

RANCANG BANGUN ALAT DISTILASI ASAP CAIR SHELL BERTINGKAT UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS ASAP CAIR

Suherman¹, Alfansuri¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis

Jalan Bathin Alam Bengkalis

email : suhermantmpp4@gmail.com , alfansuri@polbeng.ac.id

Abstrak

Meningkatnya penyalahgunaan bahan-bahan kimia berbahaya untuk pengawet berbagai bahan pangan dan produk olahan seperti formalin dan berbagai macam pengawet kimia lainnya menjadi fokus perhatian yang memprihatinkan. Pengawetan makanan alami dapat dilakukan dengan cara tradisional yaitu pengasapan, karena asap mengandung senyawa yang bersifat antibakteri, antioksidan, dan anti jamur. Namun proses pengasapan menggunakan asap secara langsung memiliki beberapa kelemahan antara lain terdepositnya Tar pada permukaan makanan, sehingga berbahaya serta berpotensi pengaruh buruk untuk kesehatan dan juga menyebabkan pencemaran lingkungan. Untuk menghindari proses pengasapan langsung dapat dilakukan dengan cara merubah asap menjadi cairan asap cair sehingga mempermudah penggunaannya dan dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan. Percobaan [4] dengan berbagai spesies kayu yang dipanaskan pada 400 °C menghasilkan sekitar 33-41% arang, 3-7% asam asetat, 1.5-2.5% metanol, 11-19% tar, dan 15-17% gas yang tidak dapat dikondensasi. Pada proses pengujian selama 60 menit dengan bahan baku 5 liter didapatkan data berupa suhu dan volume asap cair yang bervariasi. Mengatur suhu reaktor pada temperatur 105°C menghasilkan volume asap cair pada destilator satu sebanyak 2.9 liter $T=33^{\circ}\text{C}$, destilator dua sebanyak 0.1 liter $T=29^{\circ}\text{C}$ sisanya 1.9 liter tetap tinggal dalam reaktor.

Kata kunci : *Pirolisis, asap cair, distilasi*

1. Pendahuluan

Meningkatnya penyalahgunaan bahan-bahan kimia berbahaya untuk pengawet berbagai bahan pangan dan produk olahan, seperti formalin apabila masuk kedalam tubuh dapat menyebabkan rasa terbakar pada tenggorokan dan perut bahkan kematian sehingga dilarang untuk digunakan. Pengawetan makanan dapat dilakukan dengan pengasapan, karena asap mengandung senyawa yang bersifat antibakteri, antioksidan, dan anti jamur. Namun proses pengasapan menggunakan asap secara langsung memiliki beberapa kelemahan antara lain terdepositnya Tar pada permukaan makanan, sehingga berbahaya serta berpotensi pengaruh buruk untuk kesehatan dan juga menyebabkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, mendorong usaha pencarian bahan pengawet yang lebih aman, yaitu menggunakan asap cair yang diharapkan dapat menggantikan pengasapan tradisional dan bahan kimia sebagai pengawet bahan pangan segar dan olahan. [1]

Meranti dan Bengkalis merupakan daerah pesisir yang banyak terdapat tungku konvensional produksi arang yang biasanya dikerjakan oleh masyarakat suku asli.

Di Desa Jangkang Kecamatan Bengkalis terdapat beberapa tungku konvensional produksi arang yang dikelola oleh masyarakat suku asli (Akit). Proses pembuatan arang ini sudah dilakukan sejak lama, asap hasil pembakaran biasanya terbuang begitu saja menjadi polutan di udara. Sekarang limbah ini sudah mulai didistilasi menjadi asap cair atau cuka kayu yang menghasilkan grade 3.

Distilasi merupakan proses pemisahan senyawa yang terkandung dalam suatu larutan atau zat yang dapat dipisahkan berdasarkan titik didih dari senyawa yang terkandung itu sendiri, seperti pada proses penyulingan minyak nilam. [2]

Asap cair grade 3 merupakan asap cair yang belum mengalami proses pemurnian. Asap cair grade 3 tidak digunakan sebagai pengawet bahan pangan, tetapi digunakan pada pengolahan karet, penghilang bau, dan pengawet kayu agar tidak dimakan rayap, sementara grade 2 untuk pengawet ikan dan daging pengganti formalin, serta grade 1 digunakan sebagai pengawet makanan seperti bakso, mie, dan tahu. [3]

Tujuan Rancang bangun ini adalah untuk memurnikan asap cair grade 3 hasil distilasi tingkat pertama menjadi grade 2 dan

grade 1, agar asap cair dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan serta mengurangi pengawet kimia yang biasanya digunakan pada makanan. Selain itu juga dapat meningkatkan ekonomi masyarakat yang pekerjaannya membuat arang dan menghasikan polusi berupa asap.

2. Metodologi

2.1 Tempat

Adapun tempat yang digunakan untuk proses pembuatan ini dikerjakan di bengkel las politeknik negeri bengkalis. Serta dalam proses perakitan dan pembuatan alat dan bahan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

A. Alat

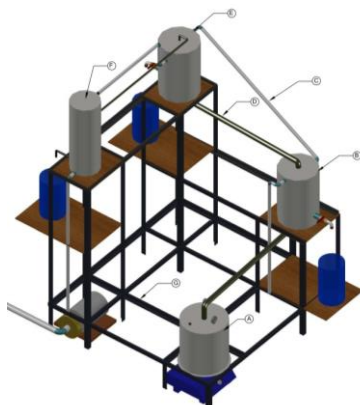
- a. Mesin las
- b. Mesin gerinda
- c. Mesin rol
- d. Meteran
- e. Jangka sorong
- f. Penggaris siku
- g. Mesin Bor
- h. Jangka
- i. Ragum

B. Bahan

- a. Plat stainless
- b. Pipa stainless
- c. Elektroda stainless
- d. Pipa tembaga
- e. Besi l
- f. Mur dan baut
- g. Pressure gauge
- h. Termometer

2.2 Desain Alat

Desain alat distilasi ditunjukkan pada Gambar 1

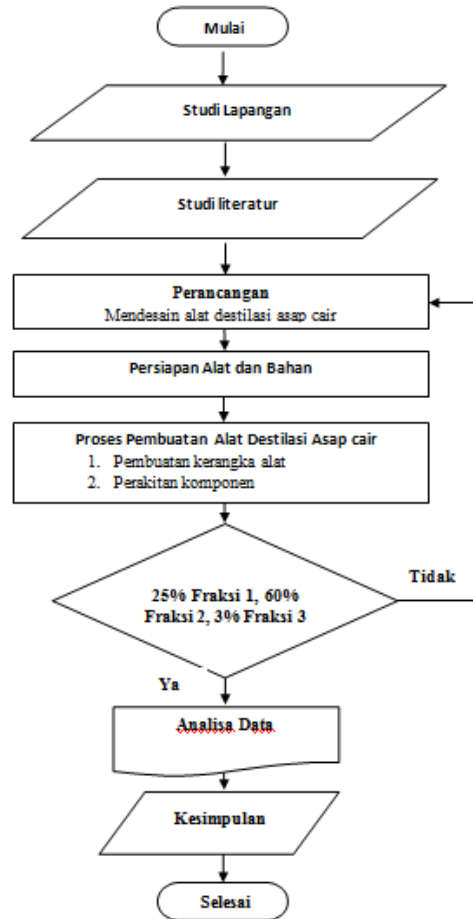


Nd	KETERANGAN	BAHAN
A	Tabung Reaktor	Stainless SA 304
B	Tabung Destilator 1	Stainless SA 304
C	Pipa Air	PVC
D	Pipa Uap	Stainless SA 304
E	Tabung Destilator 2	Stainless SA 304
F	Tabung Kondensor	Stainless SA 304
G	Rangka	Baja ST 37

Gambar 1 Desain alat yang akan dibuat

2.3 Diagram Alir Perancangan

Penelitian ini dilakukan dengan alur seperti Gambar 2



Gambar 2 Diagram alir penelitian

3 Hasil Dan Pembahasan

3.1 Data Perancangan

- Tinggi Reaktor : 0,25 m = 9,84 in
- Kapasitas Reaktor : 0,01 m³ = 610,24 in³
- Tekanan maksimal : 29 psi
- Temperatur Maksimal : 200 °C = 392 °F
- Cairan : Asap Cair

Udara pada kondisi operasi (tekanan 2 bar dan suhu 200°C)fasanya berupa gas.

Diameter dalam (Di) ditentukan dengan persamaan berikut:

$$t = \frac{4V}{\pi D^2} \tag{15}$$

Dimana:

- t = Tinggi reaktor 0,25 m
- V = Volume reaktor 0,01 m³
- D_i = Diameter dalam bejana m

Jadi, diameter dalam bejana (D_i)

$$D_i = \frac{\sqrt{4V}}{\pi t}$$

$$D_i = \frac{\sqrt{(4)(10000)}}{(3.14)(25)}$$

$$D_i = 22.57 \text{ cm} / 8.8 \text{ in} \quad (\text{a})$$

Dibulatkan menjadi 23 cm.

3.2 Tekanan Desain

Tekanan desain (P_d) dirumuskan sebagai berikut:

$$P_d = P_o + a + \text{Static head} \quad (18)$$

Dimana:

P_o = Tekanan desain

A = 0,1 P_o (henry H. Bednar, P.E, *Pressure Vesel Design handbook*) = 12.5 psi

Tekanan operasi reaktor didesain sebesar 33 psi (2,3 bar) dengan pertimbangan tekanan kerja adalah 2 bar.

Untuk menentukan harga *static head* maka diasumsikan isi dari vesel adalah gas ideal, sehingga akan diperoleh harga R udara pada kondisi kritis = 0,3704 ps.ft³/lbm.R. Maka bisa ditentukan densitas gas ideal sebagai berikut :

$$\rho_{\text{gas ideal}} = \frac{P_o}{(RT)} \text{ dimana}$$

$$T = \text{temperatur operasi} = 392^\circ\text{C} = 160^\circ\text{R}$$

$$= \frac{33 \text{ psi}}{(0.03704 \left(\text{psi} \cdot \frac{\text{ft}^3}{\text{lbm} \cdot \text{R}} \right) 160^\circ\text{R})}$$

$$= \frac{33 \text{ psi}}{(0.03704 \left(\text{psi} \cdot \frac{\text{ft}^3}{\text{lbm} \cdot \text{R}} \right) 160^\circ\text{R})}$$

$$= 5.56 \text{ lbm/ft}^3 \quad (\text{b})$$

Dari hasil perhitungan (b) harga *static head* bisa ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Static head} = \rho \cdot g \cdot H$$

$$= 5.56 \text{ (lbm/ft}^3) \cdot 32,2 \text{ (ft/sec}^2) \cdot 10/12 \text{ ft}$$

$$= 149,193 \text{ lbm/ft}^2 = 1,036 \text{ psi.} \quad (\text{c})$$

Jadi tekanan desainya dapat ditentukan dari hasil (c),

$$P = P_o + a + \text{static head,}$$

$$a = 0.1 P_o = 12,5 \text{ psi}$$

$$= 33 \text{ psi} + 12,5 \text{ psi} + 1,036 \text{ psi}$$

$$= 46.536 \text{ psi} \quad (\text{d})$$

Harga tekanan desain dibulatkan menjadi 47 psi

3.3 Temperatur Desain

Temperatur desain adalah temperatur maksimal yang diperbolehkan dalam desain yang harganya harus lebih rendah temperatur ijin rata-rata kondisi operasi material dinding bejana. Temperatur desain (T_d) dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$T_d = T_o + 50^\circ\text{F} \quad (19)$$

Dimana T_o adalah temperatur operasi 392 °F

$$T_d = 392^\circ\text{F} + 50^\circ\text{F} = 442^\circ\text{F} \quad (\text{e})$$

3.4 Perhitungan Ketebalan Shell

3.4.1 Berdasarkan tekanan dalam

A. Tebal Shell

Material *Shell* adalah *stainless* steel SA 240 (code A 304) dengan tegangan ijin maksimum pada 442 °F adalah 19400 psi. Dan diketahui data perhitungan sebagai berikut:

- Tekanan desain $P_d = 47$ psi
- Jari-jari dalam $r = 11.5$ in
- Diameter dalam = 23 in
- *Joint efisiensi* $E = 0,85$ (pengelasan type1 kategori A tanpa *radiographic test*) ASME section VIII Div 1

ketebalan minimum *shell* silinder berdasarkan circumferential stres (pada sambungan arah memanjang)

$$t = \frac{p r}{SE - 0,6P} \quad (20)$$

$$t = \frac{(47)(11,5)}{(19400)(0,85) - (0,6)(47)}$$

$$t = 0,032 \text{ in} \quad (0,8 \text{ m atau dibulatkan menjadi } 1 \text{ mm}) \quad (\text{f})$$

ketebalan *shell* berdasarkan *Longitudinal stress* (pada sambungan arah melingkar)

$$t = \frac{P_d r}{2SE - 0,4P} \quad (21)$$

$$t = \frac{(47)(11,5)}{(2)(19400)(0,85) - (0,4)(47)}$$

$$t = 0,016 \text{ in} \quad (\text{g})$$

Karena ketebalan berdasarkan *circumferential stress* ($t = 0,032$ in), lebih besar dari ketebalan berdasarkan *longitudinal stress* ($t = 0,016$ in) maka dipilih ketebalan *shell* berdasarkan tekanan sebesar 0,032 in.

3.5 Hasil Rakitan Alat

Alat distilasi asap cair bertingkat ini merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk memurnikan atau memisahkan fraksi senyawa asap cair yang terkandung dalam asap cair hasil pembakaran tungku arang kayu bakau. Alat ini dirancang untuk memisahkan asap cair berdasarkan titik didih dari masing- masing unsur yang terkandung dalam senyawa asap

air. Setelah melalui proses perhitungan, desain perancangan serta perakitan alat maka dihasilkan sebuah alat seperti yang direncanakan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Rakitan alat

3.6 Hasil Pengujian dan Analisa

Setelah dilakukan pengujian sebanyak 5 kali dengan variasi suhu yang berbeda-beda pada tabung *reaktor*, serta debit air pendingin yang mengalir konstan 22 liter/menit maka didapat data seperti Gambar 4.



Gambar 4 Sampel hasil uji

Data hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data hasil pengujian

No	Waktu	Suhu Reaktor		Destilat 1		Destilat 2		Kondensor		Sisa V R
		Infra	Analog	suhu	volume	suhu	volume	suhu	volume	
1	60 m	111	90	28	0.1	24	-			4.98
2	60 m	138	95	32	0.23	29	-			4.75
3	60m	213	100	32	0.42	26	-			4.57
4	60m	323	105	33	2.9	29	0.1			1.9
5	60m	447	110	45	4.5	24	0.35			0.11

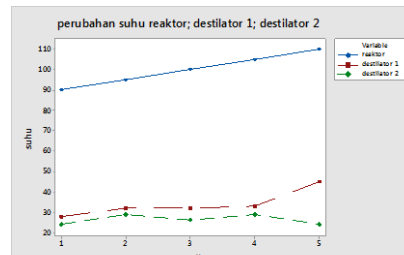
Dari data pengujian yang diperoleh dapat dilihat bahwasanya asap cair dapat dipisahkan berdasarkan perbedaan suhu, setiap perbedaan suhu pemanasan maka berbanding lurus dengan perbedaan volume asap cair yang menguap dalam waktu satu jam. Semakin tinggi suhu pada *reaktor* maka semakin banyak pula asap cair yang berhasil menguap.

Dari berbagai variasi suhu pengujian maka didapat satu data yang menunjukkan perbedaan hasil yang cukup jelas, yakni pengujian ke empat, yang mana asap cair terbagi menjadi tiga fraksi serta volume yang berbeda (Gambar 5) antara *reaktor*, *destilator* satu, serta *destilator* dua.

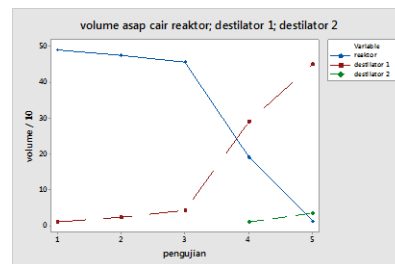


Gambar 5 Tiga fraksi yg berbeda

3.6.1 Grafik Hasil Pengukuran A. Grafik Perubahan Suhu Setiap Tabung



Gambar 6 Perubahan suhu pengujian



Gambar 7 Volume asap cair setelah pengujian

3.6.2 Analisa Hasil Pengukuran

Dari grafik hasil pengujian dapat dilihat jelas perubahan suhu (Gambar 6) serta volume cairan asap cair yang dihasilkan (Gambar 7). Lima pengujian tersebut menggambarkan bahwasanya asap cair memiliki kandungan senyawa yang terpisah atau dapat dipisahkan berdasarkan titik didihnya. Namun cairan yang dihasilkan masih kurang maksimal, karena masih sangat sedikit asap cair fraksi ringan yang dipisahkan dan terkondensasi, sampel hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4

Karakteristik asap cair hasil pembakaran tungku arang kayu bakau berbeda dengan asap cair hasil pirolisis tempurung kelapa, pada pengolahan asap cair tempurung kelapa tahap kedua dapat diberi panas hingga 200°C dan masih menyisakan 2 % asp cair fase berat dalam *reaktor*. Namun pada pengolahan asap cair kayu bakau suhu tertingginya hanya 110°C, jika diatas dari itu maka semua asap cair akan menguap ke *destilator* 1, jika terlalu rendah cairan asap yang menguap hanya sedikit karena masa jenis dan titik didihnya hampir sama dengan masa jenis air.

Pada dasarnya asap cair hasil dari pengolahan arang bakau adalah asap cair yang dihasilkan dari proses pembakaran kayu yang masih basah, sehingga asap cairnya masih banyak mengandung air, akibatnya adalah asap yang dihasilkan memiliki karakteristik yang berbeda dengan asap cair pirolisis tempurung kelapa. Jadi pada proses pengolahan tahap kedua ini semakin baik pengaturan suhu pada masing-masing tabung maka semakin baik pula cairan yang dihasilkan. Artinya jika setiap tabung dapat mempertahankan titik embun dari masing-masing senyawa maka dalam tabung tersebut hanya akan terkondensasi senyawa yang sesuai dengan keinginan.

4 Penutup

4.1 Kesimpulan

Karakteristik asap cair kayu bakau berbeda dengan asap cair hasil pirolisis tempurung kelapa, hal ini terjadi karena bahan baku yang berbeda serta pengolahan tahap pertama yang juga berbeda, jika asap cair tempurung kelapa diperoleh dari proses pirolisis, maka berbeda dengan asap cair kayu bakau yang diperoleh dengan cara pembakaran arang terbuka serta masih banyak asap fraksi ringan yang tidak terkondensasi pada alat kondensor tahap pertama seperti gas.

Setelah dilakukan pengujian pengolahan tahap kedua sebanyak 5 kali dapat diketahui bahwa titik embun dari senyawa-senyawa yang terkandung pada asap cair tidak terlalu jauh antara satu dengan yang lainnya. Sehingga ketika pengujian menggunakan pendingin dengan debit 23 liter/ menit perbedaan suhu pada destilator terlalu jauh, efek dari perbedaan yang terlalu jauh adalah asap cair yang dipisahkan tidak maksimal pada setiap fraksinya. Artinya proses pendinginan pada alat ini masih terlalu cepat.

4.2 Saran

Pendinginan terlalu cepat dapat mengakibatkan pemisahan senyawa asap cair kurang maksimal, dan karna interval suhu yang terlalu jauh akan berdampak pada pendinginan yang tidak optimal pada tabung pertama yang dilalui uap. Untuk penelitian selanjutnya demi menciptakan alat yang lebih efektif harus dilakukan penelitian pengaruh variasi kecepatan pendingin pada setiap tabung terhadap hasil senyawa asap cair. Artinya air pendingin harus diatur sedemikian rupa sehingga pada setiap tabung dapat diperoleh suhu yang diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sansaka, Fajar Hary. 2013. *Rancang Bangun Asap Cair Dari Tongkol Jagung Menggunakann Proses Pyrolisis*. Universitas Tribhuwana Tunggadewi; Malang.
- [2] Maulana, A.S., Turmizi, Hamdani. 2018. *Rancang Bangun Alat Distilasi Untuk Penyulingan Minyak Nilam*. Jurnal Mesin Sains Terapan. No 1.Vol.2. e-ISSN 2597-9140.
- [3] Reta, Karolus Boromeus. 2013. *Pembuatan Asap Cair Dari Tempurung Kelapa, Tongkol Jagung, Dan Bambu Menggunakan Proses Slow Pyrolisis*. Universitas Tribhuwana Tunggadewi; Malang.