

# ANALISIS NUMERIK SISTEM PENGERINGAN DAGING DENGAN MENGGUNAKAN ALAT PENGERING ENERGI SURYA

**I Ketut Guna Arta**

Program Studi Teknik Mesin Program Pascasarjana-Universitas Udayana Denpasar

[ketut.gunaarta@yahoo.com](mailto:ketut.gunaarta@yahoo.com)

**Abstrak:** Energi surya merupakan sumber energi yang tidak pernah habis, sehingga menjadi potensi sumber energi untuk berbagai kebutuhan. Manfaat terbesar dari pemanfaatan energi surya adalah karena energi ini berkelanjutan dan bebas dari polusi. Salah satu pemanfaatan energi surya adalah sistem pengering. Pengeringan merupakan metode pengawetan dengan cara pengurangan kadar air dari bahan sampai batas yang diinginkan sehingga dapat memperpanjang daya simpan. Menyadari pentingnya proses pengeringan terhadap produk untuk keperluan penyimpanan dalam waktu lama, maka dikembangkan alat pengering daging energi surya. Alat pengering daging energi surya dianalisis menggunakan pemodelan simulasi CFD untuk mengetahui proses pengeringan yang terjadi di dalam alat pengering tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh sistem pengering daging energi surya yang optimal. Salah satu manfaat penggunaan simulasi menggunakan CFD adalah ukuran alat dapat dimodifikasi sedemikian rupa tanpa memerlukan biaya yang besar. Proses simulasi dilakukan dalam beberapa tahap yaitu pembentukan geometri dari alat pengering, *meshing* geometri yang sudah terbentuk, penentuan kondisi batas dan analisa menggunakan *software* Fluent. Penelitian dilakukan dalam dua hari. Besaran-besaran yang dipakai dalam analisis pada Fluent diperoleh melalui hasil perhitungan dengan mengacu pada pengukuran temperatur udara yang masuk pada *inlet* alat pengering. Hasil dari simulasi dituangkan ke dalam bentuk gambar dan grafik. Dari hasil pengukuran dan perhitungan, diperoleh temperatur udara masuk pada *inlet* tertinggi adalah 305K dan terendah adalah 301K. Data tersebut kemudian diolah dengan memasukkan harga radiasi pada setiap dinding dari alat pengering. Berat daging keseluruhan yang dikeringkan adalah 25kg. Berdasarkan perhitungan, massa akhir daging setelah dikeringkan adalah 7,1kg dengan penurunan kadar air sebesar 17,9kg. Untuk mengeringkan daging sampai mencapai massa akhir 7,1kg dibutuhkan waktu 9,178 jam. Dari simulasi terhadap sistem pengeringan daging yang telah dilakukan diperoleh hasil pengeringan pada temperatur awal 305K mempunyai hasil yang lebih baik bila dibandingkan dengan hasil dengan temperatur awal 301K.

**Kata kunci:** Energi surya, Sistem pengering, simulasi, CFD.

*Abstract: Solar energy is the energy source that never runs out, thus becoming a potential source of energy for a variety of needs. The greatest benefit of the utilization of solar energy is that because this energy exists continuously and free from pollution. One of the utilization of solar energy is drying system. Drying is a preservation method by reducing the moisture content of the material to the desired boundary so as to extend the shelf life. Recognizing the importance of the process of drying the product for storage purposes for a long time, then the meat drier developed solar energy. Drier meat solar energy is analyzed using CFD simulation modeling to determine the drying process that occurs in the drier. The purpose of this study is to obtain a system for meat dryer optimal solar energy. One of the benefits of using simulation using CFD is the size of the tool can be modified in such a manner without the need for a large fee. Process simulation is done in several stages, the formation of the dryer geometry, meshing the geometry that has been formed, the determination of boundary conditions and analysis using FLUENT software. The study was conducted in two days. Quantities used in the analysis of the results obtained through the FLUENT calculation by reference to the measurement of the incoming air temperature at the inlet of the dryer. The results of the simulation poured into the form of images and graphics. From the results of measurements and calculations, the intake air temperature at the inlet is the highest and lowest 305K is 301K. The data is then processed by including the radiation on each wall of the dryer. Overall weight of the dried meat is 25kg. Based on calculations, the final mass of meat after drying is 7.1 kg with a reduced water content of 17.9 kg. To dry the meat until it reaches a final mass of 7.1 kg it takes 9.178 hours. From the simulation of the meat drying system that has been done it was showed that drying at a temperature of 305K early have better results when compared with the results of the initial temperature of 301K.*

**Keywords:** Solar energy, dryer system, simulation, CFD.

## I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi surya merupakan sumber energi yang tidak pernah habis, sehingga menjadi potensi sumber energi untuk berbagai kebutuhan. Menipisnya ketersediaan cadangan energi minyak bumi memberi peluang sekaligus tantangan untuk dapat memanfaatkan energi surya dengan berbagai bentuk pilihan teknologi dari yang sederhana dan murah hingga teknologi tinggi yang memerlukan modal besar. Manfaat terbesar dari pemanfaatan energi surya adalah karena energi ini berkelanjutan dan bebas dari polusi.

Salah satu pemanfaatan energi surya adalah sistem pengering. Pengeringan merupakan metode pengawetan dengan cara pengurangan kadar air dari bahan sampai batas yang diinginkan sehingga dapat memperpanjang daya simpan. Teknologi pengeringan berkembang sangat pesat sekarang ini. Kemajuan ini telah banyak memberikan kemudahan dalam proses pengeringan. Dalam perkembangan teknologi, telah dikembangkan alat pengering rumput laut dengan kapasitas 25 kg dengan menggunakan panas sinar matahari sebagai sumber energi utamanya; [4]. Menyadari pentingnya proses pengeringan terhadap produk untuk keperluan penyimpanan dalam waktu lama, kami akan menggunakan alat tersebut untuk dapat digunakan mengeringkan daging. Daging akan dikeringkan dengan diiris - iris tipis sehingga mempunyai dimensi 6 x 6 x 0,5 cm dengan berat 40 gram untuk setiap irisan daging. Proses selanjutnya adalah menganalisis alat tersebut dengan menggunakan pemodelan simulasi CFD untuk mengetahui pola aliran udara pengering di dalam alat tersebut sehingga akan diketahui proses pengeringan yang terjadi di dalam alat pengering tersebut.

Daging merupakan salah satu bahan makanan hewani yang sangat disukai oleh berbagai kelompok usia. Komposisi kimia daging sapi terdiri dari air 75%, protein 19%, lemak 2,5%, nitrogen terlarut non protein 1,65%, dan bahan-bahan anorganik 0,65%; [3]. Daging memiliki kadar air yang cukup tinggi sehingga merupakan salah satu bahan makanan yang cepat busuk. Untuk dapat memperpanjang daya pakai dan umur simpan dari daging tersebut, maka daging tersebut dikeringkan. Setelah dikeringkan, daging kering atau yang sering disebut dendeng tetap memiliki kandungan gizi seperti protein, lemak, karbohidrat yang merupakan sumber kalori. Agar dapat dibuat suatu alat pengering yang sesuai dengan kebutuhan, diperlukan suatu perencanaan yang matang dalam mendesain alat tersebut. Untuk dapat menekan biaya desain dan biaya produksi dari pembuatan alat pengering, salah satu cara yang digunakan adalah dengan menggunakan simulasi komputer. Simulasi komputer yang digunakan untuk memprediksi pola aliran udara pengering di dalam alat pengering adalah *Computational Fluid Dynamic (CFD)*. Pemanfaatan simulasi komputer ini diharapkan mampu untuk

menghasilkan alat pengering yang sesuai dengan kebutuhan melalui hasil analisis CFD.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan dalam menganalisis alat pengering daging yaitu :

1. Bagaimana pola aliran udara di dalam alat pengering tersebut apabila daging yang akan dikeringkan disusun segaris dalam ruang pengering
2. Dengan diketahuinya pola aliran udara di dalam ruang pengering, berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengeringkan daging tersebut.

### 1.3 Batasan Masalah

Agar dalam penulisan karya tulis ini dapat lebih terarah dan mencapai sasaran yang diinginkan, maka permasalahan akan dibatasi sebagai berikut :

1. Sistem pengering yang dianalisis adalah sistem pengering dengan menggunakan energi surya dan menggunakan daging sapi sebagai bahan yang dikeringkan.
2. Hanya menganalisis udara panas yang masuk ke dalam ruang pengering.
3. Program simulasi CFD yang digunakan adalah Fluent 6.3.26 dan *software* Gambit 2.2.30
4. Model aliran di dalam alat pengering dianggap laminar.
5. Udara lingkungan dianggap konstan (30°C).
6. Kecepatan udara masuk kolektor diasumsikan konstan 0,6 m/dt.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan dari penelitian ini adalah dapat menganalisis sistem pengering daging dengan menggunakan pemodelan simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamic*) sehingga dapat dihasilkan daging kering yang sesuai dengan spesifikasi persyaratan mutu dendeng yang dikeluarkan oleh Dewan Standarisasi Nasional tahun 1992.

### 1.5 Manfaat Penelitian

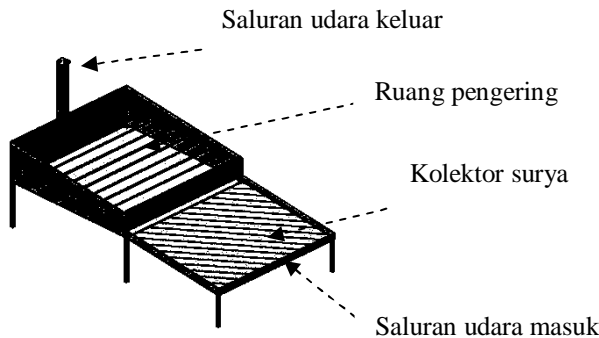
Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah dapat dihasilkan suatu desain sistem pengering daging yang optimal dengan melakukan pemodelan simulasi menggunakan CFD (*Computational Fluid Dynamic*).

## II METODE PENELITIAN

### 2.1 Rancangan Penelitian

Pengeringan merupakan suatu operasi rumit yang memerlukan keseimbangan antara ketiga parameter yaitu suhu, kecepatan aliran dan RH udara pengering.. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh sistem pengering daging energi surya yang optimal. Agar tujuan tersebut dapat tercapai, digunakan pemodelan simulasi dengan menggunakan *software* Fluent 6.3 dan Gambit 2.2.30 dalam menganalisis pola aliran udara, suhu dan kelembaban udara relatif (RH) di dalam alat pengering. Material dari alat pengering adalah *acrylic*

dan bahan kolektor surya adalah plat aluminium bergelombang yang dicat hitam. Sebagai langkah awal dari sistem pengeringan yang prinsip kerjanya secara *natural convection* ini, akan ditentukan bentuk dan besaran atau dimensi dari alat pengering yang ditunjukkan pada gambar 1 berikut :



Gambar 1 Alat pengering surya

**2.2 Pembentukan geometri**

Dengan menggunakan *software* Gambit 2.2.30 akan dibuat geometri dari alat pengering. Pembentukan geometri dengan Gambit secara garis besar dapat dilakukan dengan dua teknik [2] yaitu :

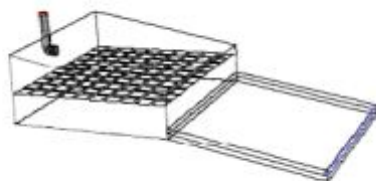
1. *Bottom-up*

Pembentukan geometri yang dilakukan dengan pembuatan *entity* yang paling dasar yaitu dari membuat titik, kemudian dari kumpulan titik menjadi garis, kumpulan garis menjadi bidang dan kemudian dirubah menjadi volume.

2. *Top-down*

Metode *top-down* adalah pembuatan geometri yang dimulai dari pembuatan *entity* yang paling tinggi yaitu dari pembuatan volume atau bidang sesuai dengan bentuk dasar yang telah disediakan oleh Gambit (*face/volume primitives*).

Berikut akan ditampilkan bentuk geometri dari alat pengering daging yang dibuat dengan menggunakan Gambit 2.2.30 seperti terlihat pada gambar 2.

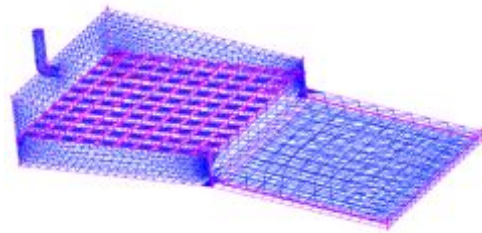


Gambar 2. Geometri alat pengering dengan gambit

**2.3 Meshing geometri alat pengering**

Setelah membuat geometri pada gambit, langkah selanjutnya adalah melakukan pembagian obyek menjadi bagian yang lebih kecil atau *meshing*. Konsep pembuatan mesh pada gambit hampir sama dengan

konsep pembuatan geometri. Pada proses *meshing*, juga terdapat metode *bottom-up* dan *top-down*.



Gambar 3. Meshing alat pengering

Untuk mendefinisikan sebuah geometri, kita harus memasukkan informasi dalam kondisi batas (*boundary condition*). Penentuan kondisi batas meliputi beberapa hal :

1. Mengidentifikasi lokasi kondisi batas seperti sisi masuk (*inlet*), sisi keluar (*outlet*), dinding (*wall*) dan lain-lain.
2. Memasukkan informasi atau data pada batas yang telah ditentukan.

Data yang diperlukan pada batas tergantung dari tipe kondisi batas dan model fisik yang dipakai (turbulensi, persamaan energi, multi fase dan lain-lain).

**2.4 Tempat dan Jadwal Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Denpasar pada tanggal 15 dan 16 mei 2014 untuk pengukuran temperatur awal dari alat pengering dan pengolahan data dengan simulasi CFD dilakukan di Laboratorium Komputer Universitas Udayana.

**III HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Data Hasil Pengukuran**

Penelitian dilakukan berdasarkan data awal yang digunakan dalam simulasi melalui pengukuran yang dilakukan pada alat pengering daging yang dilakukan pada tanggal 15 dan 16 mei 2014 bertempat di kota Denpasar dengan 8°LS, 115°BT dan diperoleh data sebagai berikut seperti ditunjukkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Data pengukuran awal

Hr	Waktu	(°C)	(°C)	V (m/dt)
I	10.30	30	33	0,6
	11.30	31	33	0,6
	12.30	32	33	0,6
	13.30	31	34	0,6
	14.30	30	32	0,6
	15.30	29	31	0,6
	16.30	28	29	0,6
II	10.30	30	31	0,6
	11.30	30,9	31	0,6
	12.30	30,7	31	0,6
	13.30	31,9	32	0,6
	14.30	31	32	0,6
	15.30	30	31	0,6
	16.30	29	30	0,6

Simbol	Deskripsi	Panjang (m)	Lebar (m)	Nilai
A	Luas penampang saluran masuk kolektor	1,9	0,05	0,095m <sup>2</sup>
A <sub>c</sub>	Luas penampang kolektor	1,8	1,8	3,2m <sup>2</sup>
A <sub>d</sub>	Luas ruang pengering	2	2	4m <sup>2</sup>
(% <sub>air</sub> )	Kandungan air dalam daging sapi			75% air
T <sub>daging</sub>	Temperatur daging sapi			28 <sup>0</sup> C

Tabel 2. Dimensi Alat Pengering Daging

### 3.2 Perhitungan Data

Perolehan kalor radiasi yang masuk ke dalam ruang pengering melalui dinding (Q<sub>jr</sub>) dapat dihitung dengan persamaan berikut dengan memasukkan harga transmissivitas *acrylic* (ε) = 0,93 sebagai berikut:

$$Q_{jr} = \sum I_T \cdot \epsilon \quad [1]$$

Dimana:

Q<sub>jr</sub> = Perolehan kalor radiasi (Kwatt/m<sup>2</sup>)

I<sub>T</sub> = Radiasi matahari total (Kcal/m<sup>2</sup>jam)

ε = Emisivitas bahan alat pengering

$$Q_{jr} = (236,177 + 345,663 + 105,038 + 105,038) \times 0,8 = 0,856 \text{ kWatt/m}^2.$$

Setelah dikeringkan, daging dengan massa awal 25 kg berkurang massanya pada saat mencapai kadar air 12% wb. Besarnya pengurangan massa air pada daging dapat diselesaikan dengan perhitungan berikut :

$$mw = \frac{25(75\% - 12\%)}{(100\% - 12\%)}$$

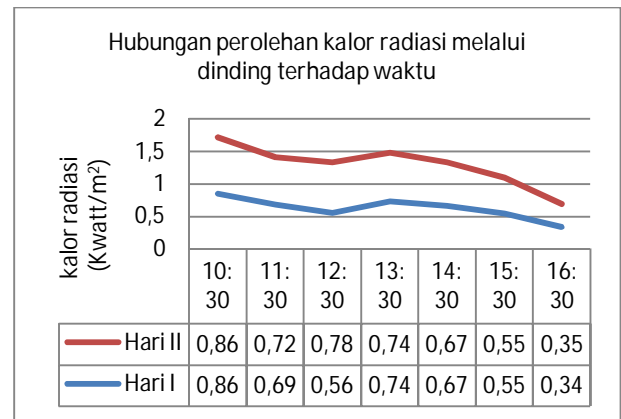
$$mw = 17,9 \text{ Kg}$$

jadi massa akhir daging sapi setelah proses pengeringan adalah 7,1 kg

Untuk mengeringkan daging sampai mencapai kadar air 12% wb dari massa awal 25 kg dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$m_b \times C_p \times \Delta T + m_b \times LH = 25000g \times 0,452 \times (48 - 28) + 25000g \times 455 = 9,178 \text{ jam}$$

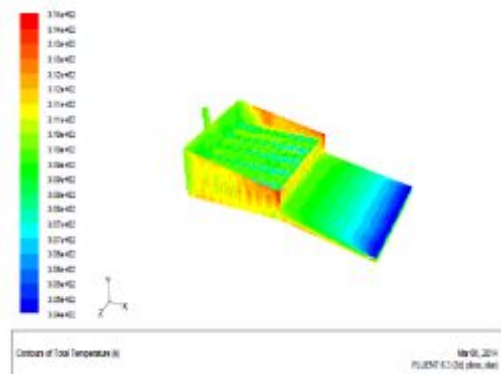
Perolehan kalor radiasi melalui dinding relatif menurun seiring semakin sorenya waktu penelitian. Hal ini disebabkan karena perolehan radiasi total untuk setiap dinding pada alat pengering rata-rata menurun pada setiap waktu penelitian seiring semakin sorenya waktu penelitian.



Gambar 4. Grafik Perolehan kalor radiasi melalui dinding

### 3.3 Hasil Simulasi

Gambar 5 menunjukkan hasil simulasi distribusi suhu udara pengering dengan temperatur udara masuk kolektor 301K. Seperti diperlihatkan pada gambar, aliran udara masuk dengan suhu 301K akan semakin meningkat suhunya seiring dengan pergerakan udara masuk ke dalam ruang pengering karena adanya kolektor surya dan radiasi sinar matahari dari masing-masing bidang pada alat pengering. Peningkatan suhu udara pengering ini sangat diperlukan untuk proses pengeringan daging.



Gambar 5. Kontur suhu udara pengering

## IV SIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Temperatur awal pada *inlet* sangat mempengaruhi hasil akhir dari proses pengeringan daging yang terjadi bila dianalisis dengan simulasi. Temperatur awal pada *inlet* berbanding lurus dengan proses pengeringan yang terjadi. Semakin besar temperatur pada *inlet*, maka temperatur yang dihasilkan untuk proses pengeringan daging di dalam ruang pengering dengan susunan penempatan daging segar akan semakin besar pula.

2. Untuk mengeringkan daging sampai mencapai kadar air 12% wb dari massa awal 25 kg diperlukan waktu 9,178 jam.

#### 4.2 Saran

Penelitian dengan menggunakan simulasi adalah merupakan suatu proses algoritma logika. Terdapat beberapa saran yang perlu diperhatikan yaitu :

1. Perlu dilakukan analisis terhadap posisi penempatan daging yang berbeda pada alat pengering sehingga diketahui perbedaan pola aliran udara pengering untuk masing-masing perbedaan pada posisi penempatan daging.
2. Perlu dilakukan analisa terhadap posisi penempatan daging yang berbeda untuk mengetahui waktu pengeringan yang diperlukan dengan kapasitas daging yang sama.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. *Duffie, John and William Beckman. John Wiley & Sons, Inc., 1991*Solar Engineering of Thermal Processes. New York:. InnoFire Wood. "Burning of Wood.
- [2]. Firman Tuakia. *Dasar-Dasar CFD Menggunakan Fluent*. Informatika.
- [3]. Standarisasi Nasional Indonesia., SNI :01-2908-1992. Dendeng Sapi. Dewan Standarisasi Nasional. DSN.
- [4]. Suryana. *Analisis Pengering Rumput Laut Menggunakan Pengering Surya Dengan Kolektor Pelat Bergelombang*. Skripsi Teknik Mesin Universitas Udayana. (2012).