

NUMERICAL STUDY ON BIOMASS FUEL ELECTRIC COOKING EQUIPMENT

RIDWAN ABDURRAHMAN¹, SUNARYO², HAFIDHUDIN SHIDDIQ², ABRAR RIDWAN²

¹ Prodi Teknik Mesin Universitas Riau, H. R. Soebrantas street, Kampus Bina Widya KM. 12.5, Pekanbaru, Riau 28293, Indonesia

² Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Riau, Tuanku Tambusai street, UMRI Campus II, Pekanbaru, Riau 28294, INDONESIA

ABSTRACT

When cooking lemang in the traditional way, there are several obstacles, namely cooking it takes a long time and the occurrence of air pollution caused by burning in the cooking stove. In this study, a numerical study will be conducted on a lemang cooking machine with biomass fuel. This research will be conducted using a simulation method using the ansys application. With the aim to find out whether the machine is more time efficient than the traditional method and to determine the fluidflow profile in the lemang cooking machine.

This research consists of several stages, namely field survey, tool testing, and simulation stage. The field survey stage was carried out to obtain data on the traditional method of cooking lemang. The testing phase of the tool was carried out in the mechanical engineering laboratory of the University of Muhammadiyah Riau. This stage is to obtain data on the cooking of lemang with conventional tools which aims to compare the cooking of lemang with traditional and conventional methods. The simulation stage is carried out using the ANSYS 17 application to simulate the temperature distribution and fluid flow in the lemang cooking machine.

The results obtained from this study are that cooking lemang with glutinous rice as much as 5 kg using a biomass-fueled lemang cooker takes 1 hour with an average temperature of 416.2oC. From the simulation results, the minimum temperature is 130oC and the maximum temperature is 341.9oC. the velocity value on the bamboo wall and the inlet side is 32.7117 ms-1. Therefore, the biomass-fueled electric lemang cooker is more time efficient than the traditional method and the flow profile is turbulent flow type.

Keywords: lemang, biomass, CFD, heat transfer

PENDAHULUAN

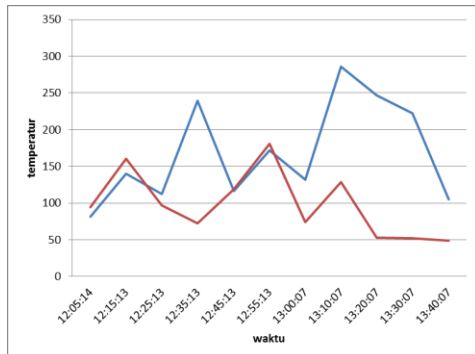
Lemang dapat diartikan sebagai makanan tradisional yang berasal dari pulut dan berbentuk silindris yang memiliki aroma khas yang asli dari proses pembuatannya yang cukup unik dan rumit. Karena prosesnya yang rumit, orang-orang membuatnya hanya untuk perayaan hari besar atau untuk menjamu tamu besar.[1]

Orang pada umumnya membuat lemang dengan menggunakan beras ketan yang

dimasak dalam sebatang bambu, yang sebelumnya telah digulung dalam daun pisang. Gulungan daun pisang yang berisi ketan ini dicampur dengan santan kemudian dimasukkan ke dalam serat bambu dan dibakar hingga matang. Memasak lemang dengan cara tradisional memakan waktu lama, yaitu 4 hingga 5 jam.

Memasak lemang dengan cara tradisional dilakukan dengan bambu yang disusun di atas kompor yang menyala. Saat memasak lemang dengan cara tradisional, ada beberapa kendala yaitu memasaknya membutuhkan waktu yang lama. Hal ini dikarenakan pemasakan lemang

biasanya menggunakan kayu bakar dan dilakukan di luar ruangan yang mengakibatkan banyak paparan ke luar. Kendala selanjutnya adalah terjadinya pencemaran udara akibat pembakaran di tungku masak.



GAMBAR 1. Grafik perbandingan temperatur secara tradisional & tungku masak

Grafik tersebut merupakan data suhu pemasakan lemang yang diperoleh penulis saat melakukan survey lapangan ke salah satu pembuat lemang yang ada di kota Pekanbaru. Grafik menunjukkan bahwa memasak lemang membutuhkan waktu 2 jam dan suhu memasak di atas 150°C.

Alat masak lemang yang akan dibuat dengan beberapa keunggulan yaitu menggunakan pemutar listrik dan lebih ramah lingkungan. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan pada bulan April [2] yang berjudul rancang bangun penanak lemang elektrik berkapasitas 5 kg beras ketan dengan bahan bakar biomassa, dikatakan bahwa alat ini memiliki beberapa keunggulan yaitu menggunakan pemutar lemang elektrik dan bersifat lebih efisien waktu.

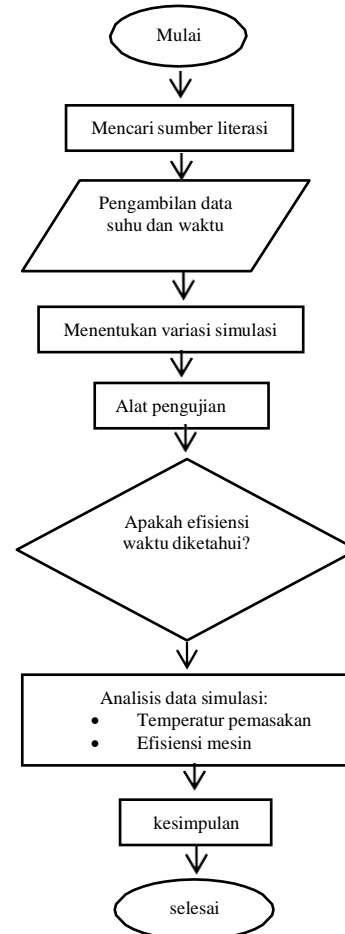
Pada pengujian ini akan dilakukan studi numerik pada kompor lemang dengan bahan bakar biomassa. Pengujian ini akan dilakukan dengan menggunakan metode simulasi menggunakan aplikasi ansys. Dengan tujuan untuk mengetahui apakah mesin lebih hemat waktu dibandingkan dengan cara tradisional dan untuk mengetahui profil aliran fluida pada mesin masak lemang.

Dengan fitur yang lengkap ini, penulis memilih aplikasi ansys untuk menguji alat masak lemang. Metode simulasi telah sering digunakan dalam hal peningkatan kinerja sistem produksi manufaktur atau sistem layanan. Studi simulasi sistem bongkar muat gudang menggunakan arena[3]

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan efisiensi waktu pemasak lemang, mengetahui profil aliran fluida pada mesin pemasak lemang dan untuk menurunkan laju konsumsi bahan bakar pada pemasak lemang.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



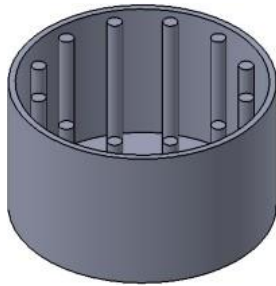
GAMBAR 2. Diagram alir

Proses Simulasi

Proses simulasi dilakukan dalam beberapa tahap, berikut langkah-langkah yang dilakukan dalam proses simulasi.

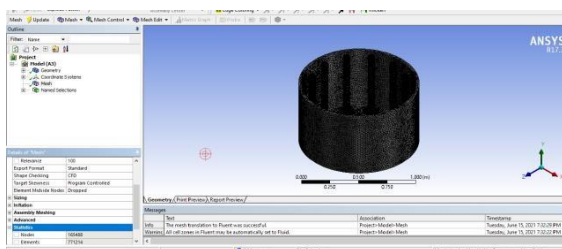
Alat Geometri

Pada tahap ini, perangkat lunak CAD solidwork digunakan untuk membuat geometri kompor lemang.



Gambar 3 Geometri Peralatan Masak Lemang

Meshing



Gambar 4 Meshing

Tahap ini bertujuan untuk membagi geometri menjadi bagian-bagian kecil untuk mengembangkan analisis pada bagian model geometri. Semakin kecil hasil meshing akan meningkatkan akurasi dan akurasi dari hasil simulasi. Dalam geometri kompor lemang, meshing standar digunakan dengan membagi geometri menjadi 771214 elemen.

Pemodelan Viskos

Untuk menentukan model viscous diperlukan perhitungan untuk menentukan apakah aliran fluida dalam kondisi laminar atau turbulen. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus bilangan Reynolds sebagai berikut.

Kecepatan fluida (v) = 18,83 m/s

Diameter Alat (D) alat = 1 meter

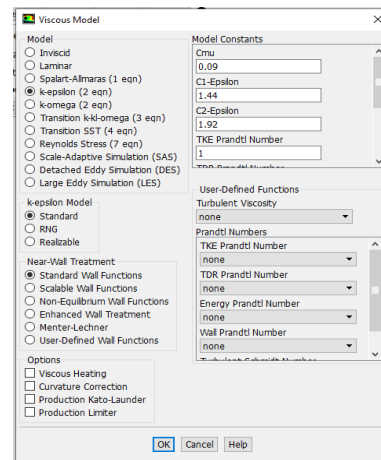
Massa Jenis Udara (ρ) = 1,2 kg/m³

Viskositas Dinamis Udara (μ) pada suhu 420°C = $3,3226 \times 10^{-5}$ kg/ms

$$Re = \frac{(18,83 \text{ m/s})(1 \text{ m})(1,2 \text{ [kg/m]}^3)}{(3,3226 \times 10^{-5} \text{ kg/m.s})}$$

$$Re = 680.069,82$$

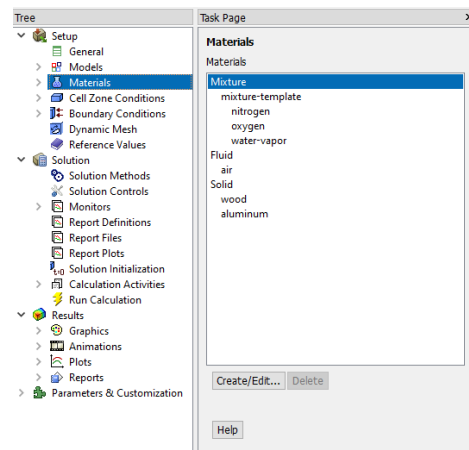
Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa kompor lemang memiliki bilangan Reynolds 680.069.82, sehingga alirannya turbulen. Dengan demikian, model viscous yang dipilih adalah standar k-epsilon.



Gambar 5 Model Viskos

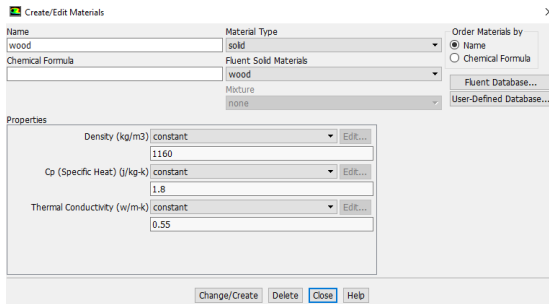
Pemilihan Bahan

Bagian ini bertujuan untuk menentukan material apa yang akan digunakan dalam proses simulasi berdasarkan material pada lemang cooker. Bahan cair yang digunakan adalah udara sedangkan bahan padat yang digunakan adalah kayu untuk dinding bambu dan aluminium untuk dinding alat.



Gambar 6 Menu Material

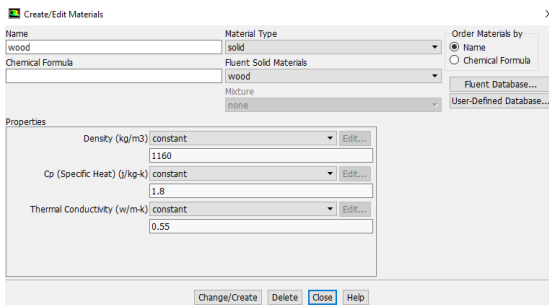
Karena pada menu material ansys tidak ada material yang spesifikasinya sesuai dengan bambu, maka sifat dari material kayu tersebut diubah sesuai dengan spesifikasi bambu. Data yang dimasukkan adalah densitas 1160 kg/m³, Cp (panas spesifik) 1,8 J/kg.k, dan konduktivitas termal 0,55 W/mk seperti gambar di bawah.



Gambar 7 Menu Edit Material

Pemodelan Dinding

Tahap ini bertujuan untuk menggambarkan kondisi dinding seperti pada kondisi sebenarnya.

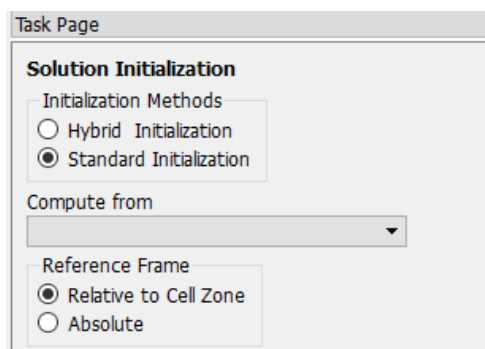


Gambar 8 Pemodelan Dinding

Pada menu dinding dipilih menu dinding bergerak yang artinya dinding bergerak. Kemudian menu rotasi dipilih karena rotasi bambu. Dan kecepatan dinding sebesar 0,6594 rad/s sesuai dengan kecepatan putar bambu pada mesin masak lemang.

Inisialisasi

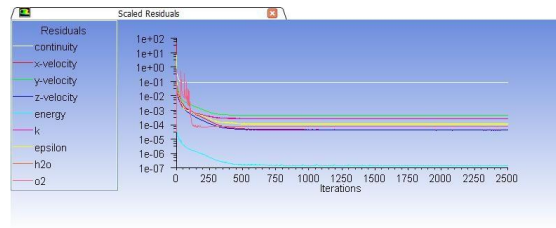
Tahap ini dilakukan sebelum proses iterasi, inisialisasi merupakan tahap menebak awal dari nilai sisi input. Dan pada tahap ini menggunakan menu inisialisasi standar.



Gambar 9 Menu Inisialisasi

Iterasi

Hasil simulasi lancar dapat dinyatakan valid jika hasil simulasi menunjukkan konvergensi. Konvergensi dapat dicapai jika nilai residual dari setiap parameter telah melewati batas konvergen. Tetapi jika parameter berjalan konstan, dapat dianggap bahwa proses telah mencapai konvergensi (tidak ada perbedaan antara nilai awal dan akhir). [4]

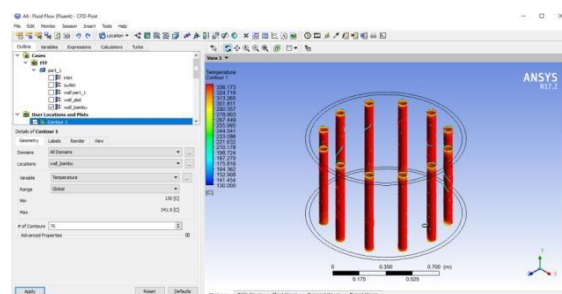


Gambar 10 Bagan Iterasi

Iterasi pada simulasi ini dilakukan sebanyak 2500 iterasi dan dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa parameter telah berjalan konstan setelah lebih dari 250 iterasi. Sehingga proses ini dapat dikatakan konvergen karena graf iterasinya berjalan konstan.

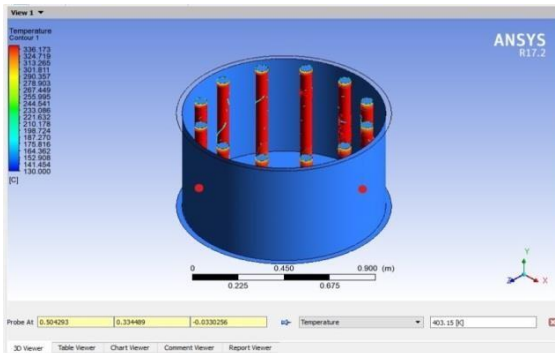
HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah selesai pengujian alat, selanjutnya masuk ke tahap simulasi dimana simulasi menggunakan data-data yang diperoleh saat pengujian alat masak lemang. Berikut adalah data yang diperoleh dari hasil simulasi.



Gambar 11 Temperatur Bahan Bakar

Gambar diatas menunjukkan bahwa dari hasil simulasi didapatkan data temperatur bahan bakar yaitu temperatur minimum 130°C dan temperatur maksimum 341.9°C.



Gambar 12 Temperatur Dinding Alat

Gambar di atas menunjukkan nilai suhu pada titik penempatan termokopel. Setelah dilakukan simulasi suhu pada titik penempatan termokopel, diperoleh 130°C.

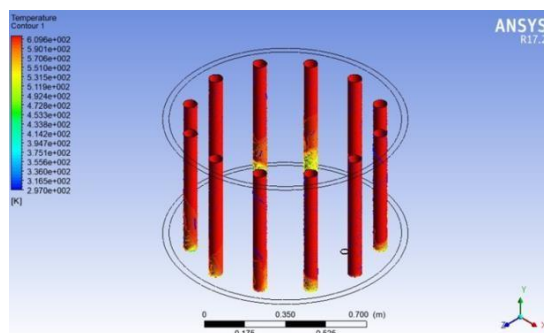
Analisis data

Dari perbandingan proses simulasi dan proses eksperimen, dapat diketahui bahwa:

- 1) Pada titik 1, data aktual menunjukkan suhu 157,3 Celcius dan hasil simulasi menunjukkan suhu 130 Celcius
- 2) Pada titik 2, data aktual menunjukkan suhu 152,5 Celcius dan hasil simulasi menunjukkan suhu 130 Celcius.

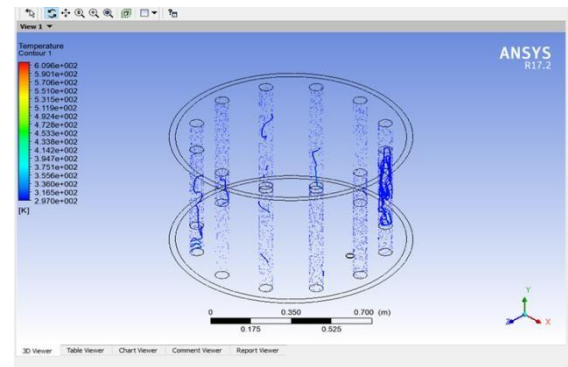
Hasil simulasi menunjukkan bahwa suhu antara dua titik penempatan termokopel memiliki nilai suhu yang sama. Hal ini terjadi karena perpindahan panas yang terjadi yaitu perpindahan panas secara radiasi. Panas yang dihasilkan oleh api pembakaran langsung mengenai dinding samping mesin lemang.

Kontur Temperatur



Gambar 13 Kontur Temperatur Dinding Bambu

Gambar tersebut menunjukkan bahwa suhu pada bambu hampir merata di seluruh permukaan bambu.



Gambar 14 Kontur Temperatur Inlet

Gambar tersebut menunjukkan bahwa suhu pada sisi inlet tidak memiliki nilai karena tidak ada panas yang masuk melalui inlet.

Efisiensi Alat

Lama pemasakan lemang tradisional adalah 1,5 jam untuk kapasitas 5 kg beras ketan, sedangkan lama pemasakan lemang dengan penanak lemang adalah 1 jam dengan kapasitas 5 kg beras ketan. Maka persentase efisiensi alat dapat dihitung sebagai berikut

$$\text{tool efficiency percentage} = (1 \text{ hour}) / (1,5 \text{ hour}) \times 100\%$$

$$\text{tool efficiency percentage} = 66\%$$

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Waktu pemasakan lemang menggunakan kompor lemang elektrik berbahan bakar biomassa membutuhkan waktu pemasakan 1 jam. Sehingga kompor lemang berbahan bakar biomassa lebih hemat waktu 66% dibandingkan dengan memasak lemang dengan cara tradisional.
- 2) Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa profil aliran fluida pada lemang cooker adalah aliran turbulen.
- 3) Hasil laju konsumsi bahan bakar pada waktu uji coba 10, 20, 30, 40, 50, 60 menit dengan masing-masing nilai laju bahan bakar diperoleh 0,0013308333, 0,000916944, 0,00069444, 0,0005416667, 0,00050027778, 0,000472222 kg/s. Dan total konsumsi bahan bakar tempurung kelapa yang

dibutuhkan untuk memasak 5 kg lemong sampai matang pada masakan lemong adalah 1,7 kg/jam

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini adalah hasil kejasama antara jurusan teknik mesin Unriversitas Riau dan Program studi teknik mesin Universitas Muhammadiyah Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Manalu, Gita Ferry Husain (2016). Pengaruh Lama Waktu Pemasakan Terhadap Kualitas Lemang pada Alat Pemasak Lemang Listrik Tipe Vertikal.
- [2] Sahputra, April Iham (2016). Rancang Bangun Alat Pemasak Lemang Pemutar Elektrik Kapasitas 15 Kg / Jam Dengan Bahan Bakar Biomassa
- [3] Ong andre wahyu riyanto.(2016). Simulasi model sitem kerja pada departemen injection untuk meminimasi waktu work-in-process.
- [4] Abdurrahman, R. (2017): Kaji eksperimental dan numerik pada proses pembakaran kompor roket untuk pemanas stirling engine, Program Tesis Magister Institut Teknologi Bandung.