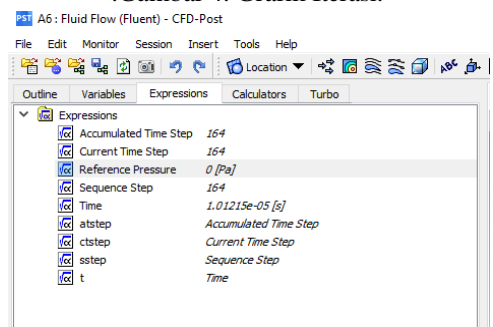
| Indikator | Rak 1 | Rak 2 | Rak 3 |
|-----------|-------|-------|-------|
|-----------|-------|-------|-------|

|                       |         |         |          |
|-----------------------|---------|---------|----------|
| Temperatur (°C)       | 80,420  | 80,24   | 80,156   |
| Tekanan (Pa)          | 0,00378 | 0,00248 | -0,00204 |
| Kecepatan udara (m/s) | 0,228   | 0,242   | 0,3532   |

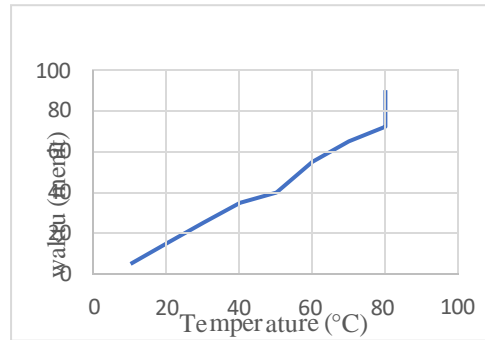
Pada Tabel 2. Kondisi perpindahan panas tersebut dicapai rata-rata temperatur adalah 80°C, suhu rata-rata pada posisi *Outlet* sebesar 80,024°C dan temperatur *Inlet* sebesar 99°C. Waktu yang ditempuh untuk mencapai suhu rata-rata 72 menit, dicapai dengan data yang didapat dari simulasi yang berhenti (*Convergen*) pada iterasi yang ke 4329. Iterasi awal yang digunakan yaitu 3000 iterasi, dengan limit yang digunakan adalah suhu rak dan ruangan pengasapan sebesar 80°C. Sehingga simulasi akan tetap berjalan walaupun iterasi yang digunakan sudah tercapai dan akan berhenti ketika suhu rak dan ruang pengasapan mencapai  $\pm$  80°C. Total *time step* dari iterasi adalah 164 dan (*flow time*) atau waktu per iterasi sebesar 1,01215s dan dapat dilihat pada Gambar 4. dan 5. Perbandingan data temperatur dengan waktu dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 4. Grafik Iterasi.



Gambar 5. Waktu Iterasi.



Gambar 6. Grafik Perpindahan Panas *Transeint*.

### 1) Distribusi Temperatur Ruang.

Hasil distribusi temperatur pada rak 1 cukup merata dengan rata-rata temperatur 80,420°C. Hasil distribusi temperatur ruang pengasapan pada rak 2 cukup merata dengan indikator dominasi suhu 80,240°C. Hasil distribusi temperatur ruang pengasapan pada rak 3 cukup merata dengan indikator suhu kisaran 80,156°C.

### 2) Distribusi Ruang Tekanan.

Hasil distribusi tekanan pada ruang pengasapan hampir merata di seluruh ruang pengasapan dengan rata-rata tekanan pada rak 1 sebesar 0,00378 (Pa), rak 2 sebesar 0,00248 (Pa) dan rak 3 sebesar -0,00204 (Pa) perbedaan tekanan yang signifikan terjadi pada bagian samping kanan ruang pengasapan.

### 3) Distribusi Kecepatan Udara

Hasil distribusi kecepatan udara pada ruang pengasapan hampir merata di seluruh ruang pengasapan dengan rata-rata kecepatan udara pada rak 1 sebesar 0,228 m/s, rak 2 sebesar 0,242 m/s dan rak 3 sebesar 0,353 m/s, perbedaan kecepatan yang signifikan terjadi pada ruang *Outlet* dan bagian samping kanan ruang pengasapan.

## 2. Perbandingan Data Perpindahan Panas *Steady* dan *Transient*.

Perbandingan data hasil distribusi temperatur ruang pengasapan rak 1, rak 2 dan rak 3, tekanan rak serta kecepatan udara panas pada kondisi perpindahan panas *Steady* dan *Transient* ini diambil dari data pengujian simulasi *Steady* model terbaik yaitu model 2 yang dilakukan Hardono pada penelitian yang berjudul “Optimasi Alat Pengasap Ikan Metode *Losed Moke Irculation* Sebagai Penghasil Asap Cair”.

## 2.1 Perbandingan Data Hasil Distribusi Temperatur Ruang Pengapasan Steady dan Transient.

### 1) Rak 1

Perbandingan distribusi temperatur udara panas pada rak 1 kondisi perpindahan panas steady dan transien dengan koordinat 1, koordinat 2, dan koordinat 3 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Distribusi Temperatur Udara Panas Rak 1.

| Posisi koordinat         | Temperatur <i>steady</i> (°C) | Temperatur <i>transient</i> (°C) |
|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| X = -0.026;<br>Z = 0.195 | 74,535                        | 80,484                           |
| X = 0.190;<br>Z = 0.225  | 74,625                        | 80,346                           |
| X = 0.347;<br>Z = 0.549  | 74,623                        | 80,462                           |

### 2) Rak 2

Perbandingan distribusi temperatur udara panas pada rak 2 kondisi perpindahan panas *Steady* dan *Transient* dengan koordinat 1, koordinat 2, dan koordinat 3 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Distribusi Temperatur Udara Panas Rak 2.

| Posisi koordinat         | Temperatur <i>steady</i> (°C) | Temperatur <i>transient</i> (°C) |
|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| X = -0.026;<br>Z = 0.195 | 75,438                        | 80,270                           |
| X = 0.190;<br>Z = 0.225  | 75,133                        | 80,168                           |
| X = 0.347;<br>Z = 0.549  | 68,680                        | 80,082                           |

### 3) Rak 3

Perbandingan distribusi temperatur udara panas pada rak 3 kondisi perpindahan panas *Steady* dan *Transient* dengan koordinat 1, koordinat 2, dan koordinat 3 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Distribusi Temperatur Udara Panas Rak 3.

| Posisi koordinat         | Temperatur <i>steady</i> (°C) | Temperatur <i>transient</i> (°C) |
|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| X = -0.026;<br>Z = 0.195 | 76,855                        | 80,024                           |
| X = 0.190;<br>Z = 0.225  | 74,273                        | 80,241                           |
| X = 0.347;<br>Z = 0.549  | 70,276                        | 80,187                           |

## 2.2 Perbandingan Data Distribusi Tekanan Pada Ruang Pengapasan Steady dan Transient.

Perbandingan hasil distribusi tekanan ruang pengapasan antara simulasi *Steady* dan *Transient* terlihat sangat jelas dengan perbedaan warna yang dihasilkan. Perbedaan tekanan yang signifikan terlihat pada hasil simulasi *Transient* di mana terletak pada bagian samping kanan ruang pengapasan, sedangkan pada hasil simulasi *Steady* hanya pada bagian *Outline* ruang pengapasan seperti yang di tunjukan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Distribusi Tekanan.

| Posisi Rak | Tekanan <i>Steady</i> (Pa) | Tekanan <i>Transient</i> (Pa) |
|------------|----------------------------|-------------------------------|
| Rak 1      | 0,0030                     | 0,00378                       |
| Rak 2      | 0,0222                     | 0,00248                       |
| Rak 3      | -0,0220                    | -0,00204                      |

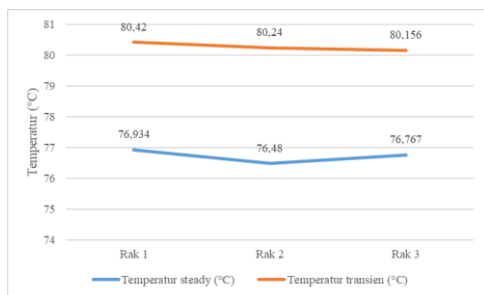
## 2.3 Perbandingan Data Distribusi Kecepatan Udara Pada Ruang Pengapasan Steady dan Transient.

Perbandingan hasil distribusi kecepatan udara ruang pengapasan antara simulasi *Steady* dan *Transient* terlihat jelas dengan perbedaan warna yang menunjukkan kecepatan udara pada ruang pengapasan. Perbedaan tekanan yang signifikan juga terlihat pada hasil simulasi *Transient* di mana terletak pada bagian samping kanan dan bagian *Outline* ruang pengapasan, sedangkan pada hasil simulasi *Steady* hanya pada bagian *Outline* ruang pengapasan seperti yang di tunjukan pada Tabel 7.

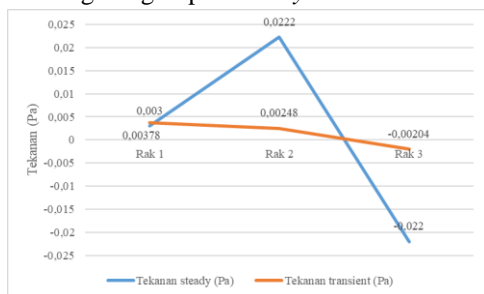
Tabel 7. Perbandingan Distribusi kecepatan Udara.

| Posisi Rak | Kecepatan udara <i>Steady</i> (m/s) | Kecepatan udara <i>Transient</i> (m/s) |
|------------|-------------------------------------|--|
| Rak 1      | 0,0584                              | 0,228                                  |
| Rak 2      | 0,0842                              | 0,242                                  |
| Rak 3      | 0,1167                              | 0,353                                  |

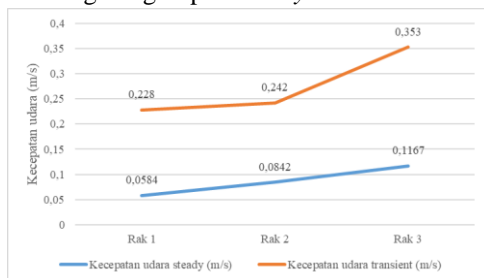
Dari data perbandingan antara kondisi steady dan transient didapat grafik perbandingan temperatur, tekanan, dan kecepatan udara ruang pengapasan seperti pada Gambar 6., Gambar 7. dan Gambar 8.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Temperatur Ruang Pengasapan *Steady* dan *Transient*.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Tekanan Ruang Pengasapan *Steady* dan *Transient*.



Gambar 8. Perbandingan Kecepatan Udara Ruang Pengasapan *Steady* dan *Transient*.

### Pembahasan

Pada penelitian “Optimasi Alat Pengasap Ikan Metode *Closed Smoke Circulation* Sebagai Penghasil Asap Cair” yang dilakukan oleh Hardono (2021), menghasilkan desain alat pengasapan ikan dengan kondisi temperatur pada rak 1,2 dan 3 yang hampir merata, dengan variasi pada posisi lubang pengasapan pada rak 1 dan posisi pipa penyalur udara pada rak 2 dan rak 3. Pada penelitian tersebut belum diketahui waktu yang dibutuhkan untuk mencapai rata-rata suhu udara ruang pengasapan yaitu sekitar 75°C-80°C. Pada penelitian ini dianalisis kembali dengan disimulasikan desain yang sama dan *Boundary Condition* yang sama yaitu kecepatan udara pada *Inlet* sebesar 0,5m/s dan temperatur udara pada *Inlet* sebesar 97°C, ukuran diameter lubang

penyalur udara panas rak 1 senilai 9,6mm, diasumsikan temperatur lingkungan sebesar 27°C, kapasitas ikan maksimum yaitu 42 ekor dengan total bobot 17,85kg, dengan kondisi perpindahan panas *Transient*, sehingga didapat data waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu rata-rata ruang pengasapan sebesar 75°C-80°C.

Dari simulasi yang dilakukan didapatkan hasil yaitu untuk mencapai suhu 80°C pada ruang pengasapan dibutuhkan waktu 72 menit. Simulasi berhenti pada iterasi yang ke 4329 dengan waktu tiap iterasi sebesar 1,01215 detik. Iterasi awal yang digunakan yaitu 3000 iterasi, pada menu *Transient software Ansys Fluent 2019 R3* terdapat pengaturan mengenai *limit* yang harus dicapai. *Limit* yang digunakan adalah suhu rak dan ruangan pengasapan sebesar 80°C, sehingga simulasi akan tetap berjalan walaupun iterasi yang digunakan sudah tercapai dan akan berhenti ketika suhu rak dan ruang pengasapan mencapai  $\pm 80^\circ\text{C}$ . Suhu rata-rata rak 1 sebesar 80,420 °C, rak 2 sebesar 80,240 °C dan rak 3 sebesar 80,156 °C, Temperatur rata-rata pada posisi *Outlet* senilai 80,024°C dan temperatur *Inlet* sebesar 99°C. Perbedaan temperatur pada rak 1, rak 2, dan rak 3 dipengaruhi oleh ukuran diameter lubang penyalur udara panas rak 1. Hal ini dikarenakan lubang penyalur udara panas rak 1 memiliki posisi terdekat dengan saluran udara masuk. Dalam hal ini gaya apung (*Buoyancy Force*) sangat berpengaruh terhadap distribusi temperatur pada rak 1, rak 2, dan rak 3<sup>[2]</sup>, sebagaimana densitas benda berkurang ketika terjadi proses pemanasan. Selain gaya apung, luas permukaan lubang penyalur udara panas juga sangat berpengaruh terhadap distribusi udara panas pada setiap rak karena luas permukaan lubang penyalur udara panas akan mempengaruhi tekanan pada rak 1, rak 2 dan rak 3. Nilai luas penampang juga mempengaruhi nilai laju perpindahan panas, semakin besar nilai luas penampang maka semakin besar pula nilai laju perpindahan panas yang berarti semakin besar temperatur yang didistribusikan pada rak. Nilai luas penampang berpengaruh pada tekanan,



semakin besar nilai luas penampang maka semakin kecil nilai tekanan. Hal ini sangat berpengaruh pada gaya apung yang prinsip kerjanya berdasarkan densitas, karena udara akan lebih banyak mengalir pada ruang yang memiliki tekanan lebih kecil dari pada ruang yang memiliki tekanan lebih besar.

Pemerataan distribusi temperatur udara rak 1, rak 2, dan rak 3 dipengaruhi oleh jumlah udara panas yang mengalir pada masing-masing pipa penyalur udara panas dan aliran udara panas pada ruang pengasapan. Jumlah aliran pada posisi pipa dipengaruhi oleh jenis aliran yakni laminar pada awal pipa, dan turbulen pada tengah pipa. Aliran udara pada ruang pengasapan cenderung menuju tengah ruang pengasapan, hal ini terjadi karena posisi pembuangan yang berada di tengah sehingga menyebabkan tekanan udara di dalam ruang pengasapan bagian samping lebih besar dibanding tekanan udara yang berada di tengah ruang pengasapan.

Hasil perbandingan data antara simulasi *Steady* dengan *Transient* adalah pada simulasi *Transient* menghasilkan data waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu rak dan ruang pengasapan sebesar 80°C yaitu 72 menit, sedangkan pada simulasi *Steady* hanya terdapat data rata-rata suhu yang dicapai dengan desain yang sudah ditentukan yaitu sekitar 76°C. data rata-rata suhu udara ruang pengasapan *Transient* pada rak 1,2 dan 3 adalah 80,420 °C, 80,240 °C dan 80,156 °C. Sedangkan rata-rata suhu udara ruang pengasapan *Steady* pada rak 1 sebesar 76,948°C, rak 2 sebesar 76,480°C, dan rak 3 sebesar 76,767°C. Pada pengujian menggunakan kondisi *Transient* terdapat program untuk mengatur agar pengujian akan selesai apabila suhu sudah tercapai sehingga ketika menggunakan iterasi yang sama yaitu 3000 iterasi, pada simulasi *Transient* akan tetap melanjutkan pengujian walaupun iterasi yang digunakan sudah tercapai. Sedangkan pada pengujian dengan kondisi *Steady* simulasi akan berhenti pada iterasi yang sudah ditentukan. Distribusi tekanan pada ruang pengasapan kondisi *Steady* pada rak 1 sebesar 0,0030 (Pa), rak 2 sebesar 0,0222

(Pa) dan rak 3 sebesar -0,0220 (Pa). Distribusi tekanan pada ruang pengasapan kondisi *Transient* pada rak 1 sebesar 0,00378 (Pa), rak 2 sebesar 0,00248 (Pa) dan rak 3 sebesar -0,0204 (Pa). Perbedaan tekanan yang terjadi pada setiap rak mempengaruhi besarnya kecepatan udara pada ruang pengasapan, semakin kecil tekanan maka semakin besar kecepatan udara yang mengalir karena udara mengalir dari tempat yang tekanannya lebih tinggi menuju tekanan yang lebih rendah. Sehingga menghasilkan distribusi kecepatan udara ruang pengasapan *Steady* pada rak 1 sebesar 0,0584 m/s, rak 2 sebesar 0,0842 m/s dan rak 3 sebesar 0,1167 m/s. Distribusi kecepatan udara ruang pengasapan *Transient* pada rak 1 sebesar 0,228 m/s, rak 2 sebesar 0,242 m/s dan rak 3 sebesar 0,353 m/s. Kecepatan udara pada kondisi *Transient* lebih besar karena suhu yang dicapai juga lebih besar daripada suhu pada kondisi perpindahan panas *Steady*.

## KESIMPULAN

1. Desain ruang pengasapan alat pengasapan ikan bagian bawah berbentuk persegi panjang dengan tiga ruang saluran udara panas yang menuju pada rak 1,2 dan 3. Bagian tengah berbentuk persegi panjang sebagai tempat rak pengasapan ikan. Bagian atas berbentuk limas segi empat sebagai penampung udara panas menuju proses destilasi. Ruang pengasapan memiliki volume sebesar 0,423 m<sup>3</sup> dengan ukuran panjang 0,924 m, lebar 0,606 m dan tinggi 0,756 m, kapasitas ikan maksimal adalah 17,85 kg dengan jumlah ikan sebanyak 42 ekor dengan asumsi satu ekor ikan memiliki bobot 300 g-500 g.
2. Suhu rata-rata ruang pengasapan adalah 80°C dengan waktu yang di tempuh selama 72 menit yang di dapat dari simulasi yang berhenti (*Convergen*) pada iterasi yang ke 4329, walaupun iterasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 3000 akan tetapi pada pengujian menggunakan kondisi *Transient* terdapat program untuk mengatur agar pengujian selesai apabila suhu sudah tercapai sehingga ketika menggunakan batasan iterasi yang sama, program akan tetap



berjalan. Total time step simulasi yaitu 164 dengan waktu per iterasi (*flow time*) adalah 1,01215 detik

3. Hasil perbandingan data antara simulasi *Steady* dengan *Transient* adalah pada simulasi *Transient* membutuhkan waktu 72 menit untuk mencapai suhu rak dan ruang pengasapan sebesar  $\pm 80^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pada simulasi *Steady* hanya terdapat data rata-rata suhu yang dicapai dengan desain yang sudah ditentukan yaitu sekitar  $76-77^{\circ}\text{C}$ . data rata-rata suhu udara ruang pengasapan *Transient* pada rak 1,2 dan 3 adalah  $80,420^{\circ}\text{C}$ ,  $80,240^{\circ}\text{C}$  dan  $80,156^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan rata-rata suhu udara ruang pengasapan steady pada rak 1 sebesar  $76,948^{\circ}\text{C}$ , rak 2 sebesar  $76,480^{\circ}\text{C}$ , dan rak 3 sebesar  $76,767^{\circ}\text{C}$ . Distribusi tekanan pada ruang pengasapan kondisi steady pada rak 1 sebesar 0,0030 (Pa), rak 2 sebesar 0,0222 (Pa) dan rak 3 sebesar -0,0220 (Pa). Distribusi tekanan pada ruang pengasapan kondisi steady pada rak 1 sebesar 0,0030 (Pa), rak 2 sebesar 0,0222 (Pa) dan rak 3 sebesar -0,0220 (Pa). Distribusi tekanan pada ruang pengasapan kondisi transient pada rak 1 sebesar 0,00378 (Pa), rak 2 sebesar 0,00248 (Pa) dan rak 3 sebesar -0,0204 (Pa). Distribusi kecepatan udara ruang pengasapan steady pada rak 1 sebesar 0,0584 m/s, rak 2 sebesar 0,0842 m/s dan rak 3 sebesar 0,1167 m/s. Distribusi kecepatan udara ruang pengasapan transient pada rak 1 sebesar 0,228 m/s, rak 2 sebesar 0,242 m/s dan rak 3 sebesar 0,353 m/s.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] Alkindi, H., Purwanto, Y. A., & Wulandani, D. (2015). Analisis Cfd Aliran Udara Panas Pada Pengering Tipe Rak Dengan Sumber Energi Gas Buang. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 3(1), 9–16.  
[2] Bergman, T. L., Lavine, A. S., Incropera, F. P., & Dewitt, D. P. (2011). *Fundamental Of Heat and Mass Transfer* (S. Dumas (ed.); 7th ed.). Wiley.  
[3] Bimantara, F., Supriadi, A., & Hanggita, S. (2015). Modifikasi Dan Pengujian Alat Pengasapan Ikan Sistem Kabinet. *Jurnal*

Teknologi Hasil Perikanan, 4(1), 46–56.  
<https://doi.org/10.36706/fishtech.v4i1.3498>

[4] Darmawan, D., Harijanto, A., & Astutik, S. (2018). Analisis Bilangan Reynold (Re) Untuk Menentukan Jenis Aliran Fluida Menggunakan CFD (Computational Fluid Dynamic) Sebagai Rancangan Bahan Ajar Di SMA. *SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2018*, 3(2), 178–182.

[5] Hardono. (2021). Optimalisasi Alat Pengasapan Ikan Metode Close Smoke Circulation Sebagai Penghasil Asap Cair. In *Industry and Higher Education* (Vol. 3, Issue 1).

<http://journal.unilak.ac.id/index.php/JIEB/article/view/3845%0Ahttp://dSPACE.uc.ac.id/handle/123456789/1288>

[6] Hilderbrand, K. S. (2001). Fish Smoking Procedures. In *Fish Smoking Procedures for Forced Convection Smokehouses*. Sea Grant Oregon.

[7] Johnson, F. T., Tinoco, E. N., & Yu, J. N. (2015). Thirty Years Of Development And Application Of CFD At Boeing Commercial Airplanes, Seattle. *Mathematical Problems in Engineering*, 34, 1115–1151.  
<https://doi.org/10.1155/2014/831582>

Marasabessy, I., & Royani, D. S. (2013). *Rekayasa Alat Pengasap Ikan Tipe Kabinet (odel Oven)*.

[8] Sulfiani, Sukainah, A., & Mustarin, A. (2017). Pengaruh Lama dan Suhu Pengasapan Dengan Menggunakan Metode Pengasapan Panas Terhadap Mutu Ikan Lele Asap. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 3, 93–101.

[9] Sulistijowati, R., Djunaedi, O. S., Nurhajati, J., Afrianto, E., & Udin, Z. (2011). Mekanisme Pengasapan Ikan. Unpad Press, 65–92.

[10] Susanto, E. (2014). Mempelajari Kinerja Alat Pengasap Ikan Tipe Cabinet dan Pengaruhnya terhadap Mutu Ikan Asap. *Journal of Agro-Based Industry*, 31, 32–38.

[11] Versteeg, H. ., & Malalasekera, W. (2007). *An Introduction to Parallel Computational Fluid Dynamics*. In Pearson Education Limited (Second Edi).  
<https://doi.org/10.1109/mcc.1998.736434>

- [12] Wibawa, B. A., & Priyatna, B. (2015). Revitalisasi Sentra Pengasapan Ikan Di Bandarharjo, Kota Semarang. *Riptek*, 9(2), 1–14.
- [13] Yusuf, M., Aprilla, Y., Mardotillah, I., & Saputra, A. D. (2018). Rancang Bangun Alat Pengasap Ikan Development. *Agroteknika*, 1(1), 21–30.