

ANALISA PANAS OPTIMAL CAWAN PEMBUATAN SURABI UNTUK JENIS SURABI POLOS DAN SURABI ONCOM

OPTIMAL HEAT ANALYSIS OF SURABI MANUFACTURING CIRCUIT FOR PLAIN SURABI TYPES AND ONCOM SURABI

¹, Yadi Heryadi, ² Jatira, ³Ihfan Nur Fahrudin

¹ y4dib3nz@gmail.com, ² jatira@wastukencana.ac.id, ³ ihfan.nur09876@gmail.com
^{1,2,3}.Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana, Purwakarta
Corresponding Author : ¹ jati071967@gmail.com

ABSTRAK

Surabi adalah jajanan tradisional yang dijajakan pinggir jalan, biasanya surabi dimasak menggunakan cawan yang berbahan baku tanah liat dan menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakarnya. Dan biasanya hasil pematangan menggunakan bahan kayu ini menghasilkan hasil kematangan yang berberda beda , oleh karena itu perlu diadakan penelitian tentang efisiensi perpindahan panas pada cawan surabi untuk mengetahui di suhu manakah surabi dapat matang dengan maksimal. Untuk itu penyusun menggunakan 2 jenis surabi sebagai objek penelitian yaitu surabi jenis oncom dan surabi jenis polos dengan melakukan 6 kali pengambilan data terkait temperature yang di butuhkan untuk mematangkan surabi dengan 3 kali pengambilan data terkait temperature yang dibutuhkan untuk mematangkan surabi jenis oncom dan 3 kali pengambilan data terkait temperature yang dibutuhkan untuk mematangkan surabi jenis polos menggunakan thermometer gun sebagai alat untuk mengecek temperature.setelah mendapatkan suhu awal yang dibutuhkan cawan untuk mematangkan surabi kemudian penyusun melakukan perhitungan laju perpindahan panas q konduksi dan q konveksi .Dari analisis yang didapat hasil yang berbeda beda dari hasil perhitungan pada q konduksi untuk surabi jenis oncom (2957,61 W, 2953,29 W dan 2964,10 W) dan q konduksi untuk surabi jenis polos (2920,86 W, 2933,83 W dan 2927,34 W) dan hasil q konveksi untuk surabi jenis oncom (3073,89 W,3059,84 W dan 3080,63 W) dan hasil q konveksi surabi jenis polos adalah (2941,12 W, 2987,01 W dan 2965,26 W)

Kata kunci: Tanah liat, Laju perhitungan panas , Surabi polos dan surabi oncom.

1. Pendahuluan

Surabi merupakan salah satu jajanan tradisional yang sudah ada sejak dulu, biasanya surabi berbahan dasar tepung beras, tepung terigu, tepung tapioka, dan santan kelapa. Terdapat beberapa jenis surabi, yaitu surabi polos ,surabi manis yang menggunakan gula merah cair dan surabi asin dengan taburan oncom yang telah di bumbu diatas nya. Di Purwakarta sendiri, surabi biasanya dijajakan pada malam hari dan dimasak menggunakan tungku tradisional sehingga menghasil aroma dan rasa yang sangat khas ,Makanan jajanan ini lebih dikenal sebagai makanan tradisional, dan umumnya didefinisikan sebagai makanan atau kudapan yang diproduksi sendiri pada tingkat rumah tangga maupun yang dipersiapkan untuk konsumsi langsung di lokasi penjualan yang terdapat di pinggir jalan atau di tempat-tempat umum.

Dan alat yang biasanya digunakan untuk mematangkan surabi di atas surabi adalah cawan yang berbahan baku tanah liat. Seperti yang kita ketahui jika tanah liat mengandung banyak air atau basah, maka tanah liat akan memiliki sifat yang elastis. Sedangkan jika kering, maka tanah liat akan menjadikeras dan membuat tanah liat menjadi memadat dan sangat kuat jika dibakar. Dari hasil pemanasan yang terjadi pada proses pematangan surabi ini terjadi perpindahan panas dari kayu terhadap cawan yang disebut perpindahan panas konduksi dan perpindahan panas dari cawan kesurabi yang di sebut perpindahan panas konveksi. Untuk jenis surabi yang digunakan untuk menganalisis panas optimal cawan ini menggunakan jenis surabi polos dan jenis surabi oncom.

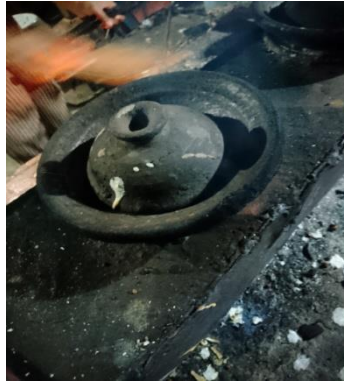
2. Landasan Teori

2.1. Studi Literatur

Dengan hasil yang di dapat adalah bahwa tungku tipe konvergen yang lebih cepat memindahkan panas dibandingkan kedua tipe tungkulainnya.Tungku tipe konvergen membutuhkan waktu pemanasan sebesar 13 menit 22 detik,untuk tungku tipe selinder membutuhkan waktu pemanasan 14 menit 33 detik dan tungku tipe konvergen-divergen membutuhkan waktu pemanasan 17 menit 28 detik.. Suandi, M., (2018 : 3).

2.2. Pengertian Cawan Surabi

Cawan surabi adalah alat yang biasa digunakan untuk mematangkan surabi dan biasanya cawan ini terbuat dari tanah liat. Karena tanah liat ini memiliki sifat yang lengket, maka tanah liat ini dijadikan sebagai bahan baku untuk membuat berbagai kerajinan tangan seperti gerabah dan juga tembikar. Untuk membuat kerajinan seperti ini, tanah liat harus dibakar dalam suhu di atas 10.000 °C agar dapat mengeras dengan baik (Ma'ruf,2019:12).



Gambar 2.1. Cawan surabi Tanah liat

2.3. Perpindahan Panas

Perpindahan panas adalah suatu proses pemindahan energi yang terjadi pada benda atau material yang bertemperatur tinggi ke benda atau material yang bertemperatur rendah, sehingga tercapai keseimbangan panas.

”Perpindahan panas adalah ilmu yang meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda atau material”.

Perpindahan panas dirumuskan sebagai berikut :

$$q = m \cdot Cp \cdot \Delta T$$

2.4. Perpindahan Panas Secara Konduksi

Konduksi adalah proses perpindahan panas dari suatu bagian benda atau material ke bagian lainnya. Perpindahan panas secara konduksi dapat berlangsung pada benda padat secara umum terjadi di pada logam. Jika salah satu ujung sebuah batang logam diletakkan diatas nyala api, sedangkan ujung yang satu lagi dipegang, bagian batang yang dipegang ini temperaturnya akan naik, walaupun tidak kontak secara langsung dengan nyala api. Dengan memasukan konstanta kesetaraan yang disebut konduktivitas termal didapat persamaan berikut yang disebut juga hukum *Fourier* tentang konduksi:

$$q_k = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

2.5. Konduktivitas Thermal

Nilai konduktivitas termal suatu bahan menunjukkan laju perpindahan yang mengalir dalam suatu bahan. Konduktivitas termal kebanyakan bahan merupakan fungsi temperatur, dan bertambah sedikit kalau temperatur naik, akan tetapi variasinya kecil dan sering kali diabaikan. Jika nilai konduktivitas termal suatu bahan makin besar, maka makin besar juga panas yang merambat melalui benda tersebut.

2.6 Perpindahan Panas Secara Konveksi

Konveksi adalah proses perpindahan panas melalui suatu gerakan massa pada zat yang disertai dengan perpindahan bagian-bagian yang dilaluinya. Perpindahan panas secara konveksi merupakan mekanisme perpindahan panas antara permukaan benda padat dengan fluida. Konveksi dapat terjadi pada zat cair dan gas. “Konveksi adalah proses perpindahan energy dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi, dan gerakan mencampur”.

Perpindahan panas ini dirumuskan sebagai berikut :

$$q_c = \bar{h}_c A (T_w / T_s)$$

2.6.1 Bilangan Tak Berdimensi

Untuk menghitung perpindahan panas secara konveksi dibutuhkan rumus-rumus atau persamaan-persamaan yang tidak berdimensi, antara lain sebagai berikut :

1. Bilangan Reynolds

Dari hasil percobaan-percobaan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa aliran laminar atau turbulenta dengan rumus sebagai berikut :

$$Re = \frac{\rho \times v \times d}{\mu}$$

2. Bilangan Nusselt

Bilangan yang tidak berdimensi kedua adalah Nusselt, yang menunjukkan proses perpindahan panas pada dinding pipa atau pada lapisan batas (*boundary layer*). Dalam bentuk persamaan ditulis :

$$Nu = \frac{3.66 + 0.668 \left(\frac{d}{l}\right) Re \times Pr}{1 + 0.04 \left[\left(\frac{d}{l}\right) Re \times Pr\right]^{2/3}}$$

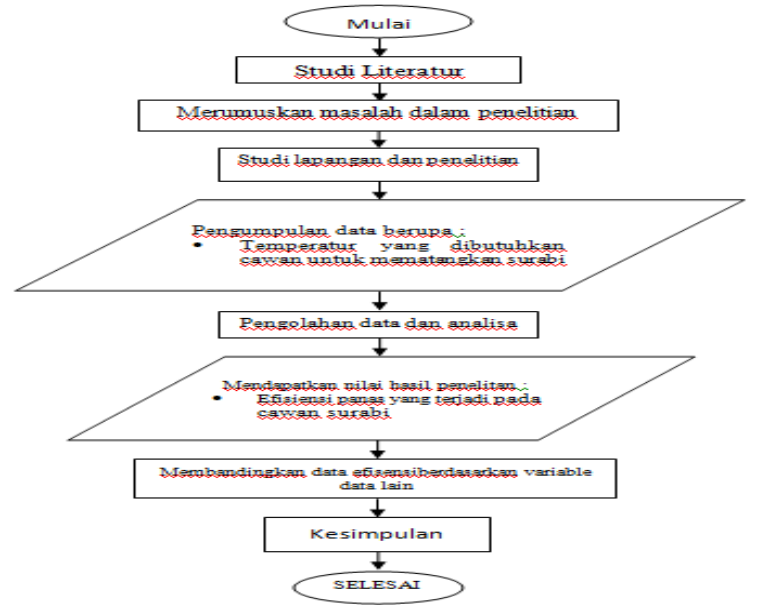
3. Bilangan Prandtl

Bilangan yang tidak berdimensi ketiga adalah Prandtl, dalam bentuk persamaan ditulis:

$$Pr = \frac{C_p \cdot \mu}{K}$$

3. Metodologi Penelitian

Metode penelitian merupakan suatu cara yang digunakan untuk melakukan penelitian agar pelaksanaan dan hasil penelitian dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Pada Penelitian ini menggunakan suatu penelitian yang digunakan untuk menghasilkan sebuah perencanaan dimana perencanaan tersebut mengetahui sebuah rancangan yang akan dibuat. Selain dengan metode pengembangan, penelitian ini juga menggunakan metode observasi secara langsung dengan beberapa narasumber yang ahli dibidangnya.



Gambar 3.1. Flowchart

4. Pembahasan

4.1. Perhitungan Laju Perpindahan Panas Terhadap Cawan Surabi oncom 1

4.1.1. Laju Perpindahan panas terhadap cawan surabi oncom ke1 dengan panas konduksi

$$q_k = K \cdot A \frac{(T_1 - T_2)}{x}$$

➤ Mencari temperatur T_1 dengan menggunakan cara :

$$- \Delta T = T_1 - T_2 = 234,5 \text{ } ^\circ\text{C} - 136,8 \text{ } ^\circ\text{C} = 97,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_1 - T_2$$

$$T_1 - T_2 = \Delta T$$

$$T_1 = \Delta T + T_2$$

$$= 97,8^\circ\text{C} + 136,8^\circ\text{C} = 234,6^\circ\text{C} = 507,75 \text{ K (Temperatur yang diberikan)}$$

$$\Delta x = \text{Jarak aliran panas} = 500 \text{ mm} = 0,5 \text{ m}$$

A = Luas Penampang cawan surabi

➤ A_1 menghitung luas penampang permukaan cetakan

$$X = P \cdot x_l = 800 \times 200 = 160000 \text{ mm}^2$$

A_1 menghitung luas penampang cetakan

$$Y = \pi r^2 = 3,14 \times (55)^2 = 9498,5 \text{ mm}^2 \times 5 = 47492,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{1 \text{ total}} = 160000 - 47492,5 = 112507,5 \text{ mm}^2$$

➤ A_2 menghitung luas penampang tabung tanpa tutup

$$A_2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \pi r^2 = \frac{1}{2} \times 4 + 3,14 \times 55^2$$

$$= 0,3925 + 3,14(3025)$$

$$= 0,3925 + 9498,5$$

$$= 9498,8 \text{ mm}^2 \times 5 = 47494,4 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } A_{total\ keseluruhan} &= A_1 + A_2 \\ &= 112507,5 + 47494,4 = 160001,9 \text{ mm}^2 = 160,0019 \text{ m}^2 \text{ Jadi luas} \\ &\text{penampang nya adalah } 160,0019\text{m}^2. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_k &= K \cdot A \frac{(T_1 - T_2)}{x} \\ q_k &= 41,6 \times 160,0019 \frac{(507,75 - 409,95)}{0,5} \\ &= 6656,07 \times 195,6 \\ &= 1301927,29 \text{ W} \end{aligned}$$

4.1.2. Laju perpindahan panas konveksi terhadap cawan surabi oncmn ke 1, dari B ke 2

Untuk menghitung laju perpindahan konveksi terhadap cawan surabi menggunakan rumus berikut :

$$q_c = \bar{h}_c \cdot A \cdot \Delta T$$

Untuk mencari laju perpindahan panas konveksi terhadap cawan perlu di cari terlebihdahulu bilangan *renold*.

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$

Untuk mencari masa jenis udaradisuhu 234,6°C dengan menggunakan interpolasi linier $X = 234,6^\circ\text{C} = 507,75 \text{ K}$

$$X = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} (X - X_1) + Y_1$$

X_1 = Temperatur linier 1 = 450

X_2 = Temperatur linier 2 = 550

Untuk mencari masa jenis udara 507,75K diketahui dengan interpolasi linier sesuai table sifat – sifat udara pada tekanan atmosfer

$$\begin{aligned} \text{➤ } \rho &= \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} (X - X_1) + Y_1 \\ \rho &= \frac{0,6423 - 0,7833}{550 - 450} (546,75 - 450) + 0,7833 \\ &= \frac{-0,141}{100} (96,75) + 0,7833 \\ &= (-0,00141 \times 96,75) + 0,7833 \\ &= -0,1364175 + 0,7833 \\ &= 0,6468825 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Untuk mencari viskositas mutlak disuhu udara 507,75 K

$$\begin{aligned} \text{➤ } \mu &= \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} (X - X_1) + Y_1 \\ \mu &= \frac{2,848 - 2,484}{550 - 450} (546,75 - 450) + 2,484 \\ &= \frac{0,364}{100} (96,75) + 2,484 \\ &= (0,00364 \times 96,75) + 2,484 \\ &= 0,35217 + 2,484 \\ &= 2,83617 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \text{ s} \times 10^5 \\ &= 283617 \text{ kg/m} \cdot \text{s} \end{aligned}$$

Untuk mencari viskositas kinematik udara 507,75 K

$$\begin{aligned} \text{➤ } v &= \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} (X - X_1) + Y_1 \\ v &= \frac{44,34 - 31,71}{550 - 450} (546,75 - 450) + 31,71 \\ &= \frac{12,63}{100} (96,75) + 31,71 \\ &= (0,1263 \times 96,75) + 31,71 \\ &= 12,219525 + 31,71 \end{aligned}$$

$$= 43,929525 \frac{m^2}{s} \times 10^6$$

$$= 43929525 \frac{m^2}{s}$$

Untuk mencari konduktivitas thermal menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{➤ } k &= \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} (X - X_1) + Y_1 \\ k &= \frac{0,04360 - 0,03707}{550 - 450} (546,75 - 450) + 0,03707 \\ &= \frac{0,3271}{100} (96,75) + 0,03707 \\ &= (0,003271 \times 96,75) + 0,03707 \\ &= 0,31646925 + 0,03707 \\ &= 0,353353925 \text{ W/cm} \cdot ^\circ\text{C} \\ &= 35,335 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Untuk menentukan bilangan Prandl

$$\begin{aligned} \text{➤ } Pr &= \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} (X - X_1) + Y_1 \\ Pr &= \frac{0,680 - 0,683}{550 - 450} (546,75 - 450) + 0,683 \\ &= \frac{-0,003}{100} (96,75) + 0,683 \\ &= (-0,00003 \times 96,75) + 0,683 \\ &= -0,0029025 + 0,683 \\ &= 0,6800975 \text{ (bilangan prandl)}. \end{aligned}$$

Untuk menentukan bilangan reولد

$$\begin{aligned} \text{➤ } Re &= \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu} \\ &= \frac{0,646825 \times 43929525 \times 0,11}{283617} \\ &= \frac{3125896,50}{283617} = 11,2039 < 2100 \text{ (laminar)} \end{aligned}$$

Maka untuk mencari koefisien rata – rata perpindahan panas konveksi dialiran laminar menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{➤ } Nu &= \frac{3,66 + 0,668 \left(\frac{d}{L}\right) Re \cdot Pr}{1 + 0,04 \left[\left(\frac{d}{L}\right) Re \cdot Pr\right]^{2/3}} \\ &= 3,66 + \frac{0,668 (0,11 \div 0,5) 11,2039 \times 0,6800975}{1 + 0,04 [(0,11 \div 0,5) 11,2039 \times 0,6800975]^{2/3}} \\ &= 3,66 + \frac{0,668 \times 0,22 \times 7,61974438025}{1,04 \times 0,22 \times 7,61974438025^{2/3}} \\ &= 3,66 + \frac{1,1197976341215}{1,743975142012^{0,66}} \\ &= 3,66 + \frac{1,1197976341215}{1,1506423593727} \\ &= 3,66 + 0,9731934731935 = 4,63 \text{ (bilangan Nusselt)}. \\ \text{➤ } hc &= \frac{k}{d} \cdot Nu \\ hc &= \frac{35,335}{0,11} \times 4,63 \\ &= 321,22 \times 4,63 \\ &= 1487,24 \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

Menghitung laju perpindahan panas konveksi

$$\text{➤ } qc = hc \cdot A \cdot \Delta T$$

$$\begin{aligned}
 q_c &= 1487,24 \times 0,01511125(546,75 - 409,95) \\
 &= 22,47 (136,8^{\circ}\text{K}) \\
 &= 3073,89 \text{ W}
 \end{aligned}$$

4.1.3. Koefisien perpindahan panas gabungan antara konduksi dan konveksi Pada surabi oncom ke 1

Untuk mencari koefisien perpindahan panas gabungan antara konduksi dan konveksi menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{total} &= K.A \frac{(T_B - T_1)}{\Delta x} + h_c . A (T_2 - T_B) \\
 &= \frac{(T_B - T_2)}{\frac{\Delta x}{K.A} + \frac{1}{h_c . A}} \\
 &= \frac{(234,6 - 136,8)}{\frac{0,5}{41,6 \times 160,0019} + \frac{1}{1487,24 \times 0,0047494}} \\
 &= \frac{97,8}{\frac{0,5}{6656,07} + \frac{1}{7,06}} \\
 &= \frac{7,511 + 0,141}{97,8} \\
 &= \frac{7,652}{97,8} \\
 &= 12,78 \text{ W/m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.1. Nilai Konduksi dan Konveksi cawan surabi oncom 1

Nama	Konduksi	Konveksi	
Konduktivitas Termal (k)	41,6 W/m. ^o C	35,335 W/m. ^o C	Konduksi +Konveksi
Luas Penampang (A)	0,26 m ²	0,01511125	
Perubahan Suhu (ΔT)	136,8 ^o K	136,8 ^o K	
Jarak Aliiran Panas (Δx)	0.5 m	-	
Koefisien Rata-rata (hc)	-	1487,34 $\frac{w}{m^2}$	
Q total	2957,61 W	3078,89 W	

Tabel 4.2. Keseluruhan hasil perhitungan pada surabi jenis oncom dan surabi jenis polos

Nama	q konduksi	q konveksi	q total
Surabi oncom 1	2957,61 W	3078,89 W	1520 W/m ²⁰ C
Surabi oncom 2	2953,29 W	3059,84 W	1517,77 W/m ²⁰ C
Surabi oncom 3	2964,10 W	3080,63 W	1523,33 W/m ²⁰ C
surabi polos 1	2920,86 W	2941,12 W	1506,59 W/m ²⁰ C
surabi polos 2	2933,83 W	2987,01 W	271,4 W/m ²⁰ C
surabi polos 3	2957,61 W	2965,26 W	12,96W/m ²⁰ C

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari optimasi cawan pembuatan surabi ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Proses pematangan surabi ini masih menggunakan alat yang tradisional yaitu menggunakan cawan dan tungku yang berbahan baku tanah liat dan menggunakan kayu sebagai bahan bakar untuk proses pematangan surabi.
- Dalam penelitian ini penyusun menggunakan dua jenis surabi yaitu surabi jenis oncom dan surabi jenis polos, Kemudian penyusun melakukan 6 kali pengambilan data terkait temperature yang dibutuhkan yaitu 3 kali pengambilan data tentang temperature yang dibutuhkan untuk mematangkan surabi jenis oncom dan 3 kali pengambilan data tentang temperature yang dibutuhkan untuk mematangkan surabi jenis polos. Hasil analisis yang didapat dari perhitungan q Konduksi surabi jenis oncom adalah (1301927,29 W , 1304589,75 W dan 1297933,65 W) dan q Konduksi surabi jenis polos adalah (1324557,93 W , 1316570,64 W dan 1320564,28 W)
- Dan hasil analisis yang didapat dari perhitungan q Konveksi surabi jenis oncom adalah (3073,89 W,3059,84 W dan 3080,63 W) dan hasil q Konveksi untuk surabi jenis polos adalah (2941,12 W, 2987,01 W dan 2965,26 W)

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Yana, R.I.,2018 ''Perancangan alat Pembuat Surabi Portable dengan Menggunakan Electric Heater''.Purwakarta, STT-Wastukencana Purwakata.
- [2.] Holman, J.P.,1986 . Perpindahan Kalor, 6th edition, Terjemahan oleh Ir. E.Jafri M.Sc,1994,Erlangga,Jakarta.
- [3.] Myson., 2018, '' Peluang Efisiensi Tungku Pembakaran Bata Merah di Daerah Setiti Kabupaten Muaro Jambi''. Jambi , Universitas Batanghari Jambi.
- [4.] Setiawan , A. 2010, '' Optimasi Proses Pembakaran dan Perpindahan Panas pada Alat Produksi Garam Hemat Energi'' Lhokseumawe. Universitas Malikussaleh Lhoksumawe.
- [5.] Suandi, M. 2018, '' Pengaruh Bentuk Tungku Berbahan Bakar Kayu Terhadap Laju Perpindahan Panas''.Ternate, Universitas Khairun