

PERENCANAAN ALAT PENGOLAH LIMBAH BUAH NANAS MENJADI BIOETANOL DENGAN METODE SUBLIM ELEKTRIK

M Yahya Al Fajar¹⁾ Dr. Ir. Priyagung Hartono, M.T²⁾ Ir. H. Margianto, M.T³⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Mesin ²⁾³⁾Dosen Jurusan Teknik Mesin

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

Jl. Mayjen Haryono No.193, Dinoyo, Malang, Jawa Timur 65144

Email: Alyhaya596@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is a big country in the Asian continent, not only that Indonesia also has the largest pineapple garden after Thailand. Pineapple is a fruit that contains sugar and carbohydrate levels such as cassava, rice, wheat, etc. which are usually used for making ethanol. Besides making tools there are many other ways to examine the processes of heat transfer, and steam analysis. This time the researcher wants to do a simulation experiment using a software to analyze a steam displacement and heat transfer that occurs in a simple steam boiler to make it happen, so some processes need to be done starting from designing, determining materials and materials, and several dimensions to calculate the dimensions. created a design that approached the original tool. In planning this distillation boiler uses a simulation with Computational Fluid Dynamic (CFD) Software. From the results of planning and calculation one conclusion can be drawn, Distillation type = Distillation with water and steam, Steam capacity = 0.05474 kg / s, Inlet pressure = 6 bar = 87 lb / in², *Maximum Allowable stress value* = 11 ksi = 1100 lb/in², Steam temperature in the distillation kettle = 164.4°C, The steam temperature exits the distillation kettle = 56°C. The average temperature at the stainless steel pipe outlet after passing through the condenser= 25°C = 289,15 °K, So the heat transfer rate of each ft² is 393.2 BTU / hft².

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara besar dibenua Asia, bukan hanya itu Indonesia juga memiliki kebun nanas terbesar setelah Thailand. Nanas merupakan buah buahan yang mengandung kadar gula dan karbohidrat seperti singkong, padi, gandum, dll yang biasanya dipakai untuk pembuatan

etanol. Bagian utama yang bernilai ekonomi penting dari tanaman nanas adalah buahnya, memiliki rasa manis sampai agak asam menyegarkan, sehingga disukai oleh masyarakat luas. Di samping itu buah nanas mengandung gizi yang cukup tinggi dan lengkap. Selain pembuatan alat banyak cara

lain untuk meneliti proses dari perpindahan panas, serta analisa uap.

Kali ini peneliti ingin melakukan sebuah percobaan simulasi menggunakan sebuah *software* untuk melakukan analisa sebuah perpindahan uap dan perpindahan panas yang terjadi pada sebuah ketel uap sederhana untuk dapat mewujudkannya maka perlu dilakukan beberapa proses mulai dari pendesainan, penentuan material dan bahan, dan beberapa tahapan perhitungan dimensi agar tercipta sebuah desain yang mendekati alat aslinya.

Bioetanol adalah etanol yang terbuat dari sumber hayati/lebih tepatnya tanaman yang mengandung pati, gula, dan tanaman berselulosa lainnya. Dalam dunia industri, etanol umumnya digunakan sebagai bahan baku industri turunan alkohol, campuran untuk minuman keras (seperti sake atau gin) serta bahan baku farmasi, kosmetik dan sebagai bahan bakar. Teknologi dasar untuk memproduksi alkohol telah dikenal dan dapat diaplikasikan dengan mudah pada banyak negara berkembang. Produksi alkohol pada skala medium dapat dilaksanakan di area pedesaan dan dapat menjadi sumber utama pencairan dengan biaya yang relatif rendah.

Salah satu proses pembentukan uap adalah mendidih, dimana titik didih suatu zat

cair tergantung pada tekanan pada tekananyang diberikan pada permukaan zat cair. Untuk menghasilkan uap yang lebih besar digunakan ketel uap, dimana fluida kerja yang digunakan adalah air, karena air memiliki sifat-sifat yang lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan fluida kerja yang lain.

Ketel uap adalah sebuah alat untuk menghasilkan uap, dimana terdiri dari dua bagian yang penting yaitu: dapur pemanasan, dimana yang menghasilkan panas yang didapat dari pembakaran bahan bakar dan boiler proper, sebuah alat yang mengubah air menjadi uap. Uap atau fluida panas kemudian disirkulasikan dari ketel untuk berbagai proses dalam aplikasi pemanasan.

Boiler atau ketel uap adalah suatu perangkat mesin yang berfungsi untuk mengubah air menjadi uap. Proses perubahan air menjadi uap terjadi dengan memanaskan air yang berada didalam pipa-pipa dengan memanfaatkan panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Pembakaran dilakukan secara kontinyu didalam ruang bakar dengan mengalirkan bahan bakar dan udara dari luar.

Banyak *Software* yang bisa dijadikan sebagai bahan simulasi akan tetapi kali ini peneliti lebih memilih *Software Autodesk Inventor dan CFD (Computational Fluid Dynamic)*. Karena aplikasi cukup umum digunakan kalangan mahasiswa maupun kalangan *industry*. Oleh karena itu peneliti lebih memilih aplikasi yang sering digunakan agar lebih cepat dalam proses pengerjakanya meskipun memakan sedikit waktu. Perencanaan ini dilakukan untuk mengetahui perpindahan suhu dari heater menuju filtrat sampai dengan uap air filtrat melewati kondensator/ tabung pendingin. Filtrat adalah Hasil dari pemisahan campuran dengan cara penyaringan (Filtrasi) yang berupa zat cair. Penyelesaian model matematika pada *gas flow* dan *heat transfer* pada Sublim elektrik dilakukan dengan menggunakan *software Autodesk Computational Fluid Dynamic (CFD)*. *Computational Fluid Dynamics (CFD)* merupakan metode penghitungan dengan sebuah kontrol dimensi, luas dan volume dengan memanfaatkan bantuan komputasi komputer untuk melakukan perhitungan pada tiap-tiap elemen pembaginya.

Kondisi *steady state* digunakan dalam simulasi ini. Pada pemodelan pembakaran digunakan heater sebagai pemanas, dengan suhu mencapai 164,5°C.

Kontur suhu diplot untuk merinci simulasi sublim elektrik selama proses perlakuan panas. Pada proses pemodelan geometri sublim menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor 2018*. Setelah pembuatan desain sublim pada perangkat lunak *Autodesk Inventor 2018*, data desain di ekspor pada *software Autodesk CFD 2018*.

METODE PERENCANAAN

Metode yang digunakan pada penelian kali ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dimana peneliti mengamati dan menghitung setiap bagian-bagian yang akan dianalisa sehingga mengurangi kesalahan-kesalahan yang tidak diinginkan. Desain perencanaan yang digunakan adalah *Research and Development* yaitu metode perencanaan yang digunakan untuk menghasilkan sebuah desain, dimana dalam perencanaan tersebut mengetahui sebuah rancangan yang akan diuji. Secara umum proses perencanaan suatu produk melibatkan iterasi yang hanya dilakukan 1 atau 2 kali percobaan. Pada perencanaan ini yaitu perencanaan ketel sebagai alat penyubling limbah buah nanas menjadi bahan bakar bioetanol. desain ketel/*boiler* pada *software* dan analisis struktur *boiler* sebagai obyek perencanaan dengan menekankan pada desain ulang pada kontruksi ketel/*boiler*

menggunakan *software* Autodesk Inventor 2018. Untuk simulasi dari alat ini nantinya akan ditampilkan setelah semua analisa data telah terselesaikan dengan hasil sesuai yang diinginkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada perencanaan ketel penyulingan ini menggunakan simulasi dengan *Software CFD (Computational Fluid Dynamic)*. Dari hasil perencanaan dan perhitungan dapat ditarik satu kesimpulan sebagai berikut :

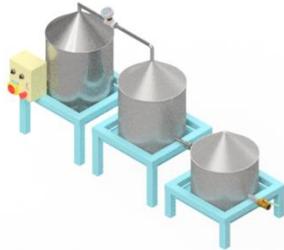
Data Hasil Perhitungan Manual :

1. Jenis penyulingan = Penyulingan dengan air dan uap
2. Kapasitas uap = 0,05474 kg/s
3. Tekanan uap masuk = 6 bar = 87 lb/in²
4. *Maximum Allowable stress value* = 11 ksi = 1100 lb/in²
5. Temperatur uap masuk ketel penyulingan = 164,4°C
6. Temperatur uap keluar ketel penyulingan = 56 °C
7. Ukuran ketel penyulingan :
 - Diameter (D) = 40 cm = 0,40 m
 - Tinggi (L) = 45 cm = 0,45 m
 - Tinggi tutup ketel = 9 cm = 0,9 m
 - Tinggi keseluruhan = 54 cm = 0,54 m
 - Tebal plat ketel = 3,5 mm = 3,5.10⁻⁴ m
8. Luas penyulingan :
 - Luas ketel penyuling = 37680 cm² = 0,3768 m²
 - Luas tutup atas = 11377,204 cm² = 0,1377204 m²
 - Luas total = 4396 cm² = 0,4396 m²
9. Volume :
 - Volume ketel penyulingan = 37680 cm³ = 0,3768 m³
 - Volume tutup atas = 3768,12 cm³ = 3,76812 m³
10. Bahan ketel penyuling = *stainless steel Austentic SA 285 Grade C tipe 304 L*
11. Bahan saluran uap pipa suling = *stainless steel Austentic SA 285 Grade C tipe 304 L*
12. Diameter pipa = 1 inch = 25,4 mm
13. Kebutuhan kalor :
 - Kalor yang keluar = 9,7899 Kj/s
 - Kalor yang berguna = 8,7016 Kj/s
14. Perpindahan masa konveksi = 602 W
15. Panas yang ada pada kondensor = 70,716 W/m²°C
16. Luas permukaan perpindahan kalor = 14,4 m²

Data Hasil Simulasi CFD :

1. Pre Processing

a. Pemodelan Geometri



b. Menentukan Jenis Material

<i>Material</i>	SS Grade 304 (UNS S30400)
<i>Maximum service temperature (°K)</i>	1198
<i>Density (mg/m³)</i>	8,06
<i>Thermal Conductivity (W/m°K)</i>	17
<i>Specific Heat (J/kg°K)</i>	530
<i>Melting point (°K)</i>	1723

Properties uap air dan air

Suhu uap air (°K)	100
Suhu air pada kondensator (°K)	25
Suhu heater/pemanas (°K)	500
Tekanan pada 6 bar (lb/in ²)	87 b/in ²

c. Meshing

Total *element* dan *node* pada model

<i>Total Nodes</i>	378340
<i>Fluid Nodes</i>	65056
<i>Solid Nodes</i>	313284
<i>Total Elements</i>	1623439
<i>Fluid Elements</i>	217287
<i>Solid Elements</i>	1406152

d. Penentuan Kondisi Batas

Suhu rata-rata pada outlet pipa stainless steel setelah melewati kondensator

$$T_{\text{uap air}} = 100^{\circ}\text{C} = 373,15^{\circ}\text{K}$$

$$T_{\text{air}} = 25^{\circ}\text{C} = 289,15^{\circ}\text{K}$$

Maka temperatur rata-rata:

$$T_{\text{rata-rata}} = \left[\frac{373,15 + 289,15}{2} \right]$$

$$T_{\text{rata-rata}} = \left[\frac{662,3}{2} \right]$$

$$T_{\text{rata-rata}} = 331,15^{\circ}\text{K}$$

$$T_{\text{rata-rata}} = 56^{\circ}\text{C}$$

Persamaan Konduksi Steady pada pelat satu lapisan

$$\frac{q}{A} = -K \frac{dT}{dX}$$

$$\frac{q}{A} = -K \frac{(T_1 - T_2)}{(X_2 - X_1)}$$

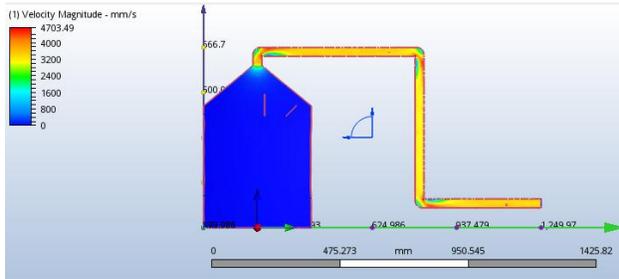
$$\frac{q}{A} = -17 \frac{(373,15 - 289,15)}{0,008}$$

$$= 178500 \text{ W/m}^2$$

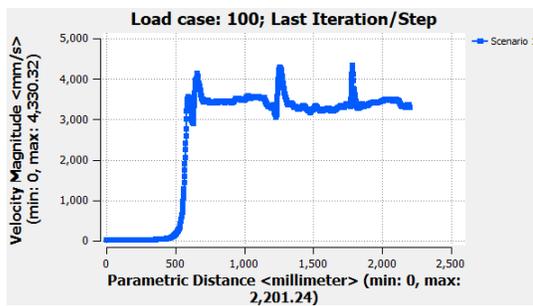
$$= 393,2 \text{ BTU/hft}^2$$

Jadi laju perpindahan panas tiap ft² adalah 393,2 BTU/hft²

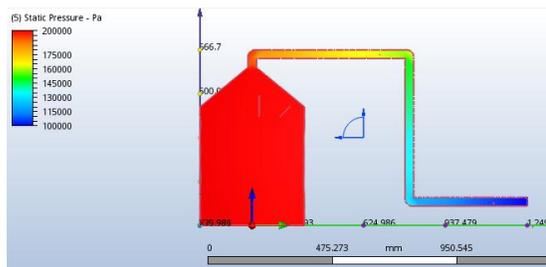
2. Post Processing



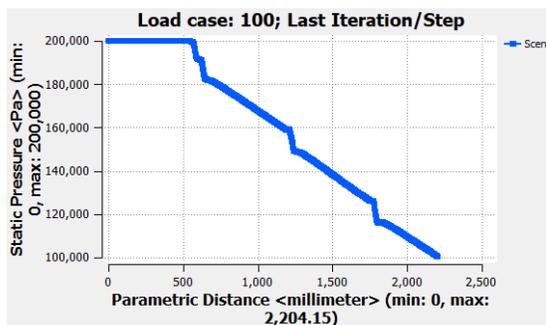
Velocity magnitute pada aliran uap air



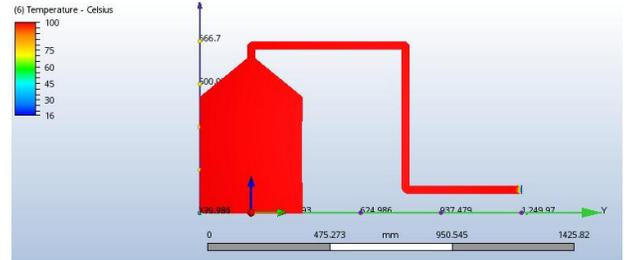
X-Y Plot dari Velocity magnitute pada aliran uap air



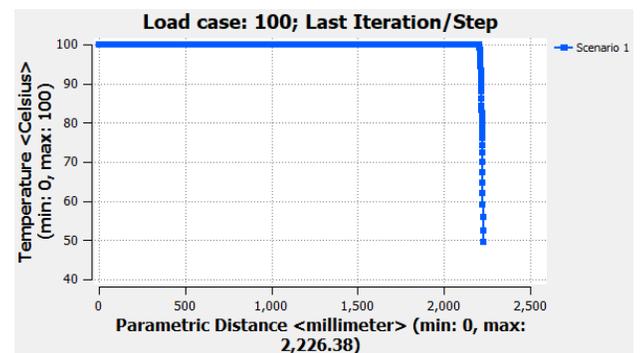
Gambar 5. Static Pressure pada aliran uap air



X-Y Plot dari Static Pressure pada aliran uap air



Distribusi suhu pada pada aliran uap air



Distribusi suhu pada pada aliran uap air

DAFTAR PUSTAKA

ASME. 2004. *Boiler & Pressure Vessel Code IV, Rules For Contruction fo Heating Boiler*. New York : Three Park Avenue

ASME. 2008. *ASME Section IV: Rules For The Contruction Of Heating Boilers, Chapter 18*.

ASME. 2010. *Boiler & Pressure Vessel Code II, Properties (Metric) Materials*. New York : Three Park Avenue

Djoko Setyardjo, M. J, “*Ketel Uap*”, Cetakan Ketiga, Pradnya Paramita, Jakarta, 1993

Holman, J. P, “ *Perpindahan Kalor* ”,
Edisi Keenam, Penerbit Erlangga,
Jakarta, 1991

Ir. Syamsir A. Muin, “ *Pesawat
Pesawat Konversi Energi I (Ketel
Uap)* ”, Rajawali pers, Jakarta, 1988

J. P . Holman, “ *Perpindahan Kalor (Heat Transfer)* ”, Edisi Kelima,
Penerbit Erlangga, Jakarta, 1984

Kreinth, Frank, “ *Prinsip – Prinsip
Perpindahan Panas* ”, Edisi Ketiga,
Penerbit Erlangga, Jakarta, 1997

Yamin M, Dita Satyadarma dan Opik A.
Hazanudin. 2008. *Analisis Tegangan
Pada Rangka Mobil Boogie*. Depok:
Proceeding, Seminar Ilmiah Nasional
Komputer dan Sistem Intelejen
Universitas Gundarma