

Rancang Bangun Mesin Pengering Buah Pinang Di Desa Jeruju Besar Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya

Masy'ari^{1*}, Ari Dwi Prasetyo², Eko Widagdo³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Pontianak
Jl. Akhmad Yani Pontianak, Indonesia

*Corresponding author : masyari_ari@yahoo.com

Abstract

Kecamatan Sungai Kakap is one of the largest areca nut-producing areas in Kubu Raya Regency, West Kalimantan. Farmers in Sungai Kakap dry areca nuts by spreading them in spacious yards to ensure they are exposed to sunlight. This method requires extensive empty land and a considerable amount of time for drying. However, unpredictable weather conditions hinder the drying process. This study aims to design and develop an areca nut drying device to meet the increasing demand for areca nuts and enhance their production. To achieve this goal, the first step is designing the areca nut drying machine through simulation using the Ansys application. The second step involves building the drying device based on the Ansys simulation results. The design results from the Ansys simulation show that a source of diffused airflow with 100 mm width is directly channeled into the drying cabinet. At the hot air inlet of the drying chamber, a restraining cover with a 10 mm gap is installed to circulate the hot air within the drying cabinet evenly. The testing results demonstrate that the areca nuts dried in the device show uniform drying based on their color and the wrinkling of the areca nut surfaces across all samples.
Keywords: kubu raya, sungai kakap, kalimantan barat, ansys, areca nuts

Abstrak

Kecamatan Sugai Kakap adalah salah satu kecamatan penghasil buah pinang terbesar di Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Proses penjemuran buah pinang yang dilakukan petani Sungai Kakap dengan cara menjemur di halaman rumah yang luas agar buah pinang terkena sinar matahari, sehingga membutuhkan lahan kosong yang luas dan waktu penjemuran juga terbilang cukup lama. Namun dengan kondisi cuaca yang tidak menentu menghambat proses penjemuran buah pinang tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat pengering buah pinang sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan biji pinang yang semakin banyak dan meningkatkan produksi biji pinang. Untuk mencapai tujuan tersebut tahap pertama adalah melakukan perancangan mesin pengering buah pinang melalui simulasi aplikasi Ansys, kemudian tahap kedua pembuatan alat pengering hasil simulasi Ansys. Hasil penelitian desain dengan simulasi ansys, sumber aliran udara yang sudah terkonveksi langsung disemburkan kedalam lemari pengering dengan lebar aliran 100 mm. Pada saluran masuk udara panas ruang pengering diberikan tutup penghambat dengan sisa celah 10 mm guna menghambat udara panas agar bersirkulasi secara merata pada ruang lemari pengering. Dari hasil proses pengujian buah pinang yang dikeringkan sudah terlihat merata dari warna dan perubahan permukaan buah pinang yang sudah mengkerut untuk semua buah pinang.

Kata Kunci: kubu raya, sungai kakap, kalimantan barat, ansys, biji pinang

1. Pendahuluan

Kabupaten Kubu Raya adalah salah satu Kabupaten di Kalimantan Barat yang memiliki lahan tanaman pinang seluas 902 hektar yang tersebar di 6 kecamatan. Salah satu penghasil buah pinang terbesar adalah di Kecamatan Sugai Kakap. Berdasarkan data Berdasarkan monitoring Kementerian Pertanian yang dilakukan di Kecamatan Sungai Kakap, harga biji pinang mencapai Rp 25.000,- perkilogramnya [1]. Biji pinang juga merupakan salah satu komoditi yang sangat mudah untuk di perdagangkan di dalam dan luar negeri, karena dapat

disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama.

Proses pengolahan buah pinang sendiri terdiri dari penjemuran dan pengupasan biji pinang. Penjemuran buah pinang masih dilakukan petani di wilayah Sungai Kakap secara manual atau tradisional, yaitu dengan cara menjemur di halaman rumah yang luas agar buah pinang terkena sinar matahari. Selain membutuhkan lahan kosong yang luas dan waktu yang dibutuhkan untuk penjemuran juga terbilang cukup lama, yaitu berkisar antara 14-15 hari dengan kualitas pengeringan sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Namun

dengan kondisi cuaca yang tidak menentu menghambat proses penjemuran buah pinang tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat pengering buah pinang sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan biji pinang yang semakin banyak, meningkatkan produksi biji pinang serta mengatasi kekurangan pada mesin pengering buah pinang yang sudah ada, maka diperlukan alat yang dapat memenuhi semua kebutuhan tersebut. Selain itu, tujuan dari penelitian ini adalah lebih difokuskan pada pengembangan unjuk kerja model mesin pengering buah pinang. Pengembangan mesin pengering ini dirancang dengan pendekatan distribusi dan sirkulasi udara panas yang merata. Agar proses pengeringannya merata maka buah pinang yang dikeringkan peletakkan dengan model digantung [2] dan menerapkan sistem konduksi untuk mempertahankan mutu buah pinang [3].

Terdapat beberapa penelitian yang terkait dengan pengering buah pinang maupun alat pengering lainnya diantaranya adalah pengering buah pinang berbasis Arduino dan *Tray Dryer*. Secara umum, kedua alat ini belum memenuhi kriteria ergonomis yang seharusnya diterapkan guna memberikan dampak yang baik terhadap petani pinang. Untuk alat pengering berbasis Arduino tergolong kecil sehingga kurangnya efisiensi pengeringan buah pinang dalam jumlah banyak [4]. Dengan sistem Arduino sistem alat ini telah dirancang otomatis sehingga akan berhenti apabila kelembaban telah mencapai 15% [5]. Sedangkan pada alat *Tray Dryer* asap yang dihasilkan dari proses pembakaran masuk ke ruang pengeringan sehingga menurunkan kualitas dan harga dari buah pinang [6]. Proses penjemuran buah pinang menggunakan alat pengering tenaga surya lebih efisien dari pada penjemuran secara langsung atau tradisional [7]. Pada penelitian performansi alat pengering terowongan tenaga surya tipe *Hohenheim* untuk pengeringan kerupuk tiram [8]. Hasil penelitian alat pengering terowongan tipe *Hohenheim* ini layak digunakan untuk

proses pengeringan kerupuk tiram dengan ketebalan lapisan 6mm dalam waktu yang singkat. Kemudian pada penelitian yang terkait dengan simulasi menunjukkan perbandingan antara data hasil percobaan dan data hasil simulasi memperlihatkan kecenderungan yang sama [9]. Pada penelitian simulasi lemari pengering tenaga surya dengan prisma kaca menggunakan *computational fluid dynamics* [10], hasil simulasi diperoleh perubahan distribusi temperatur udara terhadap waktu yang terjadi pada bidang XY dan bidang XZ lemari pengering temperatur udara tertinggi terjadi pada bagian bawah lemari pengering dengan temperatur udara sebesar 333 K.

Indonesia adalah salah satu eksportir terbesar ke berbagai negara lain, dan merupakan komoditas ekspor yang laku di pasaran. Namun proses pengolahan buah pinang tidak mudah, yaitu diawali dengan proses penjemuran hingga pengolahan biji. Proses penjemuran akan menjadi faktor penting dalam kualitas panen, ketahanan buah pinang bergantung pada cuaca dan teknik pengeringan yang dilakukan. Proses pengeringan yang dilakukan masyarakat masih dilakukan dengan cara tradisional yaitu dengan metode hampar di pekarangan luas, seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penjemuran pinang di pekarangan luas

Pengeringan buah pinang dengan metode digantung ini terbilang masih baru [7]. Pilihan cara digantung merupakan inovasi baru, agar kualitas hasil panen tetap terjaga. Petani pinang memanfaatkan metode penjemuran ini untuk memudahkan proses penjemuran disaat cuaca sedang tidak stabil. Selain memakan banyak tempat, proses pengeringan buah pinang dengan

metode hampar juga tidak berlangsung dengan merata, karena itu beberapa petani mulai beralih melakukan penjemuran buah pinang dengan metode digantung. Dengan efisiensi yang lebih baik penulis juga menerapkan pengeringan buah pinang dengan metode gantung pada alat pengering buah pinang ini.

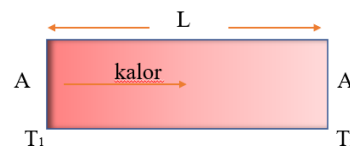
Tungku pembakaran adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk melakukan pembakaran sebagai sumber penghasil panas. Adapun bahan bakar yang paling umum digunakan pada tungku pembakaran adalah gas alam, termasuk LPG, bahan bakar minyak, dan bahan bakar kayu. Dalam beberapa kasus pemanasan resistensi listrik juga sering digunakan sebagai sumber panas, jika biaya listriknya rendah.

Blower adalah Mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu, juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu [11]. Biasanya blower digunakan untuk mensirkulasikan gas-gas tertentu didalam suatu ruangan. Blower sentrifugal pada alat pengering buah pinang dimanfaatkan untuk proses pemindahan udara panas dari tungku pembakaran, yang akan dimanfaatkan pada lemari pengering untuk proses pengeringan buah pinang.

Menurut kementerian pertanian eksportasi pinang dari Kalbar akan meningkat 200%, pada tahun 2018 yang tercatat eksportasi 3.643,21 ton [1]. Pasar biji pinang cukup luas meliputi negara India, Bangladesh, Iran, Afganistan, China dan Myanmar. Pinang berpotensi sebagai sumber pendapatan pada sektor ekonomi warga, mengingat kualitas buah yang menjanjikan untuk bahan industri, baik kecantikan, obat dan lain-lain. Sektor aktivitas petani permintaan buah pinang cukup stabil dan harga per 1 kilogramnya bisa mencapai Rp25.000,00- daya tarik ini yang membuat sebagian besar warga penggar mencari tambahan pendapatan ekonomi. Berdasarkan uraian tersebut, pekerjaan petani pinang dapat diefisiensikan

dengan penerapan alat pengeringan buah pinang secara modern. Buah pinang segar umumnya memiliki kadar air sebesar 67,27%, dan rata-rata kadar air pinang kering adalah 6,49% [12]. Kadar air biji pinang kering sudah mencapai kadar aman untuk penyimpanan.

Panas adalah salah satu bentuk energi yang dapat dipindahkan dari suatu tempat ke tempat lain, Perpindahan kalor/panas (heat transfer) adalah perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu di antara benda atau material. Proses terjadinya perpindahan panas dapat dilakukan secara langsung, yaitu fluida yang panas akan bercampur secara langsung dengan fluida dingin tanpa adanya pemisah. Secara tidak langsung, yaitu bila diantara fluida panas dan fluida dingin tidak berhubungan langsung tetapi dipisahkan oleh sekat-sekat pemisah. Frank Kreith dan Mark S. Bohn mengklasifikasikan perpindahan panas dalam tiga bahagian yaitu konduksi, konveksi dan radiasi [13]. Dimana ketiga hal tersebut dapat di ilustrasi dari proses sederhana berikut.



Gambar 2. Perpindahan kalor secara konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi (gambar 2) adalah perpindahan kalor melalui zat perantara dimana partikel-partikel zat perantara tersebut tidak berpindah. Secara matematis rumus yang digunakan dalam perpindahan kalor secara konduksi jika dituliskan adalah sebagai berikut:

$$H = KA \frac{\Delta T}{L} \quad (1)$$

$$H = KA \frac{(T_1 - T_2)}{L} \quad (2)$$

Dengan:

T_1 = Bagian logam bersuhu tinggi

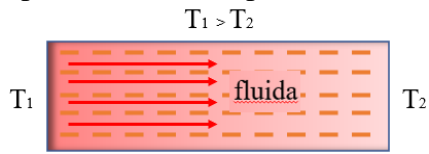
T_2 = Bagian logam bersuhu rendah

A = Luas logam

L = Tebal logam

K = Koefisien konduksi termal

H = Jumlah kalor yang merambat pada logam per satuan waktu per satuan luar



Gambar 3. Perpindahan kalor konveksi

Perpindahan kalor secara konveksi (gambar 3) adalah perpindahan kalor karena aliran zat yang dipanaskan konveksi hanya akan terjadi pada zat yang dapat mengalir, yaitu zat cair dan zat gas. Secara matematis rumus yang digunakan dalam perpindahan kalor secara konveksi jika dituliskan adalah sebagai berikut:

$$H = hA \Delta T \quad (3)$$

Dengan:

ΔT = Perubahan suhu

A = Luas penampang aliran

H = koefisien konveksi termal

H = Jumlah kalor yang berpindah per satuan waktu

Perpindahan kalor secara radiasi adapat dilihat dari contoh sederhana yaitu seperti energi yang dipancarkan matahari sampai di bumi berupa gelombang elektromagnetik. Cara perambatan inilah disebut radiasi, yang tidak memerlukan adanya media zat perantara. Secara matematis rumus yang digunakan dalam memperoleh energi per satuan luas per satuan waktu jika dituliskan adalah sebagai berikut:

$$W = e\sigma T^4 \quad (4)$$

Dengan:

W = Energi yang dipancarkan (watt/m²)

σ = Konstanta Stefan-Boltzmann (5,672 × 10⁻⁸ watt/m²K⁴)

T = Suhu mutla (K)

E = Koefisien emisivitas (0 < e < 1)

Efisiensi pengeringan sangat penting untuk menentukan nilai kualitas kerja dari alat pengering yang dibuat. Efisiensi pengeringan dinyatakan sebagai perbandingan kalor yang digunakan untuk penguapan kadar air pada buah pinang terhadap sirkulasi udara panas pada lemari pengering buah pinang. Untuk mencari kalor yang digunakan untuk mengeringkan

kandungan air dari buah pinang (Qe) dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_e = (M_w - M_k) \times h_{fg} \quad (5)$$

Dengan:

Qe = Kalor yang digunakan untuk pengeringan (kJ)

Mw = Massa basah bahan (kg)

Mk = Massa kering bahan (kg)

H_{fg} = Entalpi penguapan pada temperatur rata-rata (kJ/kg)

Efisiensi *Thermal* adalah suatu ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti mesin pembakaran, alat pengeringan dan sebagainya. Panas yang masuk adalah energi yang didapatkan dari sumber energi. Output yang diinginkan dapat berupa panas atau kerja, atau mungkin keduanya. Pada tulisan ini efisiensi *thermal* yang dicari yaitu panas yang merata pada lemari pengering buah pinang dengan cara mengubah aliran distribusi udara panas pada lemari pengering buah.

ANSYS adalah sebuah aplikasi analisis elemen hingga dengan kemampuan menganalisa dengan cakupan yang luas untuk berbagai jenis masalah. ANSYS mampu memecahkan persamaan differensial dengan cara memecahnya menjadi elemen-elemen yang lebih kecil. ANSYS merupakan tujuan utama dari paket permodelan elemen hingga untuk secara numerik memecahkan masalah mekanis yang berbagai macam. ANSYS biasa digunakan untuk melakukan analisa struktur statis dan dinamis baik linear dan non-linear, distribusi panas dan masalah cairan, begitu juga dengan ilmu bunyi dan masalah elektromagnetik. Teknologi ANSYS mekanis mempersatukan struktur dan material yang bersifat non-linear. ANSYS dapat mengimpor data CAD (*Computer Aided Design*) dan juga memungkinkan untuk membangun geometri dengan kemampuan yang "*preprocessing*". Demikian pula dalam *preprocessor* yang sama, elemen hingga model yang diperlukan untuk perhitungan dihasilkan, setelah mendefinisikan beban dan melakukan analisis, hasil dapat dilihat sebagai numerik

dan grafis. ANSYS bekerja dengan sistem metode elemen hingga dimana penyelesaiannya pada suatu objek dilakukan dengan pendeskritisasian dimana membagi atau memecah objek analitis satu rangkaian kesatuan ke dalam jumlah terbatas elemen hingga yaitu menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan dihubungkan dengan node [14].

2. Metode Penelitian

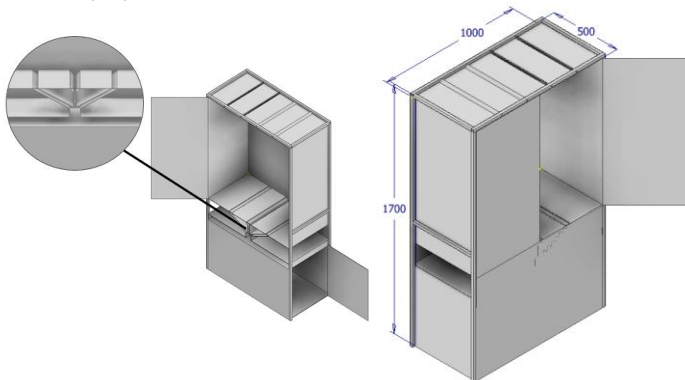
2.1 Data Awal Perancangan

Dalam proses perancangan maka dibutuhkan pengambilan data awal untuk mempermudah proses perancangan lemari pengering buah pinang dengan efisiensi *thermal* yang baik, data yang digunakan berasal dari hasil eksperimen pengeringan buah pinang [15]. Adapun data awal berupa parameter-parameter yang harus terpenuhi, yaitu:

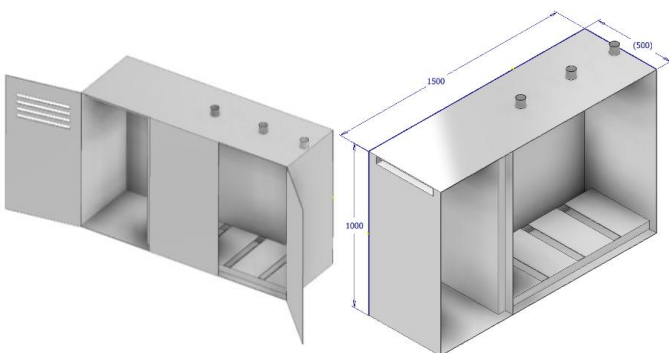
- a. Temperatur = $45^{\circ}\text{C}/318,15 \text{ [K]}$
- b. Kec. Aliran = $13,26 \text{ m/s}$
- c. Kap. Lemari = 30 kg

2.2 Rancangan Sistem

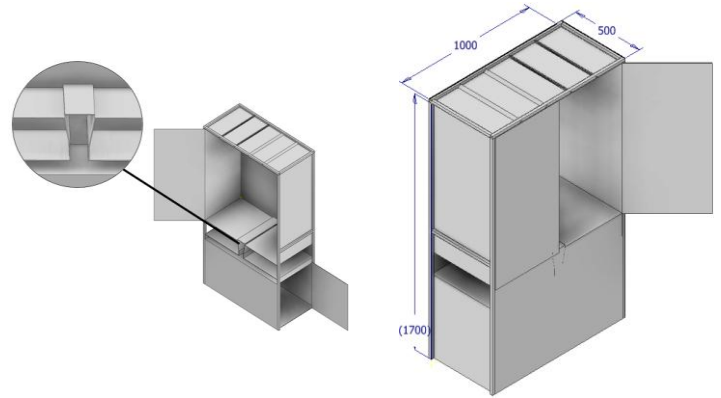
Adapun rancangan sistem dapat dilihat pada detail desain pengering Gambar 4, 5, dan 6.



Gambar 4. Detail Desain 1



Gambar 5. Detail Desain 2



Gambar 6. Detail Desain 3

2.3 Tahap Simulasi

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode *Finite Elements Analysis* dimana analisa suatu objek dilakukan dengan memecah objek tersebut menjadi bagian-bagian kecil (*finite elements*) yang disebut *mesh* dan dihubungkan oleh *node* [14]. Adapun tahapan simulasi yang dilakukan pada penelitian dengan menggunakan ANSYS yaitu sebagai berikut:

a. Pre-Processing

Tahap pertama yaitu tahap *pre-processing* yaitu mengolah data mentah atau pembuatan suatu geometri, menentukan aliran masuk dan aliran keluar serta menentukan dinding pada objek simulasi.

b. Fase Solution

Melakukan meshing, dan menentukan data awal seperti memasukkan beban gravitasi (berat sendiri), memasukkan beban suhu $318,15 \text{ [K]}$ dengan kecepatan aliran $13,26 \text{ m/s}$, *results countour temperature* dan menjalankan perhitungan pada program ANSYS. Meshing pada simulasi ini diatur mengikuti pengaturan bawaan aplikasi ANSYS, hanya mengubah penjelasan geometri menjadi "*The geometry consists of only fluid regions with no voids*".

c. Fase Postprocessing

Melihat hasil perhitungan yaitu menampilkan data perpindahan nodal kecepatan aliran dan temperatur, menampilkan nilai perpindahan suatu nodal dalam keseluruhan rentang waktu perhitungan, menampilkan data tampilan perpindahan temperature melalui *streamline* dan *vector* yang dapat dilihat dengan

tampilan *color variable temperature*.

2.4 Analisa

Setelah melakukan simulasi pada ketiga desain dilakukan analisa visual efektivitas penyebaran temperature pada ruang pengering. Hasil analisa ini dilakukan untuk menentukan desain aliran paling efektif pada saat proses pengeringan buah pinang berlangsung.

2.5 Tahap Pembuatan Alat

Adapun penentuan alat yang akan dibuat ditentukan berdasarkan distribusi pola aliran yang merata.

2.6 Pengujian Alat

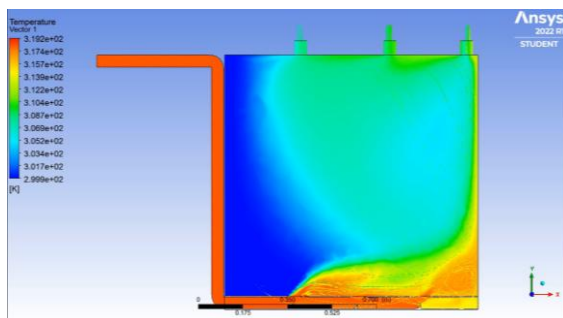
Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat pengering pinang dapat bekerja dengan baik. Selain itu, pengujian dilakukan untuk mengetahui keberhasilan penerapan metode gantung dan sistem konduksi pada pengering pinang.

3. Hasil dan Pembahasan

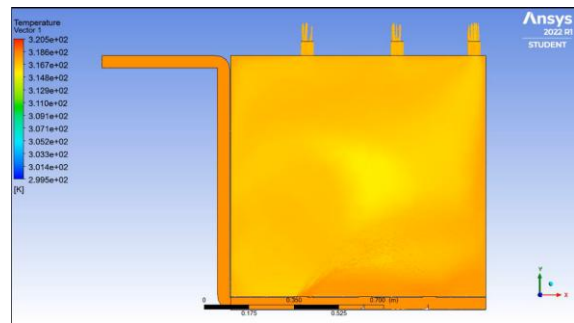
3.1 Hasil

Hasil simulasi dilakukan dengan melihat data tampak visual pada gradiasi warna dan parameter yang ditampilkan pada desain aliran udara lemari pengering buah pinang, seperti yang tampak pada gambar berikut ini.

a. Hasil Simulasi Desain 1

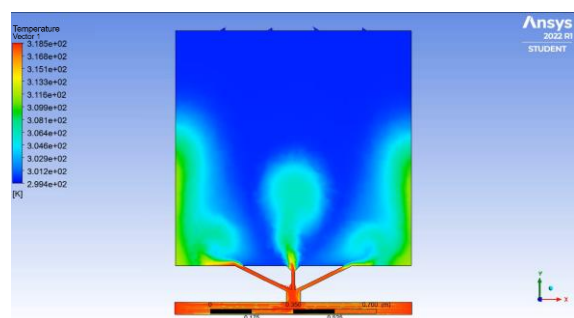


Gambar 7. Hasil simulasi desain 1 (pemanasan awal)

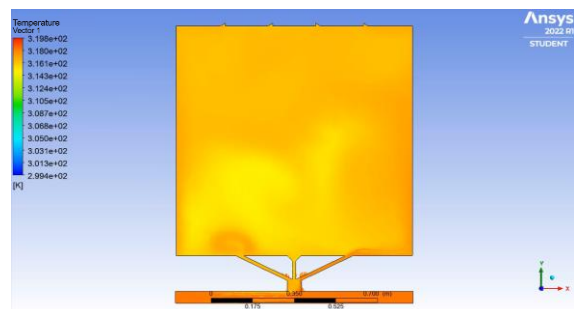


Gambar 8. Hasil simulasi pengering desain 1 (pengeringan berlangsung)

b. Simulasi Desain 2

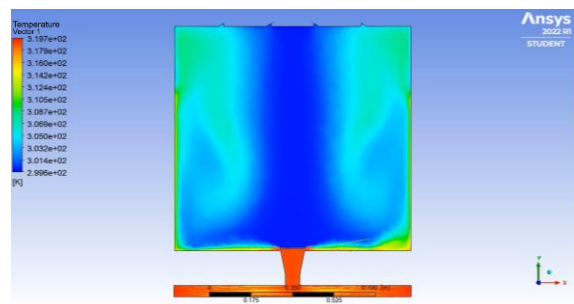


Gambar 9. Hasil simulasi pengering desain 2 (pemanasan awal)

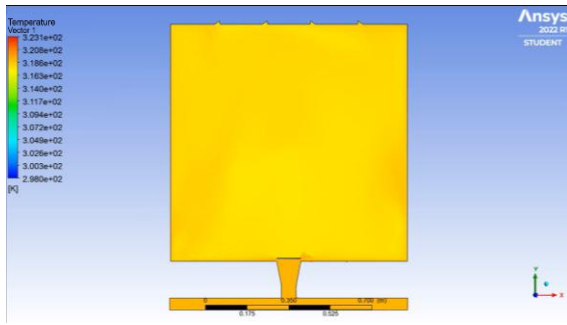


Gambar 10. Hasil simulasi pengering desain 2 (pengeringan berlangsung)

c. Simulasi Desain 3



Gambar 11. Hasil simulasi pengering desain 3 (pemanasan awal)

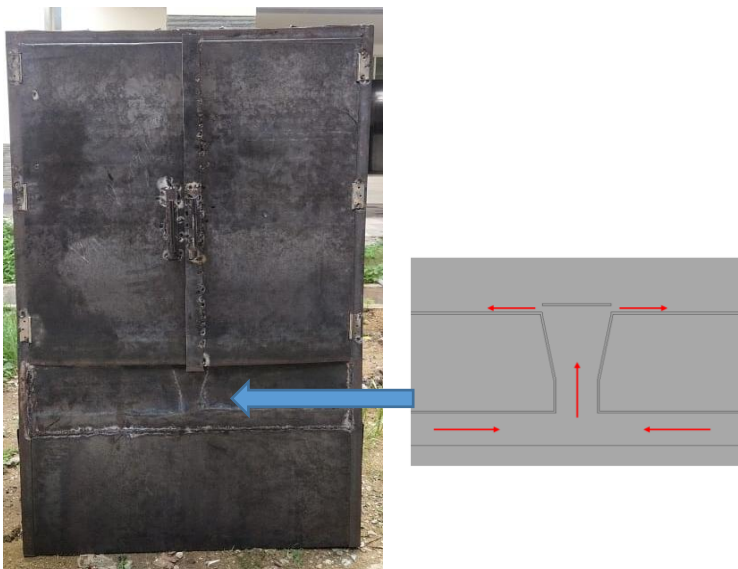


Gambar 12. Hasil simulasi pengering desain 3 (pengeringan berlangsung)



d. Hasil Pembuatan dan Pengujian Alat Pengeringan Buah Pinang

Berikut ini adalah alat pengering pinang hasil simulasi desain 3, seperti yang terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 13. (a) Gambar Alat Pengering, (b) Model sirkulasi udara panas

Adapun hasil pengeringan dan pengujian alat pengering buah pinang menggunakan bahan bakar campuran sabut kelapa dan tempurung kelapa, seperti yang terlihat pada Gambar 12 dan 13 berikut ini.



Gambar 14. Buah Pinang yang sudah dikeringkan dengan alat pengering



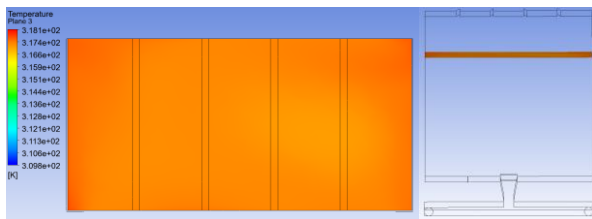
Gambar 15. Proses pengujian alat pengering

3.2 Pembahasan

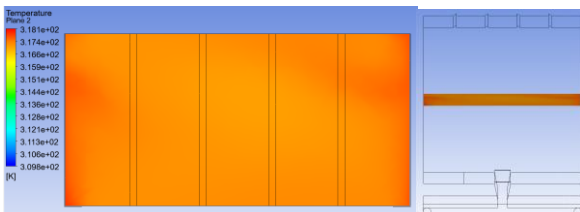
Dari hasil simulasi dengan aplikasi Ansys terlihat distribusi aliran panas yang dihasilkan oleh desain 3 lebih merata dibandingkan dengan desain 1 dan 2. Hal ini didukung dari data penyebaran panas yang diambil di beberapa titik secara horizontal pada ketiga desain pengering, seperti yang terlihat pada Gambar 14, 15 dan 16. Hal ini juga terlihat dari degradasi warna yang dihasilkan hasil simulasi, pada desain 3 degradasi warna yang dihasilkan sama.

Sementara itu, pada saat pengujian proses pengeringan lebih difokuskan untuk melihat distribusi dan aliran panas sesuai hasil analisa simulasi. Hal ini dilakukan untuk membuktikan bahwa distribusi aliran panas hasil desain 3 dapat menghasilkan pengeringan buah pinang yang merata seperti yang terlihat pada Gambar 12. Dari

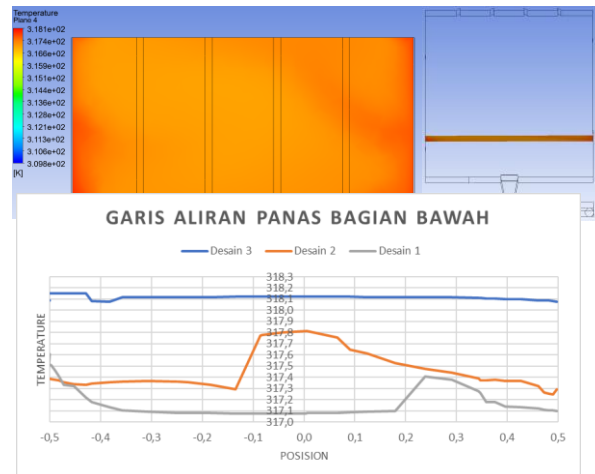
hasil proses pengujian terlihat buah pinang yang dikeringkan sudah terlihat merata dari warna dan perubahan permukaan buah pinang yang sudah mengkerut untuk semua buah pinang, seperti yang terlihat pada Gambar 12. Namun hasil pengujian masih diperlukan pengujian ulang menggunakan sistem kontrol Arduino. Karena pada saat proses pengujian alat, sistem Arduino masih terdapat kendala dalam sistem pemrogramannya.



Gambar 26. Penarikan garis aliran panas dan data grafik penyebaran panas bagian atas



Gambar 37. Penarikan garis aliran panas dan data grafik penyebaran panas bagian tengah



Gambar 48. Penarikan garis aliran panas dan data grafik penyebaran panas bagian bawah

4. Kesimpulan

Hasil simulasi menggunakan aplikasi Ansys terlihat bahwa bentuk pola distribusi dan aliran panas yang paling merata pada desain 3, dimana sumber aliran udara yang sudah terkonveksi akan langsung disemburkan kedalam lemari pengering dengan lebar aliran 100 mm, pada saluran masuk udara panas ruang pengering diberikan tutup penghambat dengan sisa celah 10 mm guna menghambat udara panas agar bersirkulasi secara merata pada ruang lemari pengering. Hal ini juga dapat dilihat dari warna buah pinang yang dikeringkan kondisinya hampir merata.

Ucapan terimakasih

Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada Jurusan Teknik Mesin Polnep atas bantuan dana yang dianggarkan melalui dana PNBPN, hingga selesainya penelitian ini.

Referensi

- [1] Mawardi, K., dkk, 2021. "Harga Pinang Kering Naik, Disbun Kubu Raya Catat 902 Hektar Lahan Masyarakat Ditanami Pinang", Kota Pontianak. Kantor Berita Radio Nasional.
- [2] Fahmi, 2020. "Proses Pengolahan Pinang Kering Agar Tahan Lama",

- Kota Jambi. Lentera Mantang.
- [3] Putra, dkk, 2020. “Alat Pengering Biji Pinang Berbasis Arduino”, Padang. JTEV Rumokoy, 1992. “Pengaruh Cara Ekstraksi dan Ukuran Buah Terhadap Kadar Tanin Buah Pinang”, Manado. Jurnal Penelitian Kelapa 5(2): 13-16.
- [4] Eddi Paisal, dkk, 2018. “Rancang Bangun Alat Pengering Tipe *Tray Dryer*”, Kota Payakumbuh. Jurnal Agroteknika.
- [5] Putra, F. I., dan Pulungan, A, B. 2020. “Alat Pengering Biji Pinang Berbasis Arduino“. JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional), Volume 6 Number 1 (2020).
- [6] Hidayat Rizky. 2021. “Analisa Kinerja Alat Pengering Buah Pinang Menggunakan Energi Surya Dengan Membandingkan Pengeringan Di Bawah Sinar Matahari Secara Langsung (Trdisional)“. Kota Pekanbaru, Universitas Islam Riau.
- [7] Khathir, R, dkk. 2020. “Performansi Alat Pengering Terowongan Tenaga Surya Tipe Hohenheim untuk Pengeringan Kerupuk Tiram“. *agriTECH*, 40 (4) 2020, 263-269.
- [8] Permatasari, R, dkk, 2015. “Distribusi Temperatur Pada Microwave menggunakan Metode CFD“, *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)*, Banjarmasin, 2015.
- [9] Diana., L, dkk, 2021. “Simulasi Lemari Pengering Tenga Surya Dengan Prisma Kaca Menggunakan Computational Fluid Dynamics“. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, Vol. 5, No. 1, 2021: 01-10.
- [10] Nugroho, dkk, 2012. “Pengertian Blower dan Fan”, Jakarta. EGC.
- [11] Kreith., Frank. et al., 2011. “*Principles of Heat Transfer*“, 7th edition, Cengage Learning, Inc, Stamford, USA.
- [12] Agusra, M., “2019. “Kajian Keseragaman Pengeringan Biji Pinang (Areca Catechu L) Menggunakan Alat Pengering Tipe Hohenheim”, Banda Aceh. Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala.
- [13] Hidajat, R., dan Lulus, L. 2005. “Teori dan Penerapan Metode Elemen Hingga“. Surakarta. UNS Press.
- [14] Perdana Arya. 2008. “Lampiran A Langkah-Langkah Simulasi Dengan Program Ansys V8.0“. Depok. Universitas Indonesia.
- [15] Firmansyah. 2015. “Rancang Bangun Alat Pengering Buah Pinang Dengan Metode Kansei Engineering Dan Desain Eksperimen Di Desa Sungai Berembang Kabupaten Kuburaya. Pontianak“. Universitas Tanjungpura.