

Simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) Rumah Pengering Umbi Porang Sistem Hybrid Melalui Variasi Beban

Mario I. A. Bili¹, Verdy A. Koehuan^{2*}, Jahirwan Ut Jasron³

¹⁻³) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp. (0380)881597

*Corresponding author: verdy.koehuan@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Pengeringan merupakan salah satu proses pasca panen yang umum dilakukan pada berbagai produk pertanian yang bertujuan untuk menurunkan kadar air bahan hingga ke tingkat yang aman untuk disimpan atau digunakan dalam proses lainnya. Proses pengeringan produk pertanian yang paling banyak dilakukan oleh petani Indonesia adalah dengan cara penjemuran. Dengan melakukan simulasi distribusi dan pola aliran udara, akan memungkinkan untuk menentukan desain bangunan beserta penempatan parameternya. Pemanfaatan energi matahari menggunakan plastik ultraviolet. Mengetahui kinerja pengeringan dan distribusi suhu pada rumah pengering melalui pengujian menggunakan umbi porang dan tanpa umbi porang dari hasil simulasi menggunakan perangkat lunak Gambit 2.4.6 dan Ansys 17.0 : Student Version. Simulasi pola aliran udara panas yang terjadi pada rumah pengering menggunakan model simulasi CFD melalui variasi beban. dalam pengering, hal ini perlu diketahui dengan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Salah satu keuntungan analisis CFD, antara lain, adalah memberikan pemahaman yang detail tentang distribusi aliran perpindahan panas dan massa, serta memungkinkan evaluasi perubahan geometrik.

ABSTRACT

Drying is a common post-harvest process for various agricultural products, aimed at reducing the moisture content of the material to a level that is safe for storage or use in other processes. The drying process for agricultural products most commonly carried out by Indonesian farmers is by sun-drying. By simulating the distribution and pattern of air flow, it will be possible to determine the building design and placement of its parameters. Utilization of solar energy using ultraviolet plastic. Knowing the drying performance and temperature distribution in the drying house through testing using porang tubers and without porang tubers from simulation results using Gambit 2.4.6 and Ansys 17.0: Student Version software. Simulation of the hot air flow pattern that occurs in the drying house using a CFD simulation model through load variations. in the dryer, this needs to be known with Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation. One of the advantages of CFD analysis, among others, is that it provides a detailed understanding of the distribution of heat and mass transfer flows, as well as enabling the evaluation of geometric changes.

Keywords: *Solar Dryer, Bulbs Porang, Hybrid System, Computational Fluid Dynamics*

PENDAHULUAN

Di Indonesia sendiri tumbuhan porang diambil umbinya kemudian dijadikan tepung maupun keripik. Umbi porang ini memiliki kandungan *Glucomannan Konjac* yang tinggi, yaitu sebesar 65%-75% [1].

Pengolahan umbi porang segar menjadi produk kering harus dilakukan secepat mungkin setelah umbi tersebut dipanen, sebagai tanda bahwa keripik iles-iles (umbi porang) telah kering, dan siap digiling (ditumbuk) adalah bila keripik tersebut

dipatahkan akan berbunyi “krek” atau bila kadar air keripik sekitar 12% massa basah.

Metode Perhitungan Dinamika Fluida (*Computational Fluid Dynamic*) atau yang biasa disebut CFD adalah suatu cabang dari mekanika fluida yang menggunakan metode numerik untuk dapat menyelesaikan dan menganalisa elemen-elemen yang akan disimulasikan, Tuakia, Firman. 2008 [4].

Frets Jonas Riewpassa dkk, (2019) Rancangan bangun dan pengujian alat pengering *Solar Drayer* sederhana. Menjelaskan bahwa penggunaan *Solar*

Drayer dinilai higienis dibandingkan dijemur langsung disinar matahari dan juga tidak memakan waktu lama dalam proses pengeringannya [6].

Versteeg and Malalasekera, (1995) Computational Fluid Dynamics (CFD) merupakan program computer perangkat lunak untuk memprediksi dan menganalisis secara kuantitatif aliran fluida, perpindahan panas, transport fenomena dan reaksi kimia, CFD merupakan analisis numerik dengan kontrol volume sebagai elemen dari integrasi persamaan-persamaan, yang terdiri dari persamaan keseimbangan massa, momentum dan energi [7].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilaksanakan dengan metode simulasi CFD menggunakan perangkat lunak (software) dan validasi melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui distribusi temperature dan pola aliran dalam rumah pengering umbi porang. Dimana, perangkat lunak (software) yang digunakan adalah aplikasi *Gambit 2.4.6* dan *Fluent Ansys 17.0*. *Gambit* digunakan untuk menggambar model geometri dan membuat meshing rumah pengering umbi porang. Sedangkan *Fluent* melalui serangkaian iterasi perhitungan berdasarkan metode simulasi CFD. Udara tidak tempatkan (*incompressible*), massa jenis (ρ) pasan jenis, konduktivitas, konduktivitas konstan dan udara bergerak dalam keadaan *steady*. Udara lingkungan dianggap konstan selama simulasi, sehingga konstruksi rumah pengering dan rak jemur yaitu rangka baja ringan tidak diikuti dalam simulasi.

Alat dan Bahan

- Rumah pengering plastic (UV) dengan menggunakan plastik *ultra violet* dengan ukuran panjang 5,5 m, lebar 2,9 m dan tinggi 1,9 m.
- Komputer Asus Windows 10, Processor Intel (R) Core (TM) i3-4130 CPU @ 3,40GHz, Memori 16,0 GB (15,9 GB usable), 64-bit *operating system*.

- Alat ukur seperti pada Gambar 3.2
 - a. *Hot wire anemometer* (digunakan untuk mengukur arah kecepatan angin).
 - b. *Elitech RC-4* dan *Elitech RC-4HA* (digunakan untuk mengukur temperatur dan kelembapan).
 - c. *Molsture Meter* (digunakan untuk mengukur kadar air pada umbi porang).

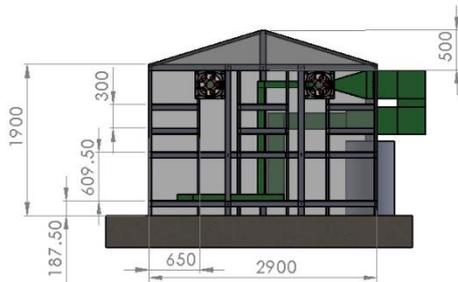
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tumbuhan porang (umbi porang) yang didapat dari petani porang. Rumah pengering yang terbuat dengan menggunakan struktur baja ringan profil C (ketebalan 0,75 mm, lebar 70 mm dan panjang 6 m), baut baja ringan, plastik UV 6% (ukuran per roll 3 x 20 meter, tebal 200 micron atau 0,20 mm).

Dimensi Rumah Pengering

Rancangan rumah pengering dapat dilihat pada Gambar 3.3 sampai Gambar 3.6 terdiri dari lantai beton, rangka baja ringan, dan plastik *ultra violet*. Lantai cor beton berfungsi untuk mencegah kehilangan panas. Rangka bangunan yang berbentuk rumah berfungsi untuk menahan plastik ultraviolet. Plastik *ultra violet* yang digunakan dengan spesifikasi tebal 0,02 mm, transmisi cahaya 85% dan absorbansi 15%. Pengering ini dilengkapi dengan 2 unit blower yang berfungsi untuk mengalirkan udara pengering. Parameter desain dari penelitian ini, jenis rumah pengering yang terdiri dari struktur atap parabola ditutup dengan plastik *ultra violet* dengan ukuran panjang 5,5 m, lebar 2,9 m, tinggi 1,9 m.



Gambar 1. Rumah pengering.



Gambar 2. Tampak Depan Rumah Pengereng (Satuan Dalam Milimeter).

Tahapan Simulasi

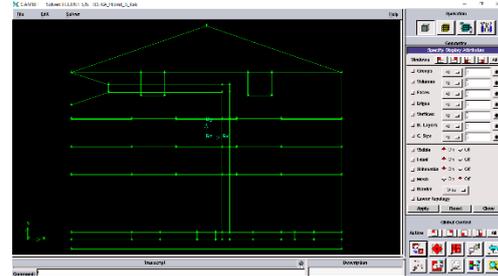
Tahapan simulasi CFD ini dilakukan dengan mengikuti prosedur sebagai berikut.

- Mempersiapkan data awal yang diperoleh dari hasil perancangan rumah pengereng porang (gambar model rancangan menggunakan program *solidworks*).
- Model geometri dan *meshing* serta pendefinisian kondisi batas pada domain komputasi rumah pengereng umbi porang menggunakan perangkat lunak *Gambit 2.4.6*.
- Melakukan pendefinisian model komputasi dan parameter-parameter simulasi serta iterasi perhitungan menggunakan *Fluent Ansys 17.0*.
- Menampilkan karakteristik rumah pengereng seperti distribusi temperatur dan aliran udara dengan menampilkan kontur dan vektor aliran dengan menggunakan *Fluent*.
- Melakukan analisis dan validasi secara eksperimen serta penyimpulan hasil simulasi CFD rumah pengereng umbi porang.

Penggunaan Gambit Dan Fluent

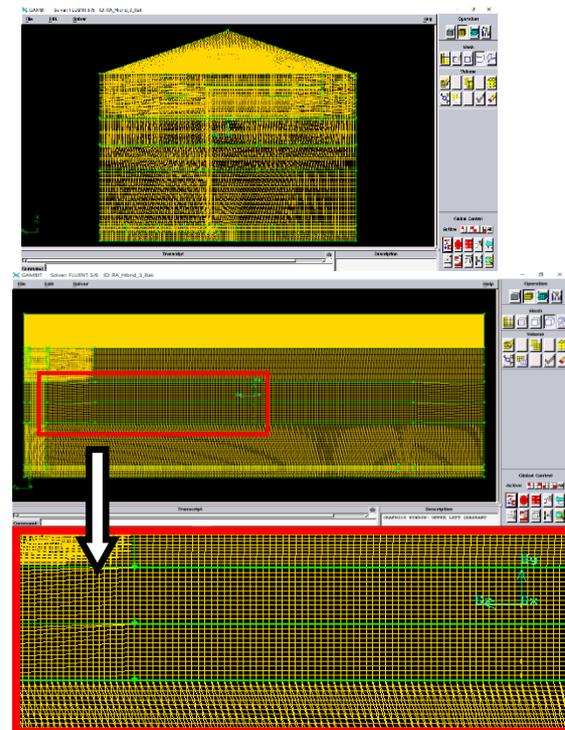
Rumah pengereng umbi porang yang akan disimulasikan terlebih dahulu dibuatkan model geometri 3D dengan menggunakan perangkat lunak *Gambit 2.4.6*, yang meliputi: atap, lantai, dinding, inlet dan outlet. Langkah awal dalam melakukan simulasi (*Computational Fluid Dynamic*) CFD rumah pengereng ialah membuat geometri pada

perangkat lunak gambit dengan menentukan titik koordinat Z, Y, dan X.



Gambar 3. Geometri Rumah Pengereng.

Langkah selanjutnya dengan membuat *meshing* pada rumah pengereng dengan ukuran panjang 5,5 m, lebar 2,9 m, tinggi 1,9 m terlihat pada Gambar 3.9 dan 3.10. Tipe mesh yang digunakan adalah *hex*, dengan total element meshnya 2.820.780. File meshnya di save as dengan format *.msh* kemudian file tersebut diimport pada *fluent*.



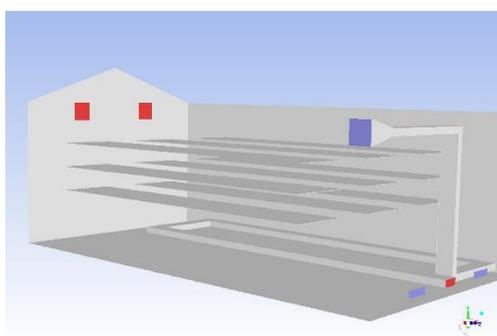
Gambar 4. Meshing pada geometri rumah pengereng umbi porang.

Tabel 1. Detail mesh dan mesh check pada geometri rumah pengering umbi porang.

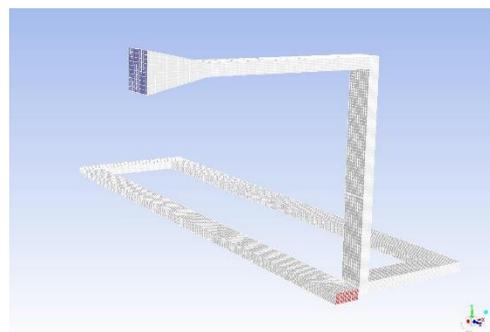
From value	To value	Count in range	% of total count (2820780)
0	0.1	1173917	41.62
0.1	0.2	550365	19.51
0.2	0.3	114603	4.06
0.3	0.4	37089	1.31
0.4	0.5	38255	1.36
0.5	0.6	56869	2.02
0.6	0.7	252873	8.96
0.7	0.8	501523	17.78
0.8	0.9	94440	3.35
0.9	1	846	0.03
0	1	2820780	100.00

Measured minimum value: 1.30575e-010
Measured maximum value: 0.956629

Menjalankan program *Fluent*, dengan cara memilih ikon *Fluent* pada komputer. Memilih 3D Dimension, lalu mencentang seluruh pilihan yang ada di *display option* dan memilih *serial processing* Proses pengaturan diawali dengan mengimport file *mesh* yang ingin disimulasikan. File yang akan dibuka adalah model geometri yang telah di *meshing* pada perangkat lunak *Gambit* versi 2.4.6 model yang telah dibuka akan di lakukan pengecekan apakah model tersebut memiliki kesalahan pada element volume. Pengecekan model telah selesai, selanjutnya dilakukan tahapan pengaturan skala model kedalam satuan meter. Tampilan selanjutnya adalah hasil geometri dari *Gambit* dalam *Fluent*, sehingga dapat dilakukan proses simulasi pada rumah pengering pada software *Ansys* versi 17.0 seperti pada Gambar 7. dan Gambar 8.



Gambar 5. Gemoteri rumah pengering dengan rak jemur pada tampilan di Ansys.



Gambar 6. Gemoteri saluran udara panas dengan mesh pada tampilan di Ansys.

Tabel 2. Pendefinisian material yang digunakan simulasi CFD.

Nama material	Massa jenis (kg/m ³)	Konduktivitas Termal (W/m.K)	Panas Jenis (J/kg.K)
Udara	1,225	0,0242	1006,43
Umbi Porang	0,909	0,5	4102
Plastik UV	1210	0,228	1250
Lantai Semen	1680	0,81	800
Seng	7,140	0,482	390

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Simulasi CFD didahului dengan perhitungan parameter simulasi yaitu variasi laju aliran udara yang melewati *blower* pada saluran udara panas. Perhitungan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu perhitungan debit aliran udara dan perhitungan laju aliran udara dengan menggunakan tiga variasi kecepatan yang berbeda.

Perhitungan debit dan laju aliran udara digunakan tiga variasi beban (8,5 kg, 10 kg, 14 kg) untuk melihat pengaruh laju aliran udara terhadap distribusi temperatur di dalam rumah pengering. Perhitungan dimulai terlebih dahulu perhitungan luas penampang pada *blower* (A), dengan penampang saluran P x L adalah 30 cm x 30 cm:

$$\begin{aligned}
 A &= P.L \\
 &= 25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} \\
 &= 625 \text{ cm}^2 \\
 A &= 0,0625 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Maka perhitungan debit aliran udara (Q) dengan menggunakan satu buah blower untuk setiap variasi kecepatan seperti pada perhitungan berikut :

$$\begin{aligned}
 Q &= V \cdot A \\
 &= 1,3 \text{ m/s} \times 0,0625 \text{ m}^2 \\
 &= 0,0812 \text{ m}^3/\text{s} \\
 \text{Perhitungan laju aliran udara } (\dot{m}) \\
 \dot{m} &= \rho \cdot Q \\
 &= 1,225 \text{ kg/m}^3 \times 1,3 \text{ m/s} \times 0,0625 \text{ m}^2 \\
 &= 0,0994 \text{ kg/s}
 \end{aligned}$$

Tabel 1. Perhitungan debit aliran udara (Q) dan laju aliran udara (\dot{m})

No	Kecepatan V(m/s)	Debit aliran udara (Q)	laju aliran udara (\dot{m})	Keterangan
1	1,3	0,117 m^3/s	0,1433 kg/s	Udara masuk
2	1,44	0,18 m^3/s	0,2205 kg/s	Udara keluar

Hasil dan pembahasan ditulis menggunakan font 10 *Times New Roman* yang meliputi penyajian data/informasi yang diperoleh dan analisis data/informasi sesuai dengan tujuan penulisan artikel ilmiah.

Hasil Simulasi CFD

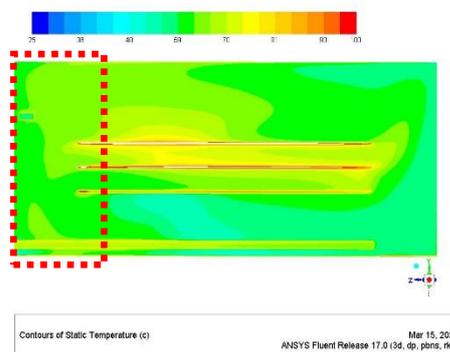
Hasil simulasi CFD dengan menggunakan program Fluent Ansys untuk proses pengeringan umbi porang, melalui variasi laju aliran baik untuk kondisi rumah pengering tanpa beban maupun dengan beban. Beban rumah pengering yaitu umbi porang dengan kadar air awal 70%. Simulasi dilakukan selain laju aliran juga dilakukan variasi waktu pengeringan yaitu jam 10:00, 13:00 dan 15:00 dan 22:00 masing-masing dengan input panas dari tungku biomassa dipertahankan konstan pada temperatur 55 °C.

Distribusi temperatur terhadap waktu pengeringan dengan beban

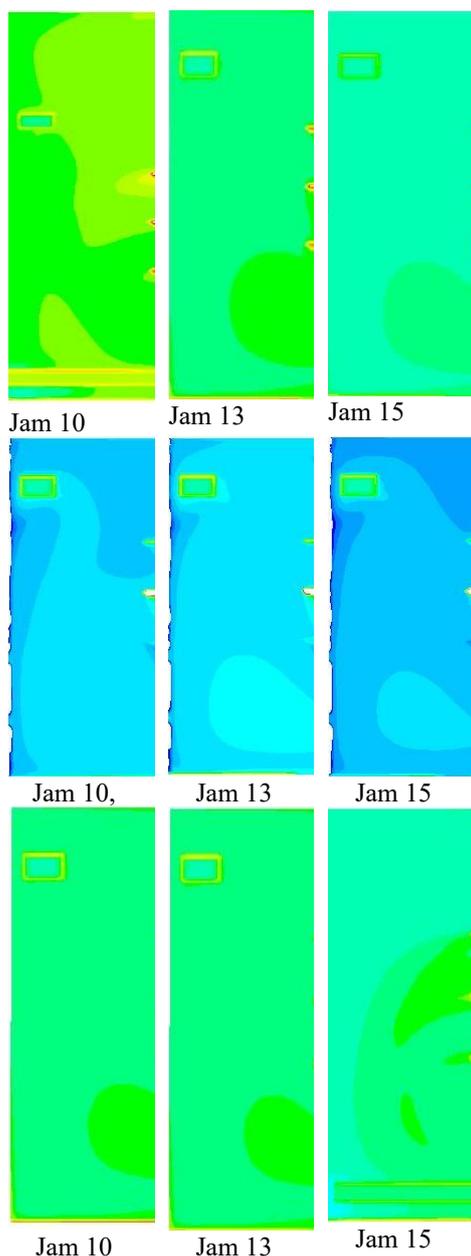
Gambar 6 menunjukkan kontur temperatur dengan beban 8,5 kg pada jam 10.00 dengan kecepatan 1,3 m/s, sedangkan Gambar 7 menunjukkan detail kontur temperatur pada daerah yang ditandai garis putus-putus warna merah masing-masing jam 10:00, 13:00 dan 15:00 dengan kecepatan 1,3 m/s. Skala temperatur dibuat dalam 20 kelompok warna mulai dari 25 °C sampai dengan 100 °C.

Hasil simulasi melalui grafik distribusi temperatur pada Gambar 8. menunjukkan pada laju aliran masuk udara panas tetap (dengan kecepatan 1,3 m/s) untuk waktu simulasi yang berbeda, distribusi temperatur di dalam ruangan dengan waktu simulasi pada jam 10.00 dan menuju ke sore hari (jam 15.00) terjadi penurunan temperatur.

Distribusi temperatur cenderung lebih tinggi terjadi disekitar permukaan rak jemur maupun saluran udara panas. Pada jam yang sama dengan kecepatan aliran masuk udara panas yang berbeda menunjukkan adanya penurunan temperatur. Terlihat dari Gambar 8. menunjukkan temperatur yang relatif menurun terhadap peningkatan kecepatan aliran.



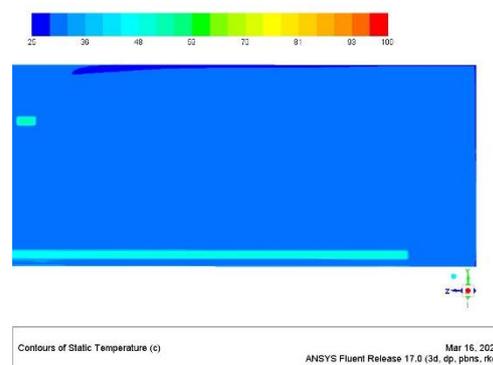
Gambar 6. Kontur temperatur dengan beban 8,5 kg terhadap posisi horizontal pada jam 10.00 dengan kecepatan 1,3 m/s.



Gambar 7. Detail kontur temperatur dengan beban 8,5 kg, 10 kg dan 14 kg terhadap posisi horizontal pada jam 10:00,13.00 dan 15.00 dengan kecepatan 1,3 m/s

Hasil simulasi melalui grafik distribusi temperatur pada Gambar 8 menunjukkan pada laju aliran masuk udara panas tetap (dengan kecepatan 1,3 m/s) untuk waktu simulasi yang

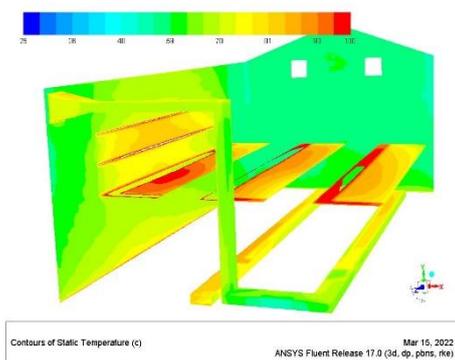
berbeda, distribusi temperatur di dalam ruangan dengan waktu simulasi pada jam 10.00 dan menuju ke sore hari (jam 15.00) terjadi penurunan temperatur.



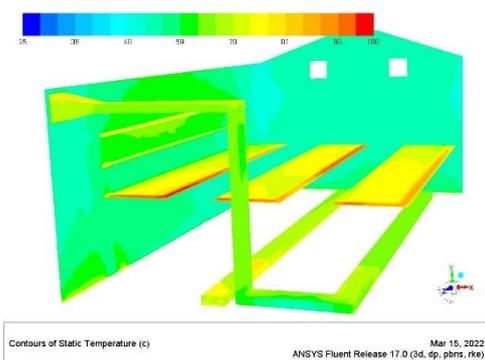
Gambar 8. Kontur temperatur dengan beban pada jam 22:00 dengan kecepatan 1,3 m/s.

Gambar 9. secara khusus menunjukkan hasil simulasi pada kondisi ketika tidak ada radiasi matahari, yakni pada jam 22.00 (jam 10.00 malam). Dari Gambar ini menunjukkan sumber energi panas yang hanya memanfaatkan sumber panas dari tungku biomassa pada laju panas yang sama ternyata tidak berdampak signifikan terhadap peningkatan temperatur dalam rumah pengering. Terlihat temperatur dalam rumah pengering hanya sekitar 36 °C, Sehingga fungsi tungku biomassa pada kondisi malam hari ini hanya untuk menjaga temperatur dalam rumah pengering agar tetap hangat.

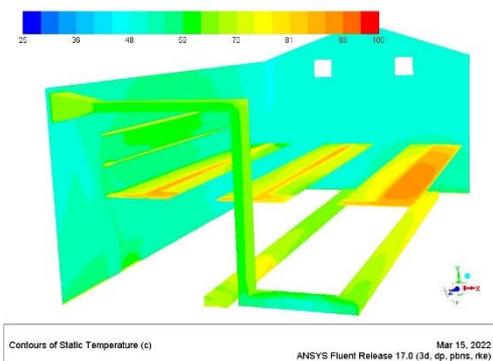
Hasil simulasi melalui grafik distribusi temperatur pada Gambar 8 hingga Gambar 11 menunjukkan pada laju aliran udara panas dengan kecepatan 1,3 m/s untuk waktu simulasi yang berbeda. Distribusi temperatur masing-masing pada permukaan dinding rumah pengering sebelah timur dan selatan dengan waktu simulasi pada jam 10.00 dan menuju ke sore hari (jam 15.00) terjadi penurunan temperatur. Hal ini seiring juga karena adanya penurunan intensitas radiasi matahari.



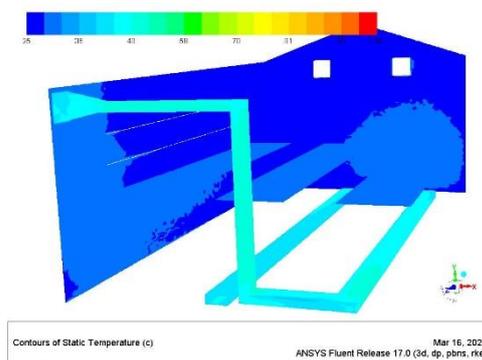
Gambar 9. Kontur temperatur rumah pengering dengan kecepatan 1,3 m/s pada jam 10:00 dengan beban 8.5 kg.



Gambar 10. Kontur temperatur rumah pengering dengan kecepatan 1,3 m/s pada jam 13:00 dengan beban 8.5 kg.



Gambar 11. Kontur temperatur rumah pengering dengan kecepatan 1,3 m/s pada jam 15:00 dengan beban 8.5 kg.

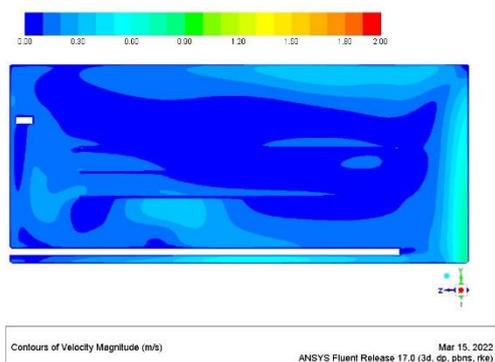


Gambar 12. Kontur temperatur rumah pengering dengan kecepatan 1,3 m/s pada jam 22:00 dengan beban 14 kg.

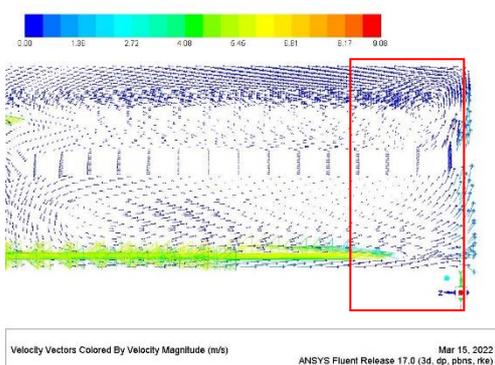
Gambar 12. secara khusus menunjukkan hasil simulasi pada kondisi ketika tidak ada radiasi matahari, yakni pada jam 22.00 (jam 10.00 malam). Dari Gambar ini menunjukkan sumber energi panas yang hanya memanfaatkan sumber panas dari tungku biomassa pada laju panas yang sama ternyata tidak berdampak signifikan terhadap peningkatan temperatur dalam rumah pengering. Terlihat temperatur permukaan dinding rumah pengering hanya sekitar 25 °C mendekati temperatur luar rumah pengering (kondisi malam hari tanpa radiasi matahari).

Variasi beban pengeringan terhadap distribusi aliran

Hasil simulasi dalam bentuk vektor kecepatan seperti pada Gambar 14 pada kecepatan 1,3 m/s untuk waktu simulasi pada jam 10:00 dan jam 22.00 dengan variasi beban yang berbeda. Dimana seperti terlihat dengan variasi beban 8,5 kg, 10 kg dan 14 kg sirkulasi aliran udara dalam saluran udara panas tidak mempengaruhi distribusi aliran udara dalam rumah pengering. Terlihat dari ke tiga variasi beban ini tidak terdapat perbedaan signifikan pola aliran dalam rumah pengering, baik dalam bentuk kontur kecepatan maupun vektor kecepatan.



Gambar 13. Distribusi kecepatan aliran rumah pengering dengan beban 10 terhadap posisi horizontal pada jam 10:00 dengan kecepatan 1,3 m/s.

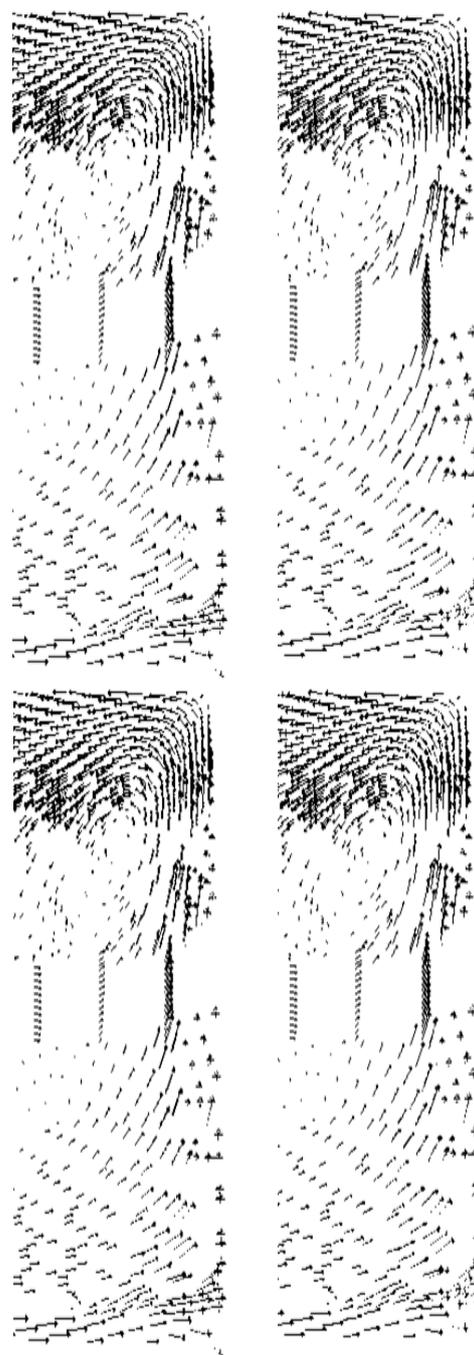


Gambar 14. Vektor kecepatan udara dengan beban 8.5 dalam rumah pengering pada Jam 10:00 dengan kecepatan angin 1.3 m/s.

Pembahasan

Distribusi Temperatur

Hasil simulasi CFD yang ditampilkan melalui grafik dan kontur temperatur untuk melihat distribusi temperatur dalam rumah pengering, selain itu juga dapat mengetahui nilai maksimum, minimum, dan rata-rata temperatur pada setiap hasil simulasi dengan variasi beban pengeringan dengan kecepatan aliran masuk kedalam saluran udara panas tetap.



Gambar 15. Detail vektor kecepatan aliran udara dalam rumah pengering dengan beban 8,5 kg 10 kg, dan 14 kg, jam 10.00 dan jam 22:00 masing -masing pada kecepatan aliran masuk udara panas 1,3 m/s.

Distribusi temperatur dalam rumah pengering dari hasil simulasi CFD ditampilkan pada beban 8,5 kg, 10 kg dan 14 kg dengan kecepatan aliran masuk konstan pada 1,3 m/s. Distribusi temperatur pada beban 8,5 kg dan kecepatan aliran udara panas 1,3 m/s dengan waktu simulasi mulai dari jam 10.00, jam 13.00, dan jam 15.00 menunjukkan penurunan temperatur pada gambar. Begitu juga pada beban 10 kg dan 14 kg pada kecepatan yang sama menunjukkan adanya penurunan temperatur untuk waktu simulasi yang sama.

Penurunan temperatur pada ini selain dipengaruhi oleh perubahan beban pengeringan, tetapi juga dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari yang masuk rumah pengering umbi porang. Peningkatan intensitas radiasi matahari mulai terjadi jam 10.00 hingga jam 12.00 kemudian mengalami penurunan hingga jam 15.00. Peningkatan dan penurunan intensitas radiasi matahari ini menyebabkan peningkatan dan penurunan temperatur dalam rumah pengering. Sedangkan distribusi temperatur dalam rumah pengering melalui peningkatan beban pengeringan pada kecepatan konstan 1,3 m/s relatif menunjukkan adanya penurunan temperatur.

Jika dibandingkan dengan distribusi temperatur pada beban yang lebih tinggi, terjadi sedikit penurunan temperatur dalam rumah pengering pada waktu yang sama. Hal ini menunjukkan dengan peningkatan beban pengeringan tidak diikuti oleh peningkatan laju kalor dari tungku biomassa ke dalam rumah pengering. Sesuai dengan asumsi yang dibuat dalam simulasi CFD ini bahwa laju kalor dari tungku biomassa konstan selama simulasi, sehingga peningkatan kecepatan aliran tentu tidak diikuti dengan peningkatan laju kalor.

Hasil simulasi CFD yang ditampilkan melalui grafik dan kontur temperatur untuk melihat distribusi temperatur dalam rumah pengering terhadap variasi kecepatan aliran masuk udara panas. Distribusi temperatur dalam rumah pengering yang ditampilkan pada kecepatan aliran 1,3 m/s, 1,6 m/s dan 1,8

m/s masing- masing pada jam 10.00, 13.00 dan 15.00 dengan beban pengeringan konstan sebesar 8,5 kg.

Peningkatan temperatur dalam rumah pengering cenderung terjadi pada daerah disekitar rak jemur dan saluran udara panas. Proses pengeringan pada bahan diawali dengan peningkatan temperatur bahan hingga penguapan kandungan air dalam bahan tersebut. Proses ini terlihat dari hasil simulasi bahwa temperatur disekitar rak jemur cenderung lebih tinggi dari udara sekitar.

Penurunan temperatur didalam rumah pengering tidak dipengaruhi oleh perubahan kecepatan aliran masuk udara panas, tetapi cenderung dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari yang masuk rumah pengering umbi porang. Jika dibandingkan dengan distribusi temperatur pada kecepatan yang lebih tinggi, terjadi sedikit penurunan temperatur dalam rumah pengering pada waktu yang sama.

Distribusi kecepatan aliran

Hasil simulasi CFD ditampilkan dalam distribusi kecepatan dan vektor kecepatan di dalam rumah pengering terhadap variasi waktu pengeringan dan beban dengan kecepatan aliran saluran udara konstan sebesar 1,3 m/s. Variasi dari beban 8,5 kg, 10 kg dan 14 kg cenderung tidak mempengaruhi distribusi aliran udara dalam rumah pengering. Terlihat dari ke tiga variasi beban pengeringan ini tidak terdapat perbedaan signifikan pola aliran dalam rumah pengering, baik dalam bentuk kontur kecepatan maupun vektor kecepatan. Pola aliran dalam rumah pengering yang cenderung tidak berubah terhadap variasi beban pengeringan karena dalam simulasi ini kecepatan aliran udara keluar rumah pengering diasumsikan konstan. Sementara variasi beban pengeringan tidak langsung mempengaruhi pola aliran udara dalam rumah pengering.

Hasil simulasi yang dinyatakan dengan kontur maupun vektor kecepatan aliran menunjukkan secara keseluruhan terjadi sirkulasi aliran dari sisi masuk ke sisi keluar rumah pengering. Distribusi kecepatan relatif rendah dengan arah yang acak di daerah

sekitar rak jemur, hal ini sangat baik karena pola aliran seperti ini dapat mempercepat proses pengeringan dengan temperatur yang lebih seragam.

Pola aliran sekitar dinding bagian bawah maupun bagian atas rak jemur dengan vektor yang lebih rapat dan ukuran vektor yang lebih panjang menunjukkan adanya sirkulasi udara dalam rumah pengering. Sirkulasi udara ini sangat penting untuk menjaga keseragaman temperatur dalam proses pengeringan. Dari pola vektor kecepatan, terlihat terdapat dua buah pusaran aliran masing-masing di dekat aliran masuk dan aliran keluar, dimana terjadi pembalikan arah aliran dalam rumah pengering.

KESIMPULAN

Hasil simulasi CFD ditampilkan dalam distribusi temperatur dan pola aliran di dalam rumah pengering terhadap variasi waktu pengeringan dan beban pengeringan umbi porang 8,5 kg, 10 kg dan 14 kg. Variasi beban pengeringan relatif tidak berpengaruh terhadap pola aliran udara panas dalam rumah pengering tetapi cenderung mempengaruhi distribusi temperatur.

Pengaruh peningkatan intensitas radiasi matahari masuk rumah pengering meningkatkan temperatur di dalam rumah pengering, sementara peningkatan beban pengeringan cenderung terjadi penurunan temperatur. Kalor yang berasal dari tungku biomassa cenderung tidak berpengaruh terhadap distribusi temperatur sebagai akibat dari asumsi yang dibuat dalam simulasi ini bahwa panas masuk dari tungku biomassa konstan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. H. Haryadi, "Teknologi modifikasi tepung kasava," *agriTECH*, vol. 31, no. 2, 2011.
- [2]. L. O. Sholahuddin and A. R. Angkat, "Simulasi rancangan mesin pengering efek rumah kaca tipe terowongan untuk pengeringan komoditi hasil pertanian," in *Seminar Nasional II penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi Universitas Tanjungpura*, 2016, pp. 61–66.
- [3]. F. Tuakia, "Dasar-dasar CFD menggunakan FLUENT," *Inform. Bandung*, 2008.
- [4]. F. Terzuoli, M. C. Galassi, D. Mazzini, and F. D'Auria, "CFD code validation against stratified air-water flow experimental data," *Sci. Technol. Nucl. Install.*, vol. 2008, 2008.
- [5]. F. J. Rieuwpassa, S. I. M. Wodi, E. Cahyono, and R. Pangumpia, "Rancang Bangun Dan Pengujian Alat Pengering Solar Dryer Sederhana (Constructing and Experiment of Simple Solar Dryer)," *J. Fishtech*, vol. 8, no. 2, pp. 48–57, 2019.
- [6]. H. K. Versteeg and W. Malalasekera, *An introduction to computational fluid dynamics: the finite volume method*. Pearson education, 2007.
- [7]. B. Xia and D.-W. Sun, "Applications of computational fluid dynamics (CFD) in the food industry: a review," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 34, no. 1–3, pp. 5–24, 2002.
- [8]. H. S. Maulana and A. Kurniawan, "Pengaruh Kecepatan Aliran Udara Panas Terhadap Kualitas Pengeringan Keripik Porang dengan Dimensi Ruang Pengering 1 m³ Menggunakan Heater 700 Watt," *J. IPTEK*, vol. 23, no. 2, pp. 87–92, 2019.
- [9]. M. Z. Pratama, R. Agustina, and A. A. Munawar, "Kajian Pengeringan Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*) berdasarkan Variasi Ketebalan Lapisan Menggunakan Tray Drayer," *J. Ilm. Mhs. Pertan.*, vol. 5, no. 1, pp. 351–360, 2020.
- [10]. Y. P. Ndeo, V. A. Koehuan, and W. Bunganaen, "Simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD) Rumah Pengering Kopi Menggunakan Plastik UltraViolet (UV) Solar Dryer," *LONTAR J. Tek. Mesin Undana*, vol. 8, no. 01, pp. 11–20, 2021.

- [11]. J. P. Holman, “Perpindahan kalor edisi ke enam, alih bahasa, Ir,” *E. Jasfi M. Sc. Lemigas Erlangga*, 1997.
- [12]. K. Burhani, “Dkk. (2014). Pengembangan Media Pembelajaran Perpindahan Panas Radiasi Dengan Variasi Beda Perlakuan Permukaan Spesimen Uji,” *J. Mech. Eng. Learn. Fak. Tek. Univ. Negeri Semarang*, vol. 3, no. 2, pp. 86–93.
- [13]. I. Royana, “Perancangan Teknologi Energi Surya untuk Mengatasi Kekeringan di Daerah Perbatasan: Studi Kasus di Desa Sulamu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur,” *J. Dialog Penanggulangan Bencana*, vol. 11, no. 2, pp. 123–137, 2020, [Online]. Available: <https://jdpb.bnpb.go.id/index.php/jurnal/article/view/169>.