

ANALISA EFISIENSI ALAT DESTILASI ASAP CAIR TERHADAP KUANTITAS ASAP CAIR DI DAPUR ARANG (SUKU ASLI) DESA JANGKANG

Mhd. Rizwandi¹, Alfansuri¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis

Email: Mhd.rizwandi130897@gmail.com, Alfansuri@polbeng.ac.id

Abstrak

Asap cair (liquid smoke) merupakan hasil kondensasi atau pengembunan dari asap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan baku yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya. Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan adalah kayu bakau (Mangrove), dengan cara dikarbonisasikan melalui pembakaran langsung sehingga asap dan arang bisa dihasilkan. Asap akan dikondensasikan menjadi asap cair dengan menggunakan kondensor yang sistem pendinginnya menggunakan udara dan bambu yang disusun secara vertikal. Pada penelitian ini dilakukan analisa pada suhu-suhu saat pembakaran arang berlangsung, dengan suhu tersebut akan digunakan untuk menghitung efisiensi alat destilasi, sedangkan kuantitas asap cair dilihat dari jumlah air yang terkondensasi oleh kondensor. Penelitian ini berlangsung selama 10 hari dengan interval waktu pengambilan data selama 6 jam sekali. Suhu tertinggi dihasilkan yaitu 80 °C dengan kuantitas 22 Kg, merupakan kuantitas terbesar dari semua data. Setelah dilakukan penghitungan efisiensi, kuantitas, kalor yang diserap dan dikeluarkan, kondensor ini bisa dikatakan efisien dengan nilai efisiensi sebesar 65%, dengan jumlah kuantitas 460,80 Kg, jumlah kalor yang diserap 2308,8 kJ/Kg dan jumlah kalor yang dikeluarkan 2191,37 kJ/Kg. Jadi sisa kalor yang masih tersimpan di kondensor sebesar 117,43 kJ/Kg.

Kata kunci: *asap cair, kondensasi, efisiensi, kuantitas, siklus rankine*

1. Pendahuluan

Perkembangan industri meningkat seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga industri merupakan salah satu sektor penting yang menopang perekonomian negara Indonesia. Banyak sekali sumber alternatif yang diciptakan dan bisa dikembangkan, Salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah pemanfaatan biomassa yang merupakan limbah dari berbagai macam industri. Salah satu potensi yang cukup besar adalah limbah padatan yang berasal dari industri arang kayu (*charcoal industry*) yang jumlahnya melimpah di Indonesia.

Pembuatan arang kayu sebagai bahan bakar alternatif sudah banyak dikembangkan dan menjadi industri skala mikro. Pembuatan arang menghasilkan limbah yang sering diabaikan, limbah

tersebut berupa asap hasil pembakaran. Dampak asap yang terlepas ke udara dapat berdampak luas berupa polusi udara yang berakibat pada gangguan kesehatan manusia, berupa iritasi saluran pernafasan dan dapat diikuti dengan infeksi. Asap hasil pembakaran arang kayu mengandung senyawa-senyawa yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti sebagai antibiotik, penghilang bau pada karet, mengobati luka, sebagai pengawet makan dan lain sebagainya. Karena didalam asap terkandung berbagai macam senyawa yaitu senyawa asam, *fenol* dan *karbonil*. Untuk dapat memanfaatkan senyawa hasil pembakaran kayu maka asap tersebut harus diembunkan sehingga terbentuk asap cair.

Asap cair merupakan campuran yang mengandung partikel cair dan uap yang diperoleh dari *pirolisis* atau pembakaran. Prinsip utama dalam pembuatan asap cair

adalah dengan mendestilasi asap yang dikeluarkan oleh bahan berkarbon dan diendapkan dengan destilasi multi tahap untuk mengendapkan komponen larut. (Tranggono, dkk., 1997) [1].

Menurut penelitian Alfansuri dkk (2018) [2], untuk memperoleh asap cair dengan kuantitas yang maksimal, dibutuhkan sebuah alat yang bisa memisahkan antara gas dan air yang terkandung didalam asap. Cara mengatasi permasalahan diatas, pada penelitian ini menggunakan sebuah kondensor terbuat dari bambu yang disusun secara *vertical*, sehingga dengan bantuan bambu tersebut asap bisa terkondensasi menjadi asap cair. Akan tetapi pada penelitian Alfansuri dkk (2018) [2], belum membahas tentang *efisiensi* alat, untuk itu penulis ingin melakukan pengujian alat destilasi asap cair dengan mengkaji serta menganalisa *efisiensi* alat tersebut, dengan diadakan penelitian seperti ini, penulis bisa mengetahui kinerja alat destilasi dengan media pendingin bambu yang disusun secara *vertical* sehingga menghasilkan asap cair dengan kuantitas yang diharapkan.

2. Landasan Teori

2.1 Asap cair

Asap cair (*liquid smoke*) merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung *lignin*, *selulosa*, *hemiselulosa* serta senyawa karbon lainnya. Cara memproduksi asap cair arang kayu bakau ini adalah dengan cara mengkarbonisasikan kayu bakau agar kadar airnya hilang, kemudian dipirolisis/diberi uap panas dari hasil pembakaran pada waktu dan temperatur tertentu. Asap kemudian di kondensasikan melalui suatu kondensor menggunakan media Bambu dan udara sebagai pendingin. Komposisi asap dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya jenis kayu, kadar air kayu, dan suhu pembakaran yang digunakan (Girard, 1992) [3].

Bahan baku yang banyak digunakan antara lain berbagai macam jenis kayu, bongkol kelapa sawit, tempurung kelapa, sekam, ampas atau serbuk gergaji kayu. Bahan pengasap yang lambat terbakar akan menghasilkan asap cair dengan kadar asam dan fenol yang lebih tinggi (Zaitsev dkk 1969) [4]. Kayu lunak biasanya akan menghasilkan asap dengan kandungan bahan pengawet kimia yang lebih rendah dibanding kayu keras (Tranggono, 1997) [1]. Asap cair secara umum memiliki komposisi sebagai berikut : air 81–92%; fenol 0,22–2,9%; asam 2,8–4,5%; karbonil 2,6–4,6%; dan tar 1–17%. Sedangkan menurut Bratzler (1969) [5], komponen utama kondensat asap kayu adalah *karbonil* 24,6%; asam *karboksilat* 39,9%; dan *fenol* 15,7%. Komponen asap tersebut berfungsi sebagai *antimikroba*, *antioksidan*, pembentuk aroma, *flavor*, dan warna.

2.2 Bambu

Bambu merupakan salah satu jenis rumput-rumputan yang termasuk ke dalam *famili Gramineae* dan merupakan bagian dari komoditas hasil hutan bukan kayu. Novriyanti (2005) [6], mengemukakan bahwa bambu sangat berpotensi sebagai bahan substitusi kayu karena rumpunan bambu dapat terus berproduksi selama penanamannya terkendali dan terencana. Bambu memiliki beberapa keunggulan dibanding kayu yaitu memiliki rasio penyusutan yang kecil, dapat dilengkungkan atau memiliki elastisitas dan nilai dekoratif yang tinggi serta bisa digunakan sebagai pendingin untuk menyerap panas.

Didalam penelitian ini penulis menggunakan bambu jenis betung, mengingat bambu betung ini memiliki ketebalan yang baik dan memiliki ruas yang jaraknya tidak terlalu jauh, karena dengan ruas tersebut sangat bagus untuk proses pemisahan antara uap dan cairan asap cair karena fase cairan yang berat jenis nya lebih berat apabila bersinggungan dengan ruas bambu tersebut akan jatuh kebawah.

2.3 Siklus Rankine

Siklus Rankine adalah siklus termodinamika yang mengubah panas menjadi kerja. Panas disuplai secara eksternal pada aliran tertutup, yang biasanya menggunakan air sebagai fluida yang bergerak. Siklus ini menghasilkan 80% dari seluruh energi listrik yang dihasilkan di seluruh dunia. Siklus ini dinamai untuk mengenang ilmuwan Skotlandia, William John Rankine. Siklus Rankine adalah model operasi mesin uap panas yang secara umum ditemukan di pembangkit listrik. Sumber panas yang utama untuk siklus Rankine adalah batu bara, gas alam, minyak bumi, nuklir, dan panas matahari.

Siklus Rankine kadang-kadang diaplikasikan sebagai siklus Carnot, terutama dalam menghitung *efisiensi*. Perbedaannya hanyalah siklus ini menggunakan fluida yang bertekanan, bukan gas. *Efisiensi* siklus Rankine biasanya dibatasi oleh fluidanya. Tanpa tekanan yang mengarah pada keadaan super kritis, range temperatur akan cukup kecil.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Alat dan bahan yang digunakan

a. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kondensor, *thermometer*, *stopwatch*, kamera, tungku pembakaran, baskom (Gambar 2.1). Ada alat bantu tambahan seperti mesin potong, perahu.

b. Bahan

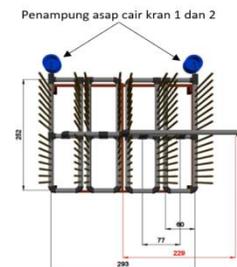
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kayu bakau sebagai bahan baku, kayu bakar sebagai umpan api untuk membakar kayu.

2.2 Metode Pengukuran

1. Langkah Kerja Untuk Pengambilan Data

a. Disiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk proses pengambilan data, seperti alat destilasi asap cair, *stopwatch*, kamera, tungku pembakaran, kayu bakau, kayu karet dll.

- b. Disusun kayu bakau secara vertikal didalam tungku, dan diisi hingga tungku penuh, setelah penuh lalu ditutup dengan batu bata yang lumuri lumpur untuk bahan perekatnya lalu dibakar.
- c. Selanjutnya, setelah kayu dibakar, asap mulai terlihat dan mulai dihasilkan. Asap tersebut akan dialirkan ke kondensor dan akan dikondensasi /diembunkan didalam kondensor dengan prinsip perpindahan panas, yang mana suhu yang tinggi akan dilepaskan ke suhu yang rendah, terlebih lagi bambu yang bersifat melepaskan kalor sehingga asap yang didalamnya ada kandungan air tersebut akan terpisah, karena uap air memiliki berat jenis yang lebih berat dari pada gas, maka bambu tersebut membantu untuk memisahkan air dan gas dengan ruas-ruas pada bambu.
- d. Selanjutnya, asap akan berubah fase dari fase gas menjadi fase cair, disinilah kita akan mengetahui *efisiensi* alat destilasi ini, dilihat dari kemampuan alat tersebut dalam menurunkan suhu dan mengkondensasikan asap didalam kondensor.
- e. Asap hasil pembakaran arang ini memiliki tiga kandungan didalamnya, yaitu uap air, gas dan TAR. Jadi dengan bantuan kondensor inilah semua komponen tersebut akan dipisahkan, karena uap air memiliki berat jenis yang lebih berat dibanding gas, maka uap air akan jatuh kedalam pipa paralon dan akan masuk kedalam tempat penampungan.



Gambar 2.1 Spesifikasi alat destilasi

- f. Selanjutnya, hasil suhu asap dicantumkan didalam table penelitian.
- g. Selanjutnya, setelah didapat hasil pengukuran lalu dihitung dengan rumus untuk mengetahui *efisiensi* alat pendinginnya :

$$\eta = \frac{\text{suhu masuk} - (\text{suhu kran1} + \text{suhu kran2})/2}{\text{suhu masuk}} \times 100\%$$

- h. kuantitas asap cair kita bisa melakukan pengukuran pada hasil asap cair yang dihasilkan didalam ember. lalu dihitung dengan menggunakan persamaan.

$$\Sigma \text{ asap cair} = n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_n$$

(3)

- i. Setelah dihitung semua data yang ada, selanjutnya maka penulis akan melanjutkan analisa dengan menggunakan siklus rankine untuk mencari tahu kerja dari kondensor dalam menyerap panas dan mengeluarkan energi panasnya. Untuk mengetahui besar kalor-kalor yang diserap dan dikeluarkan bisa menggunakan rumus sebagai berikut.

Untuk mengetahui Untuk mencari kalor yang masuk menggunakan rumus

$$Q_{in} = (h_g - h_f)$$

Untuk mencari panas yang keluar dari kondensor menggunakan rumus

$$Q_{out} = Q_{in} - h_f$$

- j. Setelah dianalisa barulah penulis mengetahui panas yang masuk dan panas yang keluar dari kondensor dengan media bambu dan udara sebagai pendingin.

2. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Data Hasil Pengujian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan perakitan komponen-komponen yang digunakan untuk membuat alat destilasi, adapun komponen tersebut berupa bambu, paralon dan plat alumunium yang dibuat dalam bentuk pipa silinder. Kemudian komponen tersebut dirakit menjadi alat destilasi seperti langkah-langkah yang

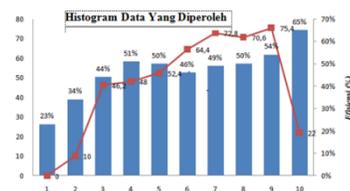
tertera pada bab 2 dan sesuai dengan bentuk dan dimensi yang telah ditentukan. Setelah pembuatan dan perakitan alat destilasi asap cair ini selesai dilakukan, maka dilakukan proses pengambilan data dengan melakukan pengujian terhadap alat tersebut dengan memanfaatkan pembakaran arang sebagai penghasil asap untuk diolah dan bambu sebagai media pendingin. Penelitian ini dilakukan selama 10 hari, dengan interval waktu pengambilan data yaitu 6 jam sekali, maka diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 3.1 Histogram Keseluruhan Data

No	Hari pengambilan data	Suhu masuk rata-rata (°C)	Suhu keluar rata-rata (°C)	Efisiensi rata-rata (%)	kuantitas asap cair (Kg)
1	Hari pertama	32.5°C	25°C	23%	-
2	Hari kedua	43°C	28°C	34%	10
3	Hari ketiga	54.5°C	30°C	44%	46.2
4	Hari keempat	58.5°C	28.5°C	51%	48
5	Hari kelima	61°C	30.5°C	50%	52.4
6	Hari keenam	61.5°C	33°C	46%	64.4
7	Hari ketujuh	66.5°C	33.5°C	49%	72.8
8	Hari kedelapan	68°C	34°C	50%	70.6
9	Hari kesembilan	73.5°C	33.5°C	54%	75.4
10	Hari kesepuluh	80°C	28°C	65%	22
Jumlah					460,8

Dari tabel 3.1 diatas dapat dilihat bahwa *efisiensi* tertinggi dari kerja alat destilasi ini terdapat pada hari terakhir, dengan nilai 65%. Suhu 80 °C merupakan suhu maksimal dari seluruh data yang diperoleh, hal ini mengakibatkan proses kerja bambu dalam mengkondensasikan uap menjadi terganggu karena berada disuhu tersebut bambu-bambu menjadi pecah dan retak dengan demikian banyak asap yang tidak terkondensasi dengan baik.

3.2 Histogram Dari Semua Data



Gambar 3.1 Histogram keseluruhan data

Dari hasil histogram yang dibuat maka dapat dilihat bahwa hari pertama disaat kayu dibakar belum ada asap cair yang dihasilkan, karena suhu masih dingin dan jendela atas masih terbuka, nilai *efisiensi* nya sebesar 23%. Asap cair mulai dihasilkan pada hari kedua dengan *efisiensi* 34% dengan kuantitas 10 Kg. Akan tetapi dari data yang diperoleh terjadi hal yang diluar harapan, karena harapan yaang diinginkan adalah ada kenaikan pada *efisiensi* alat tersebut, akan tetapi di hari keenam dan ketujuh terdapat penurunan *efisiensi*, hal itu di karenakan beberapa faktor yaitu disebabkan oleh api diruang bakar yang tidak terjaga dengan baik dan juga karena jendela atas selalu dibuka tutup, sehingga membuat asap tidak berkonsentrasi untuk dialirkan ke kondensator dan juga pada hari kedelapan dan kesepuluh terdapat penurunan pada kuantitas asap cair yang dihasilkan, pada hari kedelapan disebabkan oleh bambu yang pecah dan kebocoran pada pipa seperti pipa seng dan paralon, akan tetapi pada hari kesepuluh merupakan hari pembakaran terakhir dan pintu mulai ditutup, sehingga asap cair yang dihasilkan sedikit.

3.3 Pembahasan Efisiensi

3.3.1 Pembahasan Efisiensi Alat Destilasi Asap Cair

Pembahasan *efisiensi* alat destilasi asap cair ini dilakukan untuk mengetahui produktivitas alat dalam melakukan kerja dengan bantuan suhu sebagai parameternya. Adapun perhitungannya dapat dicari berdasarkan data berikut.

- Data diambil pada hari terakhir dengan suhu masuk : 80 °C
- Suhu kran 1 : 32 °C
- Suhu kran 2 : 24 °C

$$\eta = \frac{\text{Suhu masuk} - (\text{suhu kran 1} + \text{suhu kran 2})/2}{\text{suhu masuk}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{80^\circ\text{C} - (32^\circ\text{C} + 24^\circ\text{C})/2}{80^\circ\text{C}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{80^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}}{80^\circ\text{C}} \times 100\%$$

$$\eta = 0,65 = 65\%$$

Jadi, setelah dihitung dengan menggunakan rumus *efisiensi* yang tertera, bahwa hasil kerja dari alat destilasi asap cair ini bisa dikatakan efisien karena memiliki tingkat *efisiensinya* sebesar 65%. Untuk meningkatkan *efisiensi* alat tersebut sebaiknya di adakan penjadwalan perbaikan pada komponen-komponen alat destilasi, karena dengan diadakan perbaikan tersebut, diharapkan tingkat kinerja kondensator bisa menjadi semakin baik sesuai dengan yang diharapkan.

3.3.2 Pembahasan Kuantitas Asap Cair

Kuantitas asap cair di jumlahkan dari hasil produksi dihari pertama sampai hari terakhir. Adapun perhitungannya dapat dicari berdasarkan data berikut.

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ asap cair} &= n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 + n_7 + \\ & n_8 + n_9 + n_{10} \\ &= 0 + 10 + 46,2 + 48,2 + 52,2 + \\ & 63,4 + 72,8 + 70,6 + 75,4 + \\ & 22 \text{ Kg} \\ &= 460,8 \text{ Kg} = 460,8 \text{ liter} \end{aligned}$$

Jadi, menurut hasil perhitungan yang dilakukan dari nilai kuantitas asap cair yang diambil selama 10 hari, maka jumlah keseluruhan asap cair yang diperoleh sebanyak 460,8 Kg, jika dikonversi ke liter maka hasilnya adalah 460,8 liter. Dengan jumlah kuantitas 460,8 liter ini bisa dikategorikan memuaskan, karena dibandingkan dengan penelitian sebelumnya hanya memperoleh kuantitas sebesar 240 liter, maka terjadi peningkatan pada penelitian ini. Hal itu disebabkan jumlah saluran masuk pada penelitian ini menggunakan dua lubang, sehingga asap cair yang dihasilkan lebih banyak dibanding penelitian sebelumnya.

3.4 Analisa Dengan Siklus Rankin

a. Diagram Instalasi Dari Tungku Kekondensator

Pada pengambilan data didapur arang ini, proses yang terjadi hanya dua langkah saja, yakni proses pembakaran kayu di tungku dan pendinginan di kondensator. Adapun bentuk instalasi yang dibuat terlampir pada gambar 3.2.

Jadi, kondensator dengan media pendingin bambu ini tidak bisa dikatakan siklus, karena proses terhenti di kondensator tidak dilanjutkan kembali ke tungku, berbeda dengan siklus rankine pada prinsip kerja boiler yang bekerja secara terus menerus (*continues*). Siklus yang terjadi yaitu 1-2 = asap dihasilkan dari tungku pembakaran memiliki suhu yang tinggi, lalu dialirkan melalui pipa-pipa penghantar menuju ke kondensator, maka terjadilah proses kondensasi sehingga perubahan fase terjadi, yaitu dari fase gas menjadi fase cair.

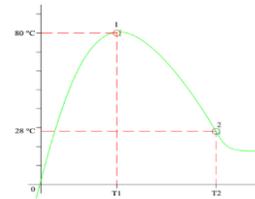


Gambar 3.2 Diagram instalasi pengambilan data

Setelah terjadi fase cair tersebut barulah asap cair dihasilkan dan akan ditampung ditempat penampungan.

b. Hitungan Kalor Yang Diserap Dan Dikeluarkan

Dari penelitian yang penulis lakukan, untuk mengetahui jumlah kalor yang diserap dan dikeluarkan oleh kondensator dengan menggunakan suhu maksimal dari seluruh data yang diperoleh dengan nilai suhu masuknya adalah 80°C, dan suhu setelah terkondensasi yaitu 28°C. Dengan suhu-suhu ini penulis akan mencari kalor-kalor yang diserap dan dikeluarkan dengan menggunakan bantuan siklus rangkin dan table A-2 dan A-3 *thermodinamyc*.



$T_1 = 80^{\circ}\text{C}$ (mencari enthalpi h_f dan h_g dengan melihat pada table table A-2 dan A-3 *thermodinamyc*)

$h_f = 334,91 \text{ kJ/Kg}$

$h_g = 2643,7 \text{ kJ/Kg}$

$T_2 = 28^{\circ}\text{C}$ (mencari enthalpi h_f dan h_g dengan melihat pada table table A-2 dan A-3 *thermodinamyc*).

$h_f = 117,43 \text{ kJ/Kg}$

$h_g = 2552,6 \text{ kJ/Kg}$

$h_{fg} = h_f - h_g : 2435,17 \text{ kJ/Kg}$

a. Nilai kalor yang diserap/masuk ke kondensator

$$\begin{aligned} Q_1 &= h_g - h_f \\ &= 2643,7 - 334,91 \\ &= 2308,8 \text{ kJ/Kg} \end{aligned}$$

Catatan : ketika asap hasil pembakaran di salurkan/ditransfer ke kondensator, ada dua komponen yang terkandung didalam asap, yakni ada gas dan air. Jadi energi yang diserap adalah energi gas (h_g) dan energi fluida (h_f).

b. Nilai kalor yang dikeluarkan oleh kondensator

$$\begin{aligned} Q_2 &= Q_1 - h_f \\ &= 2308,8 - 117,43 \\ &= 2191,37 \text{ kJ/Kg} \end{aligned}$$

Catatan : ketika asap sudah terkondensasi didalam kondensator, maka gas sudah terpisah dengan air, jadi yang digunakan hanya energi fluida (h_f)

Jadi, setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan data suhu yang diperoleh dari penelitian yang penulis lakukan, diambil suhu tertinggi dari keseluruhan data yang didapat sewaktu melaksanakan penelitian, dengan besar suhu masuk dari tungku ke kondensator yaitu 80°C

dan suhu yang sudah didinginkan oleh kondensor adalah 28°C . Maka dapat disimpulkan bahwa jumlah kalor yang diserap/masuk oleh kondensor sebesar $2308,8 \text{ kJ/Kg}$ dan kalor yang terbuang/dikeluarkan oleh kondensor adalah $2191,37 \text{ kJ/Kg}$. Jadi sisa kalor yang masih terdapat pada kondensor sebesar $117,43 \text{ kJ/Kg}$. Berdasarkan perhitungan, alat destilasi ini sudah efektif dalam menurunkan panas-panas yang berada dikondensor, hanya saja perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut sehingga alat destilasi ini lebih semakin produktivitas dalam bekerja.

c. Diagram Fasa (Fasa Gas – Fasa Air)

Pembahasan diagram fasa air ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kesetimbangan antara fase-fase yang berbeda dari suatu zat yang sama dan juga bertujuan untuk mengidentifikasi flow proses terjadinya pengolahan data-data yang diperoleh. Adapun pembahasan diagram fasa air ini adalah sebagai berikut.

Data yang diperoleh $T_1 : 80^{\circ}\text{C}$ dan $T_2 : 28^{\circ}\text{C}$. Dicari nilai tekanan, enthalpi, pada table A-2 *thermodynamycs*.

Dari Gambar 3.3 dapat disimpulkan bahwa hasil dari grafik diatas merupakan Diagram fasa gas berubah menjadi air dengan mengetahui flow proses aliran kerja dari perubahan fasa-fasa tersebut, adapun penjelasannya sebagai berikut.

- Proses 0-1 : tahap awal pembakaran, pada tahap ini kayu bakau mulai dibakar dengan menggunakan kayu bakar karet, pembakaran kayu bakar ini untuk menghasilkan asap, sehingga asap yang didalamnya mengandung air, gas dan TAR ini akan dialirkan ke kondensor untuk diembunkan. Suhu sebelum pembakaran adalah 26°C setelah dibakar suhu naik hingga kesuhu maksimal yakni 80°C .
- Proses 1-2 : tahanan pengembunan, pada tahap ini asap yang dihasilkan dengan suhu 80°C akan disalurkan ke kondensor

untuk di embunkan sehingga suhu 80°C tadi akan turun dengan bantuan kondensor yang media pendinginnya adalah bambu dan udara hingga menjadi 28°C . Pada tahap ini juga fase gas akan berubah menjadi cair.

Jadi dapat disimpulkan bahwa, alat destilasi ini mampu melakukan kerja dengan baik, meskipun pada suhu maksimal 80°C bambu sudah mulai pecah dan retak. Pada suhu 80°C panas yang masuk kedalam kondensor adalah $2308,8 \text{ kJ/Kg}$ dengan tekanan $0,47416 \text{ Bar}$ dan kemampuan kondensor dalam mengeluarkan panas yang diserap tadi terdapat pada suhu 28°C dengan nilai panas yang dikeluarkan sebesar $2191,37 \text{ kJ/Kg}$ dengan nilai tekanan $0,003782$ (Table *thermodynamika* A-2), setelah air terpisah dengan gas, maka proses kerja terhenti dan tindak dilanjutkan lagi.

5. Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

- a. Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan penggunaan suhu maksimal dari data yang diperoleh yakni 80°C pada alat destilasi ini sangat efisien, karena memiliki nilai efisiensi 65% , dibandingkan dengan suhu-suhu lainnya.
- b. Nilai efisiensi suatu alat tergantung pada suhu dan lama operasi yang digunakan. Semakin lama waktu operasi yang dilakukan maka efisiensi akan semakin besar begitu juga dengan kuantitas yang dihasilkan akan semakin besar.
- c. Performansi desain alat dengan media pendingin bambu ini tergantung dari lama pemakaian bambu dan lingkungan yang berada disekitar penelitian, jika bambu sudah kering dan lama dan fluida didalamnya memiliki suhu yang tinggi akan membuat bambu lebih cepat pecah dan tidak efisien dalam melakukan kerja, maka bambu-bambu tersebut harus dirawat dan terjaga dengan baik dan juga jika lingkungan tidak memadai

bisa membuat alat destilasi ini tidak bekerja dengan harapan yang kita inginkan.

- d. Dari analisa yang dibuat dengan menggunakan metode rankin ini dapat penulis simpulkan bahwa siklus aliran proses kondensor ini berbeda dengan siklus rankin yang tertera pada buku-buku, karena metode rankin pada penelitian ini tidak mengalami siklus proses terhenti pada kondensor berbeda dengan boiler yang siklusnya berjalan terus menerus.
- e. Alat kondensator yang menggunakan bambu dan udara sebagai media pendingin ini memiliki kemampuan menyerap panas sebesar 2308,8 kJ/Kg dan mengeluarkan panas sebesar 2191,37 kJ/Kg.

Daftar Pustaka

- [1] Tranggono, S dkk 1997. "*Identifikasi asap cair dari berbagai jenis kayu dan tempurung kelapa*". Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan.
- [2] Alfansuri, Zulkifli, 2018 "*Pengolahan Arang bakau menjadi asap cair dengan sistem array bamboo type AZI-01*". Politeknik Negeri Bengkalis. Bengkalis
- [3] Girard, J. P. 1992. "*Smoking in Technology of Meat and Meat Products*". Ellis Horwood. New York
- [4] Zaitsev, V., Kizervefler, L. Lukanov, T. Makarova, L. Minder, and V. Podseralov 1969. "*Fish Curing and Processing*". Mir Publising, Moscow.
- [5] Bratzler, L. J, M. E. Spooner, J. B. Weathspoon, and J. A. Maxey. 1969. "*Smoke flavours as related to phenol, carbonil, and acid content of Bologna*". Journal of Food Science 34:146-153.
- [6] Novriyanti, E. 2005. dalam Arsad, E (2014), "*Bambu tanaman Multi manfaat Pelindung tepian Sungai*". Info Hasil Hutan Vol 2. No. 1. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan