

ANALISA DAN SIMULASI DISTRIBUSI TEMPERATUR DAN KELEMBABAN DALAM RUANG STEAMER DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM NUMERIK

Eflita Yohana, Muchammad, Rey Adam, Susetio Pratama
Jurusan Teknik Mesin
Universitas Diponegoro
Kampus Undip Tembalang, Semarang 50275, Indonesia
Phone: +62-24-7460059, FAX: +62-24-7460058, E-mail: efnan2003@yahoo.com

Abstrak

Steamer merupakan alat yang berguna untuk mengatur kelembaban dalam proses fermentasi roti. Udara lembab yang berasal dari preoses penguapan air yang di campur udara luar di masukan dalam ruang steamer, sehingga masuk ke steamer dengani kelembaban relatif 80 – 85 % dan temperatur 40°C. Dengan dasar hal tersebut dibuatlah simulasi distribusi temperatur dan kelembaban relatif dalam ruang steamer, hasil yang di peroleh adalah distribusi temperatur dalam ruang steamer cenderung konstan di semua titik sedangkan kelembaban relatif cenderung tinggi di bagian depan dan belakang ruang sedangkan bagian tengah cenderung turun, tetapi masih dalam batas yang diperbolehkan dalam persyaratan ruang steamer. Kelembaban spesifik maksimum sebesar 34,12 g/kg udara kering pada bagian belakang steamer dan minimum 19,52 g/kg udara kering pada bagian tengah steamer.

Kata-kata kunci : komputasi, steamer, kelembaban relatif, temperatur

1. PENDAHULUAN

Fermentasi telah lama dikenal manusia dan kini beberapa diantaranya berkembang ke arah industri spt roti, minuman beralkohol, yoghurt, keju, kecap, tempe dsb. Dalam fermentasi digunakan mikroorganisme dengan pengendalian lingkungan. Fermentasi dapat berfungsi sebagai pembentuk cita rasa, memperbaiki tekstur, mengawetkan produk, meningkatkan kualitas dsb. Teknologi fermentasi umumnya sederhana dengan biaya yang relatif murah. Roti adalah makanan dimana proses pembuatannya melalu peragian yang di sebut juga proses fermentasi, fermentasi menggunakan bakteri mikroskopik yang di beri makan oleh karbohidrat yang berada dalam tepung yang dirubah menjadi CO₂ dan alkohol. Pembuatan roti sebelum pemanggangan harus di simpan dalam tempat yang hangat dan lembab sehingga ragi dapat berkembang biak dan memproduksi CO₂ terus menerus selama fermentasi. Fermentasi dapat berfungsi sebagai pembentuk cita rasa, memperbaiki tekstur, mengawetkan produk, meningkatkan kualitas dsb.

Pada prinsipnya roti dibuat dengan cara mencampurkan tepung dan bahan penyusun lainnya menjadi adonan kemudian difermentasikan dan dipanggang. Pembuatan roti dapat dibagi menjadi dua bagian utama yaitu proses pembuatan adonan dan proses pembakaran. Kedua proses utama ini akan menentukan mutu hasil akhir.

Proses pengembangan adonan merupakan suatu proses yang terjadi secara sinkron antara peningkatan volume sebagai akibat bertambahnya gas-gas yang terbentuk sebagai hasil fermentasi dan protein larut, lemak dan karbohidrat yang juga mengembang dan membentuk film tipis. Dalam proses ini terlihat dua kelompok daya yaitu daya produksi gas dan daya penahan gas. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi daya produksi gas adalah konsentasi

ragi roti, gula, malt, makanan ragi dan susu selama berlangsungnya fermentasi. Proses proffing adalah proses fermentasi akhir setelah adonan dibentuk (yang terjadi dalam ruang steamer) ditimbang dan dimasukkan ke dalam loyang, sebelum akhirnya adonan dipanggang dalam oven. Pada tahap ini gluten menjadi halus dan meluas serta penampakan proffing volume adonan menjadi dua kali lipat. Suhu proffing yang baik adalah antara 32-38° C dengan kelembaban relatif (RH) 80-85 % selama 1- 1,5 menit.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sebuah perangkat lunak (*software*) CFD memberikan kekuatan untuk mensimulasikan aliran fluida, perpindahan panas, perpindahan massa, benda-benda bergerak, aliran multifasa, reaksi kimia, interaksi fluida dengan struktur, dan sistem akustik hanya dengan pemodelan di komputer. Dengan menggunakan *software* ini kita dapat membuat *virtual prototype* dari sebuah sistem atau alat yang ingin kita analisis dengan menerapkan kondisi nyata di lapangan. *Software* CFD akan memberikan data-data, gambar-gambar, atau kurva-kurva yang menunjukkan prediksi dari performansi keandalan sistem yang akan kita disain tersebut.

Kondisi temperatur yang diperlukan sekitar 40°C dengan kelembaban 80%. Waktu pengembangan dalam *steamer* berkisar 1-1,5 jam. (Bogasarai Flour Mills).

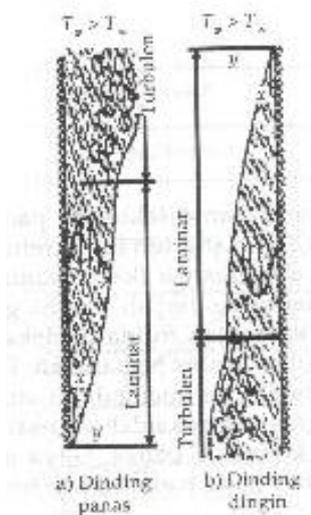
Proses pengembangan adonan roti merupakan terapan dari psikometri dan perpindahan kalor. Perpindahan panas yang terjadi dalam *steamer* terdiri dari 2 macam perpindahan panas yaitu :

Konveksi, adonan yang berbentuk *bingham* mengandung air dan udara sehingga pada waktu panas ditransfer dari tempat adonan (loyang) yang berupa

metal terjadi perpindahan panas antar molekul-molekul *bingham*. (Samuel A. Matz, Ph.D).

Ada dua macam perpindahan kalor konveksi, yaitu perpindahan kalor konveksi paksa dan perpindahan kalor konveksi natural (alamiah).

Perpindahan kalor konveksi paksa yaitu menggunakan alat bantu untuk mengeluarkan panas dari suatu benda atau zat, sedangkan konveksi natural tanpa menggunakan alat bantu. *Steamer* yang akan dibuat ini perpindahan panas konveksinya adalah perpindahan panas konveksi natural dan konveksi paksa. Gaya apung yang menyebabkan arus konveksi bebas disebut gaya badan (*body force*).



Gambar 1 Lapis Batas diatas Plat Vertikal

Perhatikan gambar 1, plat rata vertical dipanaskan, terbentuklah suatu lapis batas konveksi-bebas. Pada dinding kecepatan adalah nol karena terdapat kondisi tanpa gelincir, kecepatan itu bertambah terus sampai mencapai suatu nilai maksimum, kemudian menurun lagi hingga nol pada tepi lapisan batas

Pada system konveksi bebas sering ditemui bilangan tak berdimensi Grasof (*Gr*) yang didefinisikan :

$$Gr_L = \frac{g\beta (T_w - T_\infty) L^3}{\nu^2} \quad 1)$$

Bilangan Nuselt rata-rata untuk kondisi temperatur dinding seragam pada plat horizontal dan kondisi temperatur dinding konstan sebagai berikut :

$$\overline{Nu} = \frac{hl}{k} = C (Gr_L \cdot Pr)^n \quad 2)$$

Konveksi paksa terjadi pada saat *fan* beroperasi untuk membuang sebagian uap dari dalam *steamer*, hal ini terjadi ketika kelembapan di dalam *steamer*

berlebih. Pada saat *fan* ini beroperasi maka terjadilah konveksi paksa.

Tabel 2.1 Konstanta C dan n

Jenis Aliran	$Gr_L \cdot Pr$	C	n	Aliran
Permukaan plat atas panas, bawah dingin	$10^5 - 2 \cdot 10^7$	0,59	1/4	Laminar
	$2 \cdot 10^7 - 3 \cdot 10^{10}$	0,14	1/3	Turbulen
Permukaan plat bawah panas, bawah dingin	$3 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^{10}$	0,27	1/4	Laminar

Konduksi, terjadi pada saat elemen pemanas dialiri listrik. Elemen pemanas ini digunakan untuk mendidihkan air dan membentuk uap di dalam *steamer*. Pada elemen pemanas tersebut terjadi perpindahan panas secara konduksi dari satu titik elemen ke titik elemen yang lainnya. (Samuel A. Matz, Ph.D)

Laju perpindahan kalor sebanding dengan gradien suhu normal :

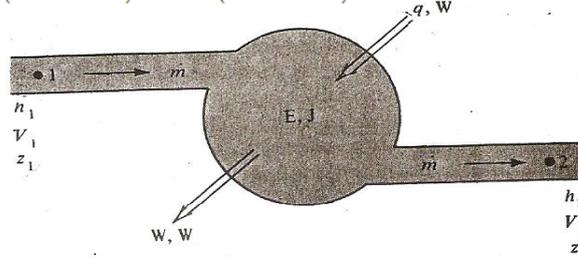
$$\frac{q}{A} \approx \frac{\partial T}{\partial x} \quad 3)$$

Jika dimasukkan konstanta proporsionalitas atau tetapan kesebandingan maka :

$$q = -kA \frac{\partial T}{\partial x} \quad 4)$$

Psikometri merupakan kajian tentang sifat-sifat campuran udara dan uap air, karena udara atmosfer tidak kering betul tetapi merupakan campuran antara udara dan uap air. Di dalam *steamer* ini kondisi udara diatur menyangkut kelembapan dan temperaturnya. Temperatur dan kelembapan di dalam *steamer* tidak boleh melebihi batasan yang ditentukan dalam pengembangan adonan. Kebanyakan sistem pengkondisian udara, laju aliran massa tidak berubah dari waktu ke waktu (kalaupun ada, hanya perubahan kecil); karena itu aliran dapat dianggap mantap.

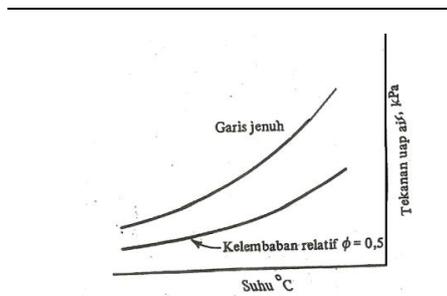
$$\dot{m} \left(h_1 + \frac{V_1^2}{2} + gz_1 \right) + q - \dot{m} \left(h_2 + \frac{V_2^2}{2} + gz_2 \right) - W = \frac{dE}{dt} \quad 5)$$



Gambar 2 Keseimbangan Energi Pada Sebuah Volume Atur Yang sedang Mengalami Laju Aliran Mantap

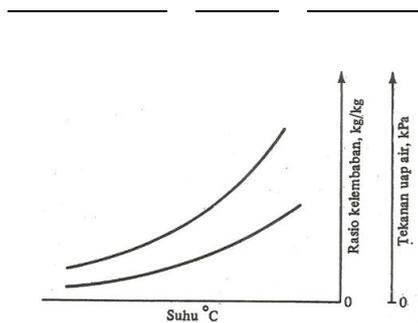
Peramaan aliran mantap dimana tidak ada perubahan energy terhadap waktu $dE/dQ = 0$, dan persamaan energi aliran mantap menjadi :

Kelembaban relative ϕ didefinisikan sebagai perbandingan fraksi molekul uap air di dalam udara basah terhadap fraksi molekul uap air jenuh pada suhu dan tekanan yang sama. ϕ dapat dinyatakan dengan :



Gambar 3 Garis Kelembaban Relatif

Rasio kelembaban (W) adalah berat atau massa air yang terkandung dalam setiap kilogram udara kering.



Gambar 4 Rasio Kelembaban W sebagai Ordinat Lain

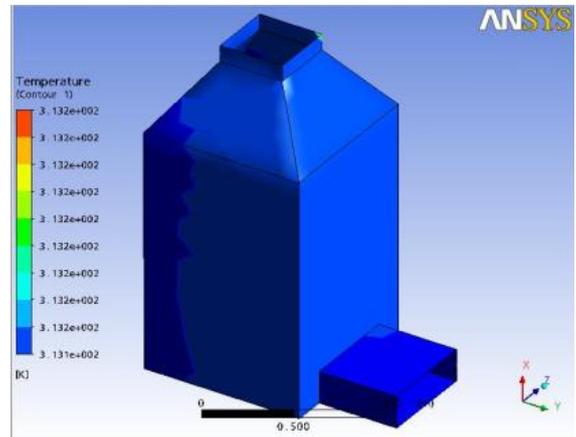
3. METODOLOGI

Studi Literatur di lakukan untuk mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan dari berbagai sumber yang di teliti. Pemodelan matematika dimodelkan dalam persamaan matematika difrensial parsial. Penggunaan metode numerik untuk teknik solusi dan dikritasi untuk menentukan pemodelan matematika yang di buat. Permasalahan yang telah di modelkan dalam persamaan matematika dicari solusinya dengan metode numerik kemudian di simulasikan dengan menggunakan software CFD.

4. HASIL DAN KESIMPULAN

Distribusi temperatur dalam ruang steamer yang di peroleh dari proses simulasi CFD adalah

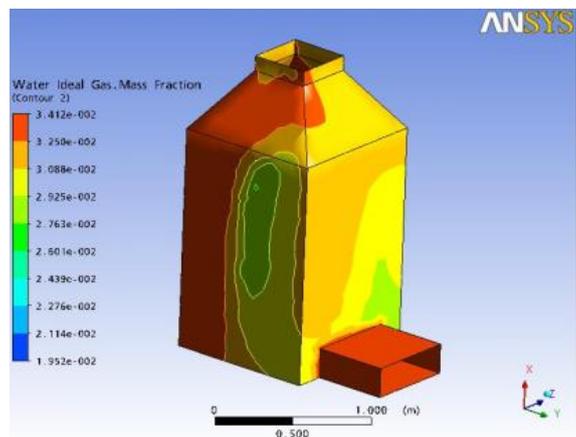
konstan pada temperatur 40°C . Seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Distribusi temperatur dalam ruang steamer.

Hal ini sesuai dengan yang di harapkan untuk ruang dalam dari steamer, sehingga temperatur yang rata menyebabkan tingkat fermentasi yang baik di segala sisi ruang.

Distribusi kelembaban dalam ruang steamer dari hasil simulasi di peroleh sebagai berikut



Gambar 5. Didistribusi kelembaban dalam ruang steamer

Kelembaban spesifik yang di peroleh adalah 34,12 g/kg udara kering untuk daerah maksimum yang berada di bawah atau pada saluran masuk serta bagian belakang dari ruang steamer hal ini di sebabkan karena laju aliran udara yang masuk langsung menuju bagian belakang steamer kemudian berputar menuju bagian keluaran sebelah atas sehingga bagian depan dari steamer udara lebih renggang di bandingkan di bagian

belakang dan 19,52 g/kg udara kering untuk daerah minimum yaitu di sisi bagian depan steamer.

Simpulan yang di peroleh dari simulasi ini adalah temperatur ruang steamer merata di semua sisi ruang steamer dan kelembaban spesifik memenuhi standar yang di tentukan oleh refrensi fermentasi yang ada, sedangkan kelembaban relatif yang di peroleh 78% mendekati dari angka 80% sesuai dengan refrensi yang di tentukan dalam proses fermentasi

DAFTAR PUSTAKA

- Anrian Bejan., 1984. "Convection Heat Transfer", John Wiley & Sons.,New York.
- Bird, B. R., Stewart, W. E., Lightfoot, E. N.,1960,"Transpot Phenomena ", pp.10-11, Dept.of Chem.Eng,University of Wisconsin, Madison,Wisconsin.
- Holman,J.P, 1993, "Perpindahan Kalor", pp.2-4,341-342,Erlangga, Jakarta.
- Perri, R. H. and Chilton, C. H., 1974, "Chemical Engineers, Handbook", pp. 5-39,5-46, Mc Graw-Hill,Ltd, Tokyo, Japan.
- Poulikakos.D., 1994,"Conduction Heat Transfer", Mechanical Engineering Dept, University of Illinois at Chicago, Prentice-Hall International, Inc.
- Raldi Artono Koestoer,2002, "Perpindahan Kalor Untuk Mahasiswa", pp.85-92,Salemba Teknik, Jakarta.
- Samuel A. Matz, 1972, "Bakery Techology and Engineering", pp.410-437, The Avi Publishing Company, Inc., New York.
- Wilfred James Fance, 1966,"The Student's Technology of Breadmaking and Flour Confectionery",Routledge and Kegan Paul, Ltd, London.
- Yunus A. Cengel and Michael A. Boles, 1994, "Thermodynamics an Engineering Approach", McGraw-Hill, inc., New York.
-,2001, " Pusat Pelatihan Pengolahan Terigu (P3T) Training Material , P.T. Indofood Sukses Makmur, Bogasari Flour Mills