



## Analisis Persebaran Panas Pada Mesin Oven Pengering Kerupuk Dengan Burner Sederhana Berbasis *Computational Fluid Dynamics*

<sup>1</sup>Adetia Riski Wardana, <sup>2</sup>Agus Mukhtar, <sup>3</sup>Aan Burhanuddin

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

<sup>1</sup>wardanariski05@gmail.com, <sup>2</sup>agusmukhtar@upgris.ac.id, <sup>3</sup>aanburhanudin@upgris.ac.id

### **Abstract**

*The main problems in drying crackers are non-uniform drying and drying that still uses solar energy. During the rainy season, the process of drying crackers cannot be done quickly or takes a long time, thereby reducing the amount of cracker production in cracker MSMEs. Therefore, the solution that can be used is to use simple technology, a cracker drying oven machine, which can help the productivity of cracker small businesses in the drying process when the rainy season arrives. This research aims to determine the heat distribution in the cracker drying oven box using Computational Fluid Dynamics, determine the optimal temperature for drying crackers using a cracker drying oven machine and find out how long it takes to dry crackers using a cracker drying oven machine. From the simulation results using Ansys Fluent 19.2 software, it was found that the heat distribution was almost even in the drying box on each shelf with a heating source inlet of 75 °C with a temperature range of 49 °C - 54 °C on each shelf in stages. From the direct experimental results, it was found that the drying process with a heating source of 75 °C resulted in a decrease in the weight of crackers from the initial unit weight of 6 grams and the final unit weight of crackers of 3 grams. The drying process with a cracker drying oven machine lasts for 3 hours to achieve complete drying.*

*Keywords: Cracker drying oven machine, heat distribution, computational fluid dynamics*

### **Abstrak**

Permasalahan utama dalam pengeringan kerupuk adalah pengeringan yang tidak seragam serta pengeringan yang masih menggunakan tenaga panas matahari. Pada musim penghujan proses pengeringan kerupuk tidak bisa dilakukan secara cepat atau berlangsung lama sehingga mengurangi jumlah produksi kerupuk pada UMKM kerupuk. Maka dari itu solusi yang bisa digunakan yaitu menggunakan teknologi secara sederhana mesin oven pengering kerupuk yang dapat membantu produktivitas umkm kerupuk dalam proses pengeringan disaat musim penghujan tiba. Penelitian ini bertujuan mengetahui sebaran panas di dalam box oven pengering kerupuk dengan *Computational Fluid Dynamics*, mengetahui temperatur optimal untuk mengeringkan kerupuk dengan mesin oven pengering kerupuk dan mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan kerupuk menggunakan mesin oven pengering kerupuk. Dari hasil simulasi menggunakan *software ansys fluent 19.2* didapat persebaran panas hampir merata di dalam box pengering setiap rak dengan *inlet* sumber pemanas 75 °C dengan rentang suhu 49 °C - 54 °C di setiap rak secara bertingkat. Dari hasil percobaan langsung didapat proses pengeringan dengan sumber pemanas 75 °C menghasilkan penurunan berat kerupuk dari berat satuan awal sebesar 6 gr dan berat satuan akhir kerupuk sebesar 3 gr. Proses pengeringan dengan mesin oven pengering kerupuk berlangsung selama 3 jam untuk mencapai kering dengan sempurna.

Kata kunci: Mesin oven pengering kerupuk, persebaran panas, *computational fluid dynamic*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang semakin cepat, pesat dan modern mendorong manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya guna membantu serta mempermudah suatu pekerjaan manusia sehingga menciptakan peluang teknologi yang tepat guna, murah dan efisien. Kerupuk merupakan makanan ringan yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia. Di samping sebagai makanan ringan kerupuk dikonsumsi masyarakat sebagai pendamping makanan pokok. Proses pembuatan kerupuk hingga menjadi kerupuk matang siap konsumsi memerlukan waktu yang begitu panjang hingga kerupuk benar-benar bisa dikonsumsi oleh masyarakat. Kebanyakan kerupuk-kerupuk diproduksi oleh UMKM-UMKM dengan menggunakan cara tradisional. Dari awal pembuatan bahan mentah, proses pengeringan menggunakan sinar panas matahari hingga penggorengan dengan tungku kompor dari kayu bakar.

Sebelum kerupuk digoreng proses sebelumnya adalah pengeringan kerupuk. Pada proses ini kerupuk-kerupuk yang akan digoreng dikeringkan dengan menjemur kerupuk memanfaatkan sinar panas matahari dengan tujuan mengurangi kadar air sehingga kerupuk dapat mengembang saat digoreng. Dengan cara ini, pengeringan kerupuk membutuhkan waktu kurang lebih 3-5 jam pada kondisi cuaca cerah ataupun panas. Jika cuaca mendung atau pada saat musim penghujan pengeringan kerupuk bisa 2 sampai 4 hari proses pengeringan dan produsen harus membolak-balikan kerupuk agar pengeringan merata sempurna.

Pada saat musim penghujan produsen UMKM Kerupuk kesulitan dalam proses pengeringan kerupuk dikarenakan sangat bergantung dengan panas matahari. Rata-rata panas matahari yang dibutuhkan untuk proses pengeringan di angka 36-40 °C sehingga kerupuk dapat kering sempurna. Karena untuk menghasilkan kerupuk yang renyah pada proses pengeringan ini lah yang sangat dibutuhkan sehingga kualitas kerupuk dapat terjaga dan konsumen dapat merasakan kerenyahan kerupuk setelah digoreng.

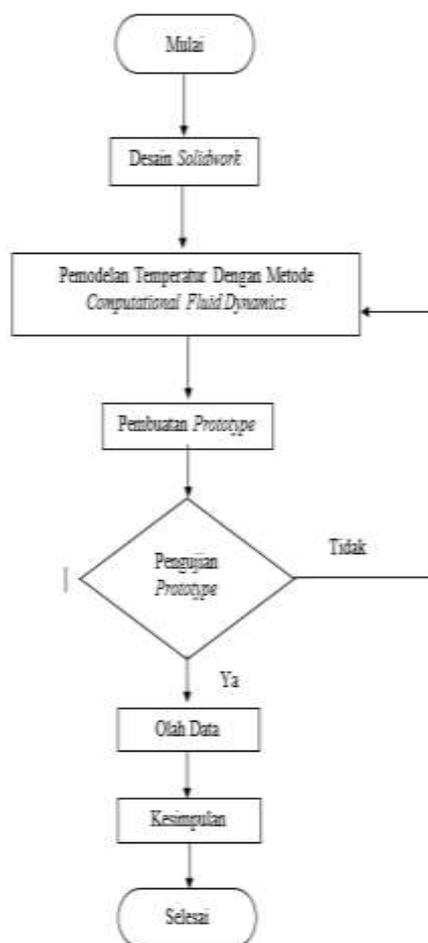
Pengeringan merupakan suatu proses pemindahan panas dan uap air secara simultan yang memerlukan energi panas untuk menguapkan dan menghilangkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang

dikeringkan oleh media pengering yang biasanya berupa panas.

Pada makalah ini, penulis bertujuan mengetahui persebaran panas dengan permodelan box mesin pengering kerupuk dengan *CFD*, mengetahui temperatur optimal untuk mengeringkan kerupuk dan mengetahui waktu optimal dalam proses pengeringan kerupuk dengan mesin oven pengering kerupuk.

## 2. Metode Penelitian

Metode yang penulis gunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode eksperimen yang bertujuan untuk mendekati permasalahan yang diteliti sehingga dapat menjelaskan dan membahas permasalahan secara tepat. Pada penelitian ini simulasi persebaran panas menggunakan *software CFD* dengan variasi *inlet* sumber pemanas sebesar 70 °C dan 75 °C.

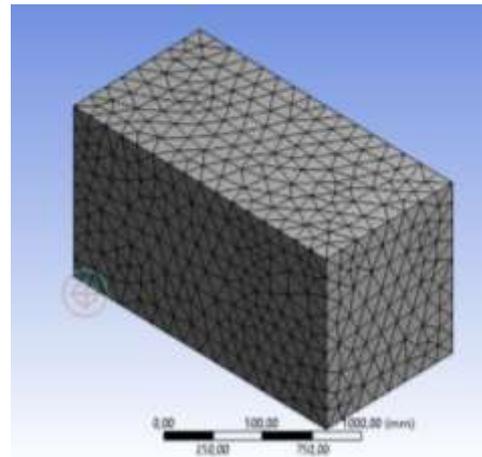


Gambar 1 Diagram alir penelitian



Gambar 2 Desain mesin oven pengering kerupuk

➤ *Meshing*

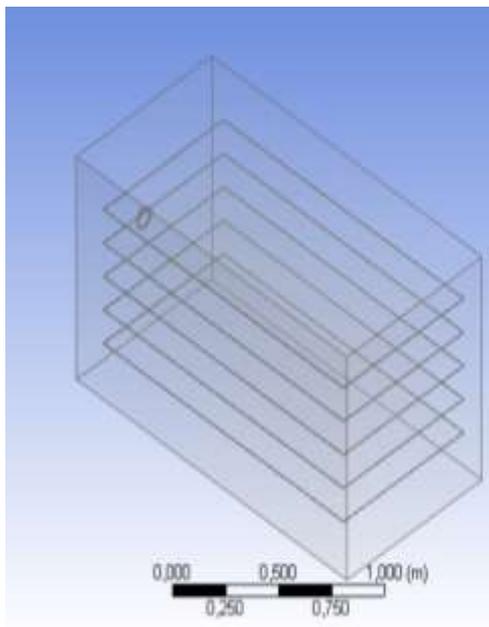


Gambar 4 Proses *meshing* pada *software* CFD

Spesifikasi alat sebagai berikut:

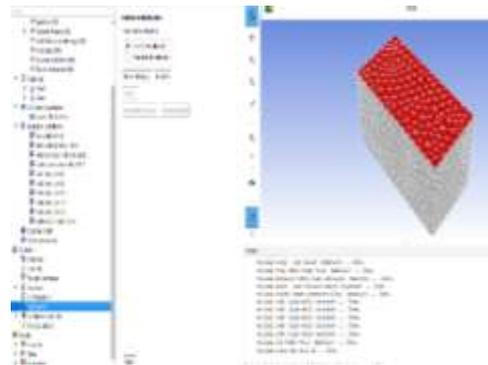
1. Dimensi model oven pengering kerupuk
  - Panjang = 1800 mm = 1.8 m
  - Lebar = 900 mm = 0.9 m
  - Tinggi = 1200 mm = 1.2 m
2. Dimensi Tumpangan rak
  - Panjang = 1600 mm = 1.6 m
  - Lebar = 800 mm = 0.8 m
  - Jumlah rak = 5 rak bertingkat

➤ *Pemodelan Simulasi*



Gambar 3 Pemodelan simulasi pada *software* CFD

➤ *Setup & solution*



Gambar 5 Proses *setup & solution* pada *software* CFD

**3. Hasil dan Pembahasan**

3.1. Perhitungan koefisien konveksi

Pada perhitungan analisis ini peneliti akan menghitung koefisien persebaran panas dalam box oven pengering kerupuk untuk digunakan dalam proses simulasi

Kecepatan udara melalui fan:

Diketahui :

$$D = 8 \text{ cm}$$

$$\text{rpm fan} = 3600$$

$$R = 4 \text{ cm}$$

$$= 0.04 \text{ cm}$$

$$R_{psfan} = \frac{n \cdot 2 \cdot \pi}{60} = \frac{3600 \cdot 2 \cdot 3.14}{60}$$

$$= 376,8$$

$$V = R_{ps} \cdot r$$

$$= 15.072 \text{ m/s}$$

Menghitung *Reynold Number (Re)*:

$$Re = \frac{V \times L}{\nu}$$

$$= \frac{15.072 \frac{m}{s} \times 1 m}{18.58 \times 10^{-6} m^2/s}$$

$$= 8119.4833$$

$Re > 4000$  (aliran turbulen)

Bilangan Nusselt:

$$Nu_D = 0.332 \times Re^{\frac{1}{2}} \times Pr^{\frac{1}{3}}$$

$$= 0.332 \times 81119.4833^{\frac{1}{2}} \times 0.71^{\frac{1}{3}}$$

$$= 85.325$$

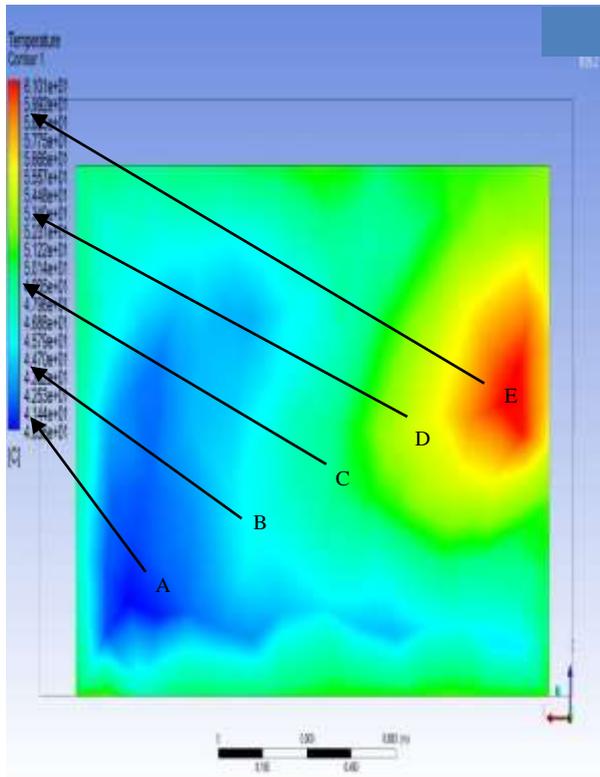
Koefisien konveksi:

$$h = \frac{Nu_D \times k}{L}$$

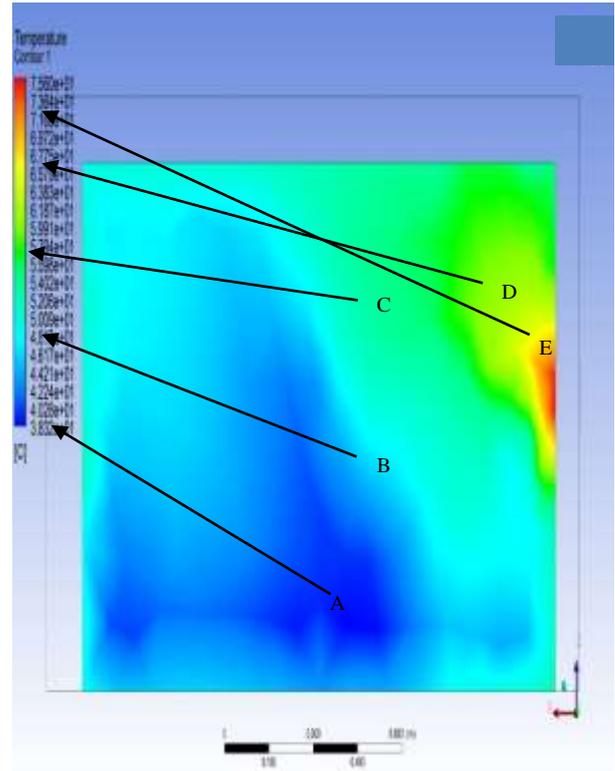
$$h = \frac{85.325 \times 27.2 \times 10^{-3}}{1}$$

$$h = 23.2084 W/m^2.K$$

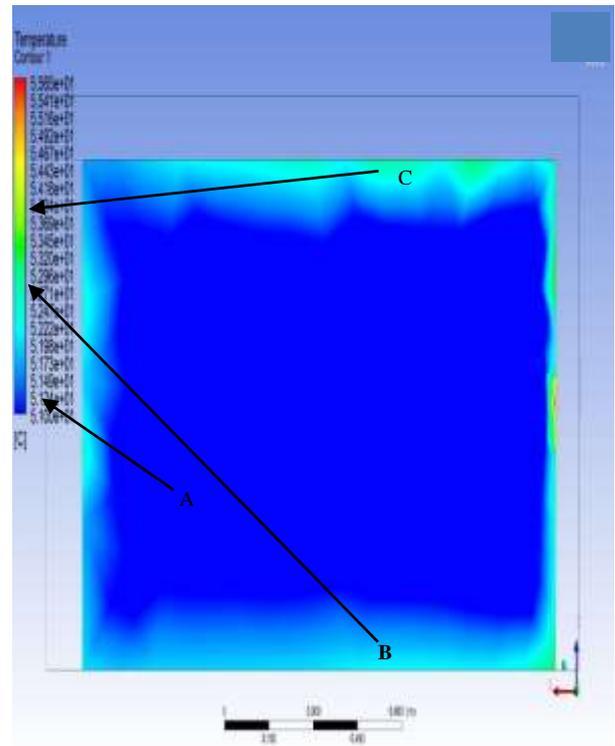
### 3.2. Hasil Simulasi



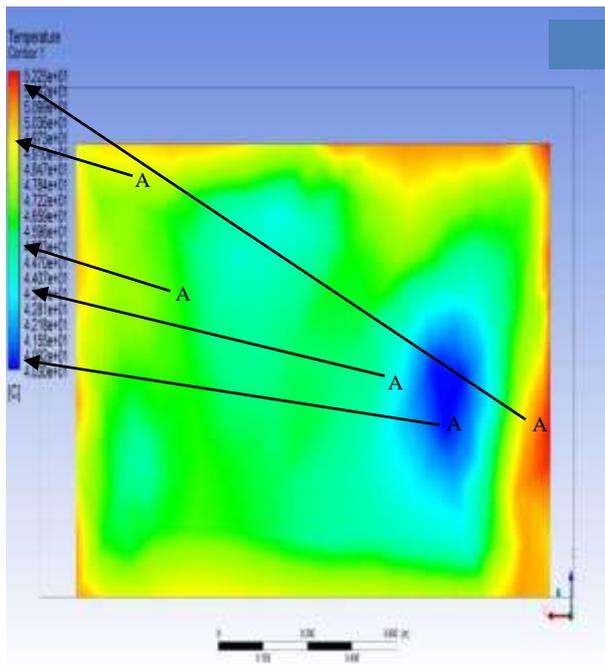
Gambar 6 Hasil simulasi rak ke-1 sumber pemanas 70 °C



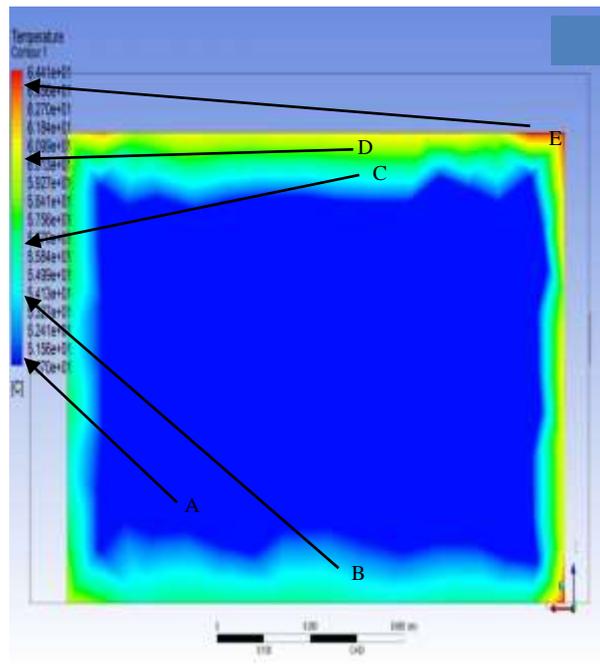
Gambar 7 Hasil simulasi rak ke-2 sumber pemanas 70 °C



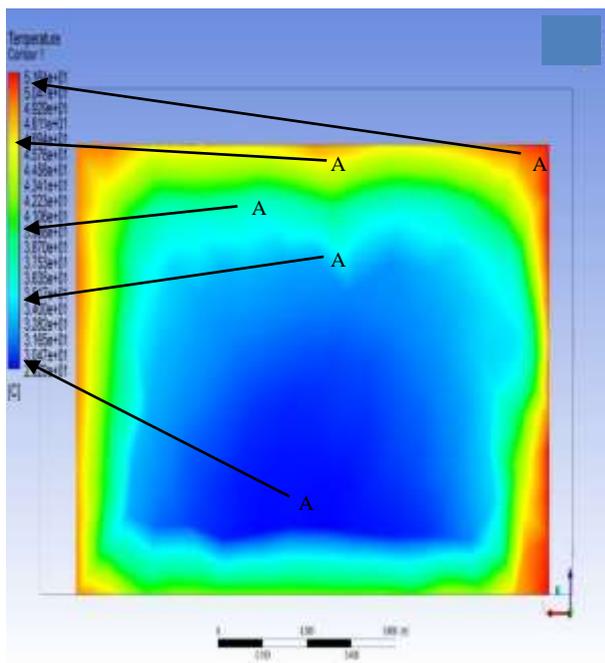
Gambar 8 Hasil simulasi rak ke-3 sumber pemanas 70 °C



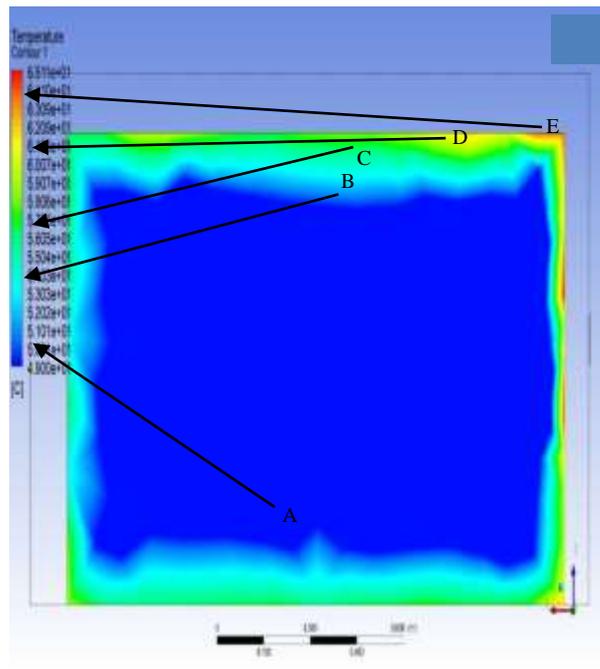
Gambar 9 Hasil simulasi rak ke-4 sumber pemanas 70 °C



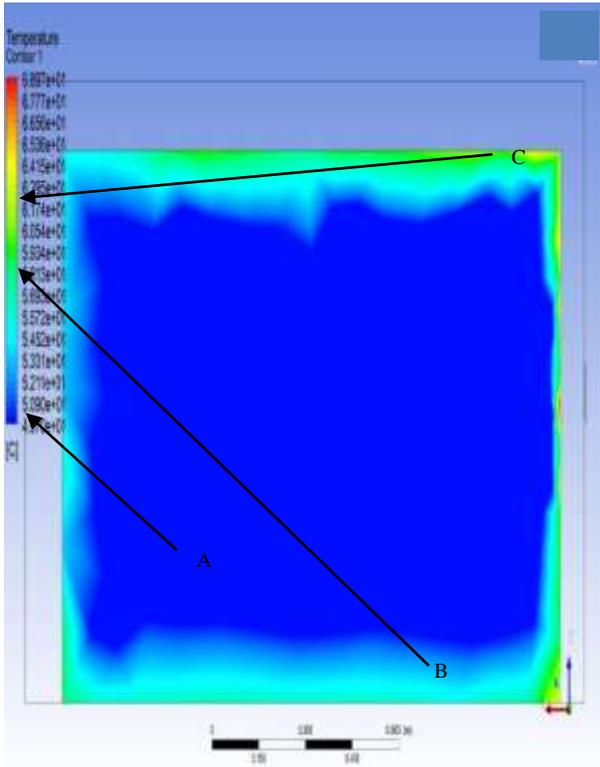
Gambar 11 Hasil simulasi rak ke-1 sumber pemanas 75 °C



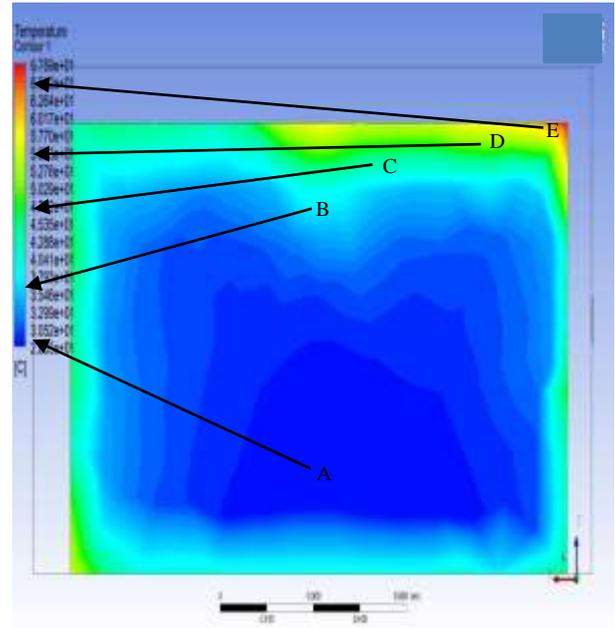
Gambar 10 Hasil simulasi rak ke-5 sumber pemanas 70 °C



Gambar 12 Hasil simulasi rak ke-2 sumber pemanas 75 °C

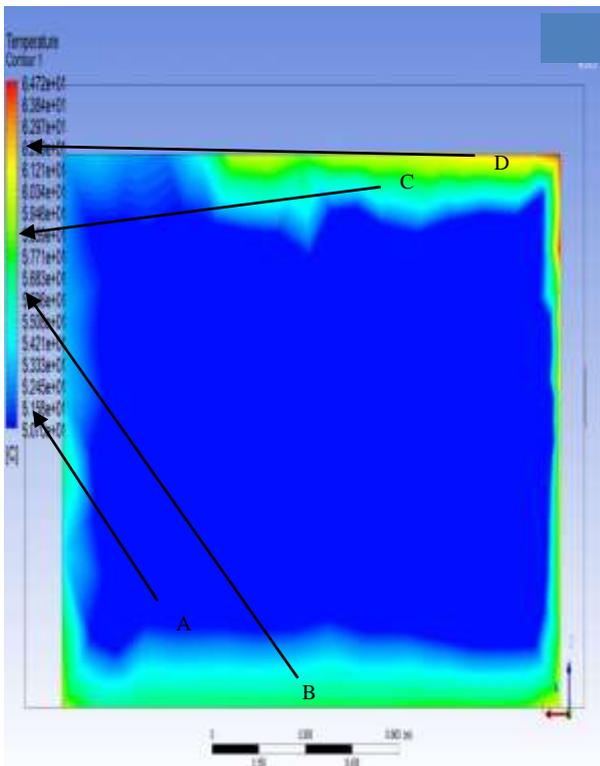


Gambar 13 Hasil simulasi rak ke-3 sumber pemanas 75 °C



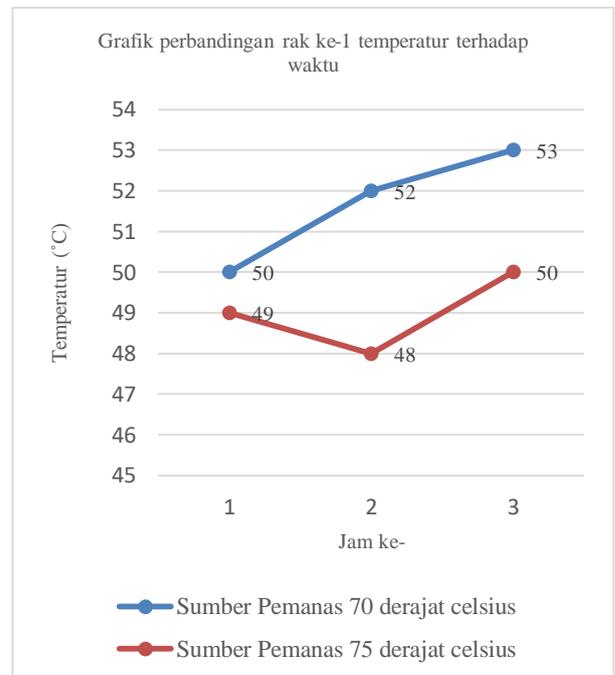
Gambar 15 Hasil simulasi rak ke-5 sumber pemanas 75 °C

Dari hasil simulasi tersebut dapat dilihat persebaran panas pada setiap rak di dalam mesin oven pengering kerupuk. Pada titik-titik yang diberi tanda dan garis anak panas yang menunjukkan pada legenda warna dan grafik angka yang tertera pada bagian sebelah kiri simulasi.

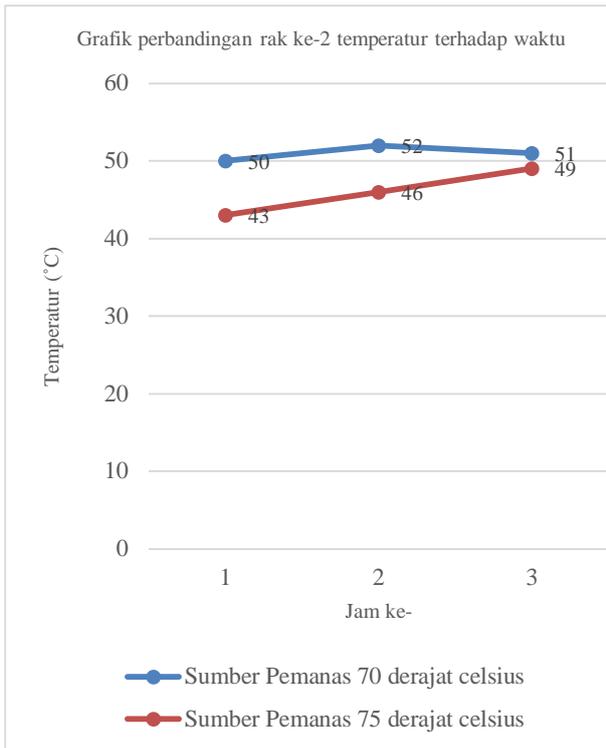


Gambar 14 Hasil simulasi rak ke-4 sumber pemanas 75 °C

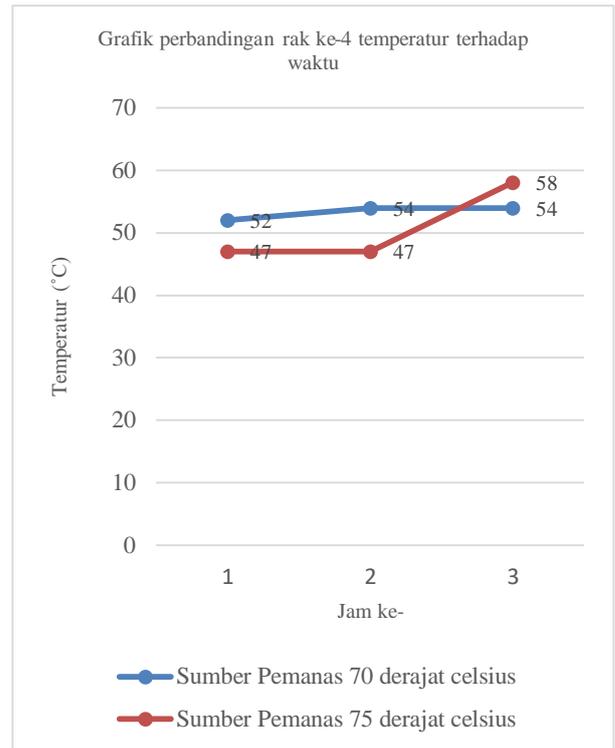
### 3.3. Hasil Percobaan



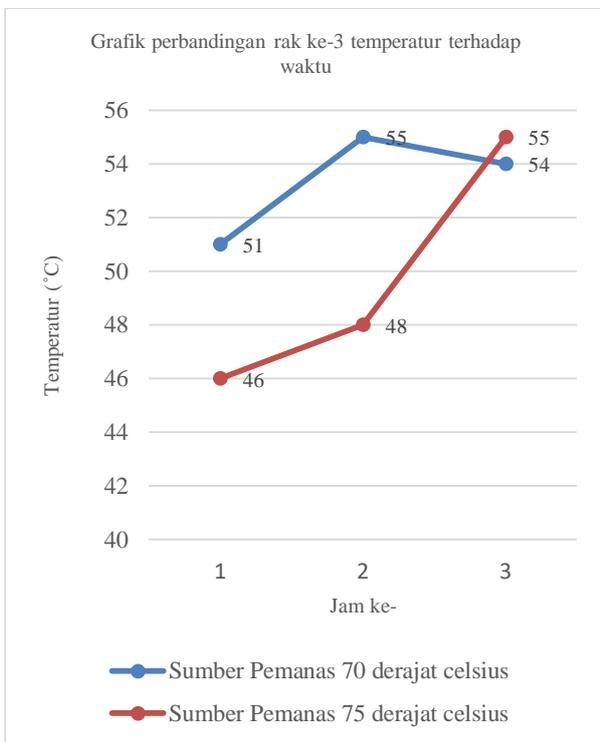
Gambar 16 Grafik perbandingan rak ke-1 temperatur terhadap waktu



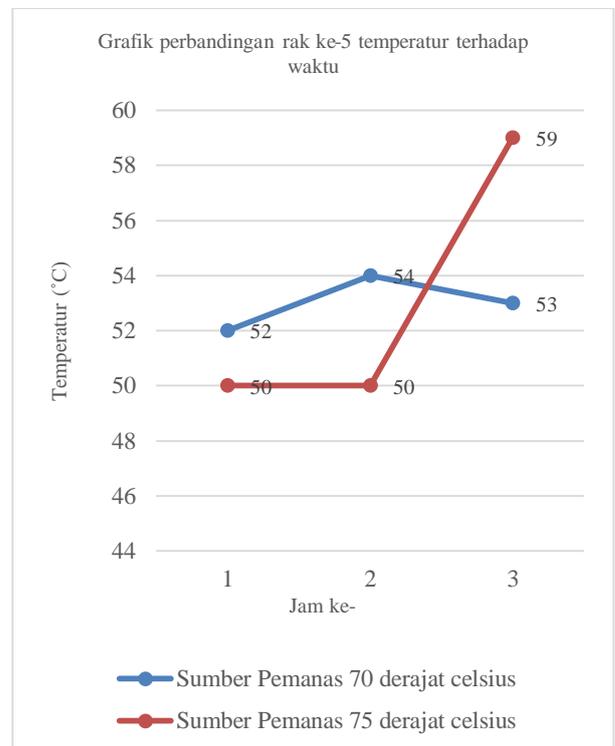
Gambar 17 Grafik perbandingan rak ke-2 temperatur terhadap waktu



Gambar 19 Grafik perbandingan rak ke-4 temperatur terhadap waktu



Gambar 18 Grafik perbandingan rak ke-3 temperatur terhadap waktu



Gambar 20 Grafik perbandingan rak ke-5 temperatur terhadap waktu

Tabel 1 1 data berat kerupuk sebelum dan sesudah dikeringkan dengan mesin oven pengering kerupuk dengan sumber pemanas 70°C

No	Rak ke	Berat Satuan	
		Awal	Akhir
1	1	6 gr	4 gr
2	2	6 gr	4 gr
3	3	6 gr	4 gr
4	4	6 gr	4 gr
5	5	6 gr	4 gr
Total		30 gr	20 gr

Tabel 1 2 data berat kerupuk sebelum dan sesudah dikeringkan dengan mesin oven pengering kerupuk dengan sumber pemanas 75 °C.

No	Rak ke	Berat Satuan	
		Awal	Akhir
1	1	6 gr	3 gr
2	2	6 gr	3 gr
3	3	6 gr	3 gr
4	4	6 gr	3 gr
5	5	6 gr	3 gr
Total		30 gr	15 gr

### 3.4 Pembahasan

Dari hasil simulasi menggunakan *software CFD* dengan pemodelan penyederhanaan geometry untuk simulasi berbentuk box kotak dengan rak didalamnya disertai fan menunjukkan bahwa persebaran panas di tiap rak dari rak paling bawah menuju rak paling atas hampir merata di rentang angka 50 °C – 53 °C. dengan suhu panas paling besar berada dengan sumber pemanas *burner*. Dengan inlet sumber pemanas 70 °C rak paling bawah rak ke-1

dengan persebaran suhu di rak sebesar 40 °C - 61°C sesuai legenda warna yang berada di kiri dari hasil simulasi dengan dominasi warna yang ditunjuk paling terlihat warna hijau. Untuk rak ke-2 dengan persebaran suhu di rak sebesar 38 °C – 75 °C sesuai legenda warna yang berada di kiri dari hasil simulasi dengan dominasi warna hijau dan hijau toska. Untuk rak ke 3 dengan persebaran suhu di rak sebesar 51 °C – 55 °C sesuai legenda warna yang berada di kiri dari hasil simulasi dengan dominasi warna biru dan hijau toska. Untuk rak ke 4 dengan persebaran suhu di rak sebesar 40 °C – 52 °C sesuai legenda warna yang berada di kiri dari hasil simulasi dengan dominasi warna hijau kuning dan oranye. Untuk rak ke 5 dengan persebaran suhu di rak sebesar 30 °C – 51 °C sesuai legenda warna yang berada di kiri dari hasil simulasi dengan dominasi warna biru muda, hijau toska kuning dan oranye. Dengan inlet 75 °C rak paling bawah rak ke-1 dengan persebaran suhu di rak sebesar 50 °C - 64°C sesuai legenda warna yang berada di kiri dari hasil simulasi dengan dominasi warna yang ditunjuk paling terlihat warna biru. Untuk rak ke-2 dengan persebaran suhu di rak sebesar 49 °C – 65 °C sesuai legenda warna yang berada di kiri dari hasil simulasi dengan dominasi warna biru dan hijau toska dan hijau. Untuk rak ke 3 dengan persebaran suhu di rak sebesar 49 °C – 68 °C sesuai legenda warna yang berada di kiri dari hasil simulasi dengan dominasi warna biru dan hijau toska. Untuk rak ke 4 dengan persebaran suhu di rak sebesar 50 °C – 64 °C sesuai legenda warna yang berada di kiri dari hasil simulasi dengan dominasi warna biru dan hijau toska . Untuk rak ke 5 dengan persebaran suhu di rak sebesar 30 °C – 67 °C sesuai legenda warna yang berada di kiri dari hasil simulasi dengan dominasi warna biru muda, hijau toska kuning dan oranye. Untuk memastikan suhu di dalam oven mesin oven pengering kerupuk sama dengan simulasi maka dilakukan percobaan langsung pada mesin oven pengering kerupuk. Untuk hasil percobaan ke-1 suhu yang di hasilkan pada rak ke-1 mencapai 53 °C, rak ke-2 mencapai 51 °C, rak ke-3 mencapai, 54 °C, rak ke-4 mencapai 54 °C dan rak ke-5 mencapai 53 °C. suhu tersebut diambil saat jam ke 3 dan proses pengeringan total selama 3 jam. Untuk hasil percobaan ke-2 suhu yang dihasilkan pada rak ke-1 mencapai 50 °C, rak ke-2 mencapai 49 °C, rak ke-3 mencapai, 55 °C, rak ke-4 mencapai 58 °C dan rak ke-5 mencapai 59 °C.

Suhu tersebut diambil saat jam ke 3 dan proses pengeringan total selama 3 jam. Proses pengeringan pada percobaan ke-1 dan percobaan ke-2 dibantu dengan kipas DC 12 V untuk membantu sirkulasi udara panas agar mempercepat proses pengeringan serta menghemat gas LPG sebagai bahan bakar pemanas.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan *software CFD* persebaran panas dengan sumber pemanas 75 °C didapatkan rak ke-1 pada huruf A sebesar 50 °C, huruf B sebesar 54 °C, huruf C sebesar 57 °C, huruf D sebesar 62 °C. Rak ke-2 pada huruf A sebesar 49 °C, huruf B sebesar 57 °C, huruf C sebesar 61 °C, huruf D sebesar 64 °C. Rak ke-3 pada huruf A sebesar 49 °C, huruf B sebesar 59 °C, huruf C sebesar 64 °C. Rak ke-4 pada huruf A sebesar 50 °C, huruf B sebesar 54 °C, huruf C sebesar 57 °C, huruf D sebesar 61 °C, huruf E sebesar 63 °C. Rak ke-5 pada huruf A sebesar 30 °C, huruf B sebesar 40 °C, huruf C sebesar 47 °C, huruf D sebesar 57 °C, huruf E sebesar 65 °C. Maka dapat disimpulkan simulasi persebaran panas dengan sumber pemanas 75 °C sebaran panas hampir merata di setiap rak dengan sumber pemanas berasal dari bawah dan dibantu sirkulasi udara di dalam box oven menggunakan kipas DC berdiameter 80 mm.

Berdasarkan tabel data berat kerupuk sebelum dan sesudah dikeringkan dengan mesin oven pengering kerupuk didapatkan bahwa temperatur optimal mengeringkan kerupuk terung dengan mesin oven pengering kerupuk terung yaitu dengan sumber pemanas sebesar 75 °C dengan berat satuan awal sebesar 6 (gr) dan hasil berat satuan kerupuk kering sebesar 3 (gr) dengan presentase penurunan berat kerupuk sebesar 50%.

Berdasarkan grafik setiap rak perbandingan temperatur dengan waktu disimpulkan bahwa waktu yang diperlukan untuk mengeringkan kerupuk terung yang semula basah hingga menjadi kering memerlukan waktu 3 jam dari sumber pemanas 75 °C dan dibantu kipas DC berdiameter 8 cm untuk sirkulasi udara panas di dalam box mesin oven pengering kerupuk.

#### Ucapan Terimakasih

Penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah

membimbing saya sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih juga kepada pemilik umkm krupuk fantasy yang telah memberikan fasilitas penelitian dari pembuatan alat hingga pengujian sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

#### Daftar Rujukan

- Ahmad Hisyam. 2016. "Analisis Perpindahan Panas Pada Oven Menggunakan Pemanas Listrik Untuk Proses Pengeringan Daun Kelor". Tugas Akhir. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Agus, Petrus dkk. 2013. "Rancang Bangun Alat Pengering Biji Kopi". Laporan Tugas Akhir. Makassar. Politeknik Ujung Pandang.
- Ananta Kurnia Putra. 2010. "Rancang Bangun Oven untuk Mengeringkan Tokek dengan Sumber Panas Udara yang Dipanaskan dengan Kompor LPG". Tugas Akhir. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Andreias Lalo Mere. 2022. *Analisis Perpindahan Panas pada Mesin Pengering Daun Kelor Tipe Tray Dryer Menggunakan Lampu Pijar Sebagai Pemanas*. Jurnal Simetris. Nusa Tenggara Timur. Universitas Nusa Cendana.
- Ansys Inc. 2017. *Ansys Fluent Tutorial Guide*.
- Galang Mahmud Efendi. 2022. "Pemodelan Perambatan Panas Pada Mesin Oven Kerupuk Jagung Dengan Sumber Pemanas Kompor Api Berbasis Metode *Computational Fluid Dynamics*". Skripsi. Semarang. Universitas PGRI Semarang.
- Holman JP. 1989. *Heat Transfer*. Mc Graw Hill. New York.
- Ida Bagus Alit, I Gede Bawa Susana. 2022. "Evaluasi Pengeringan Kunyit Menggunakan Pengering Rak Vertikal Sumber Energi Sekam Padi Metode Konveksi Paksa". Jurnal Agrotek. Mataram. Universitas Mataram.
- Joko Yudianto Prihatin dkk. 2020. "Kualitas Laju Panas Konveksi Pada Mesin Oven Kompor Rotary". Jurnal Teknik. Surakarta. Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta.
- La Ode Mohammad Firman, Buddhi M Suyitno. 2019. "Analisis Energi Panas Pada Alat Pengering Kacang Mete". Jakarta. Universitas Pancasila.
- Lestari Fierda, Ilham Alkaromin. 2015. "Pembuatan dan Pengujian Unjuk Kerja Oven Pengering Kerupuk Untuk Kapasitas 6 Kg". Tugas Akhir. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Lusiani dkk. 2022. “Perpindahan Kalor”. Bandung. CV Media Sains Indonesia.
- Miftahul Huda, Danang Dwi Saputra. 2021. “Analisis Aliran Udara pada Ruang Pengereng *Low Temperatur Dryer* dengan Simulasi *CFD*”. Jurnal Inovasi Mesin. Semarang. Univeritas Negeri Semarang.
- Muhammad Fahlam Suhelmi dkk. 2022. *Perhitungan Efisiensi Pengereng pada Mesin Pengereng gabah Tipe Flat Bed Dryer di Cv XYZ*. Jurnal Rekayasa Mesin. Karawang. Universitas Singa Perbangsa.
- Muhammad Nur Safin dkk. 2022. “Rancang Bangun Mesin Pengereng Untuk Hasil Pertanian (Studi Kasus Pada Umbi Gadung)”. Jurnal Prosiding Teknik Mesin. Surabaya. Universitas 17 Agustus Surabaya.
- Nazar, Andrew. 2014. *Analisis Perpindahan Panas Pada Oven Untuk Proses Pengerengan Jamur Tiram*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- Riska Rusli, *Et al.* 2018. “Konduktivitas Panas dan Koefisien Pindah Panas Pada Proses Pengerengan Gabah Dengan Mengginakan *Cabinet Dryer*”. Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian. Makassar. Universitas Negeri Makassar.
- Theodore L. Bergaman, Adrien S. Lavine, Frank P. Incropera, David P. Dewitt. *Fundamental of Heat and Mass Transfer Seventh Edition*. United States.
- Zaid. 2015. “Perancangan Mesin Pengereng Cabai Kapasitas 100 Kg/Proses”. Skripsi. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang.