

Rancang Bangun Alat Destilator Pengubah Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Asap Cair dan Pengubah Arang dari Batok Kelapa

Rio Akmamul Cahya Kusuma^{1*}, Fipka Bisono², Rizal Indrawan³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia ^{1*,2,3}
E-mail: riokusuma@student.ppns.ac.id^{1*}

Abstract – The high yield of coconut in Indonesia is positively related to the production of coconut shell waste which is difficult to decompose by microorganism. Therefore, in recent years a method of utilizing coconut shell waste for charcoal and liquid smoke has been developed. So far, the process of making liquid smoke from coconut fiber (coconut coir liquid smoke) is usually carried out for 3-5 days and the amount of liquid smoke is very small. The use of liquid smoke is also adapted to clarify the qualities of liquid smoke, is used as a wood preservative and thickener, as an antimicrobial agent, and as a natural food preservative. In addition, e-liquid can also be used as a natural preservative for food, meat, and fish, it is also very suitable to be used as a natural substitute for formalin or borax for insect repellent, and a wood preservative which has received wide attention in recent years. Therefore, the purpose of this research is to design a device that produces liquid smoke from burning coconut shells from the distillation process, which can increase the amount of liquid smoke produced.

Keyword: Coconut Shell, Charcoal, Liquid Smoke, Distillation.

1. PENDAHULUAN

Tingginya hasil tanaman kelapa di Indonesia berhubungan positif dengan produksi limbah tempurung kelapa yang sulit terurai oleh mikroorganism. Oleh karena itu, dalam beberapa tahun terakhir telah dikembangkan metode pemanfaatan limbah batok kelapa untuk arang dan asap cair.

Tanaman kelapa merupakan salah satu komoditas budidaya di Indonesia dengan total produksi 2,9 juta ton pada tahun 2015 (Ditjenbun, 2017). Pada tahun 2016 Kabupaten Malang menduduki peringkat ketujuh produksi kelapa di Jawa Timur dengan total produksi kelapa 14.253 ton (BPS, 2016). Ini berbanding lurus dengan jumlah limbah tempurung kelapa yang dihasilkan. Meski masih tergolong sampah organik, namun sulit terurai oleh mikroorganism. Salah satu pemanfaatan limbah batok kelapa digunakan sebagai bahan baku pembuatan asap cair.

Asap Cair adalah kondensat hasil dekomposisi dalam tempurung kelapa yang mengandung komponen utama senyawa asam, fenol dan karbonil, sehingga banyak digunakan sebagai pengawet alami dalam pangan dan tersedia dalam bentuk aroma, warna dan keunikan. rasa, karakteristik sensorik. Produk antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Zuraida et al., 2011; Kailaku et al., 2011). Penggunaan asap cair juga disesuaikan untuk memperjelas kualitas asap cair, digunakan sebagai pengawet kayu dan pengental, sebagai agen antimikroba, dan sebagai pengawet makanan alami. Selain itu, juga dapat menggunakan e-liquid sebagai pengawet alami

untuk makanan, daging, dan ikan, juga sangat cocok digunakan sebagai pengganti alami atau boraks yang mendapat perhatian luas beberapa tahun terakhir ini.

Proses ini menggunakan pembakaran dengan prinsip kerja distilasi atau destilasi Proses destilasi atau destilasi merupakan suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau volatilitas bahan. Dalam destilasi, asap dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali kedalam bentuk cairan. Zat dalam larutan tidak menguap bersama, itu berarti bahwa uap larutan memiliki komponen yang berbeda dari larutan asli, jika salah satu zat menguap, itu berarti perpisahannya selesai secara sempurna.

2. METODOLOGI

2.1 Destilasi

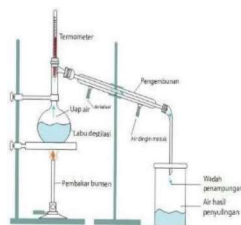
Destilasi (penyulingan) adalah merupakan suatu perubahan cairan menjadi uap dan uap tersebut didinginkan kembali menjadi cairan. Unit operasi destilasi merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan komponen-komponennya yang terdapat dalam salah satu larutan atau campuran dan bergantung pada distribusi fasa uap dan fasa air. Persyaratan utama untuk operasi pemisahan komponen dengan distilasi adalah bahwa uap harus berbeda dari komposisi cairan dengan larutan kesetimbangan, di mana komponen tersebut cukup untuk menguap. Proses distilasi dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut.

Ada beberapa tahapan proses destilasi adalah sebagai berikut :

1. Evaporasi atau memindahkan pelarut sebagai uap dari cairan.
2. Pemisahan uap-cairan didalam kolom dan untuk memisahkan komponen dengan titik didih yang lebih mudah menguap komponen lain yang kurang volatil.

Komponen alat destilasi sederhana yaitu :

1. Wadah air
2. Labu distilasi
3. Sambungan
4. Termometer
5. Kondesor
6. Aliran masuk air dingin
7. Aliran keluar air dingin
8. Labu distilat
9. Lubang udara
10. Tempat keluarnya distilat
11. Air pemanas
12. Larutan zat



Gambar 2.1. Alat destilasi

Ada 4 jenis distilasi dibahas disini, yaitu distilasi sederhana, distilasi fraksinasi, distilasi uap, dan distilasi vakum.

1. Distilasi sederhana dasar pemisahannya adalah titik didih atau perbedaan besar komponen rule mudah menguap. Selain perbedaan titik didih, terdapat juga perbedaan volatilitas yaitu kecenderungan zat menjadi gas. Aplikasi distilasi sederhana dapat memisahkan campuran air dan alkohol.
2. Distilasi fraksinasi yaitu untuk memisahkan dua atau lebih komponen cairan dalam suatu larutan sesuai dengan titik didih rule berbeda. Ini juga dapat digunakan untuk campuran dengan perbedaan titik didih dan beroperasi pada tekanan atmosfer atau rendah. Penerapan distilasi ini digunakan dalam industri minyak mentah untuk memisahkan komponen- komponen dalam minyak mentah.
3. Distilasi uap merupakan distilasi dengan evaporator putar dapat mendistilasi pelarut lebih cepat pada suhu rule lebih rendah dengan menggunakan vakum. Distilasi uap digunakan untuk campuran senyawa dengan titik didih hingga 200° C atau lebih

tinggi. Distilasi uap dapat menggunakan uap atau air mendidih untuk menguapkan senyawa ini ke suhu mendekati 100° C. Sifat dasar distilasi uap adalah dapat mendistilasi campuran senyawa di bawah titik didih masing- masing senyawa.

4. Distilasi vakum senyawa tersebut dapat terurai sebelum atau mendekati titik didih, atau jika titik didih campuran lebih tinggi. Jika air dingin digunakan dalam kondensor, distilasi ini tidak dapat digunakan dalam pelarut dengan titik didih rendah karena komponen menguap tidak dapat terkondensasi oleh air. Untuk mengurangi tekanan, digunakan pompa vakum. pompa vakum berperan dalam mengurangi tekanan pada sistem distilasi.

2.2 Batok Kelapa

Indonesia merupakan negara agraris. Banyak tumbuh pohon kelapa di negara kepulauan ini. Indonesia juga menghasilkan kelapa cukup banyak yaitu 3 juta ton per tahun. Limbah tempurung kelapa yang dihasilkan 360 ribu ton per tahun. Namun demikian, pemanfaatan limbah tempurung kelapa belum banyak dilakukan. Sebagian besar limbah tempurung kelapa dimanfaatkan untuk bahan bakar secara langsung yang dapat meningkatkan polusi udara. Hal ini karena hasil pembakaran mengandung zat volatil yang cukup banyak. Tempurung kelapa yang diolah dapat menghasilkan nilai tambah yang amat berharga. Tempurung kelapa memiliki potensi yang sangat bagus dan praktis dalam pemanfaatannya. Bentuk tempurung kelapa bulat dan keras dan tempurung kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar langsung. Contohnya arang tempurung kelapa yang digunakan oleh pedagang sate, pedagang ikan bakar, pedagang jagung bakar, dan lain-lain.



Gambar 2.2 Tempurung Kelapa

2.3 Asap Cair

Merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung. Bahan baku yang banyak digunakan antara lain berbagai macam jenis kayu, tempurung kelapa, sekam, ampas atau serbuk gerjaji kayu, dll. Dari asap tersebut terdiri dari fase cairan terdispersi dan

medium gas sebagai pendispersi. Asap diproduksi dengan cara pembakaran tidak sempurna melibatkan reaksi dekomposisi konstituen polimer menjadi senyawa organik dengan berat molekul rendah karena pengaruh panas yang meliputi reaksi oksidasi, polimerisasi dan kondensasi. Jumlah partikel padatan dan cairan dalam medium gas menentukan kepadatan asap. Selain itu asap juga memberikan pengaruh warna, rasa dan aroma pada medium pendispersi gas.



Gambar 2.3 Asap Cair

2.4 Sejarah Destilasi

Destilasi pertama kali ditemukan oleh ahli kimia Yunani sekitar abad pertama Masehi. Perkembangannya terutama dipicu oleh tingginya permintaan alkohol. Hypathia dari Aleksandria diyakini telah menemukan serangkaian alat distilasi. Zosimus dari Alexandria lah yang menemukan metode yang akurat. Menjelaskan proses distilasi sekitar satu abad ke-4. Bentuk penyulingan modern pertama kali ditemukan oleh ahli kimia Islam pada masa Kekhalifahan Abbasiyah Khususnya penemuan Al-Raazi tentang pemisahan alkohol menjadi senyawa yang relatif murni dengan metode sterilisasi, bahkan desain ini menjadi inspirasi, Memungkinkan disain mikrodistilasi. Kemudian Al-Kindi (801-873) dengan jelas menjelaskan teknik distilasi. Salah satu aplikasi terpenting dari metode distilasi adalah memisahkan minyak mentah menjadi beberapa bagian untuk keperluan khusus, seperti transportasi, pembangkit listrik, pemanas dan lain-lain.

2.5 Prinsip Kerja Destilasi

Distilasi juga dapat dijelaskan sebagai proses pemurnian senyawa padat, yaitu proses penguapan senyawa cair sebelum dipanaskan dan kemudian mengembunkan uap yang dihasilkan, yang akan ditampung dalam wadah tersendiri untuk mendapatkan hasil destilat atau senyawa cair murni. Dasar pemisahan distilasi adalah perbedaan titik didih zat cair pada tekanan tertentu. Pemisahan distilasi melibatkan penguapan diferensial dari campuran cairan, dan kemudian pendinginan dan kondensasi untuk menyimpan bahan yang diuapkan. Secara garis besar, komponen alat destilasi adalah sebagai berikut:

2.5.1 Tabung Reaktor

Tabung reaktor digunakan sebagai wadah atau tempat memanaskan bahan baku (limbah minyak). Tabung reaktor berbentuk silinder dan

tutupnya dibaut, sehingga dapat dibuka dan ditutup.



Gambar 2.4. Tabung Reaktor

2.5.2 Kondensor (Pendingin)

Kondensor digunakan untuk mengubah semua gas menjadi fase cair. Air disirkulasikan ke dalam tabung kondensor sebagai media pendingin.



Gambar 2.5. Kondensor

2.5.3 Pipa Penyalur

Pipa penyalur yang dibuat berbentuk spiral ini berfungsi untuk menghubungkan dan menyalurkan gas dari tabung reaktor ke kondenser.



Gambar 2.6. Burner

2.5.4 Burner

Burner ini berfungsi sebagai media pemanasan untuk mengasapkan yang bisa serupa kompor gas atau kompor minyak ataupun juga tungku menggunakan batu bara, tetapi untuk lebih efisien dan mudah, dengan menggunakan bahan bakar dengan tempurung kelapa



Gambar 2.7. Burner

2.6 Perancangan Alat

Pada perancangan mesin terdapat dua tahap yaitu, desain gambar teknik setelah itu proses perancangan dan pengembangan produk.

2.6.1 Desain Gambar Teknik

Pada tahap awal, ide atau gagasan yang jelas harus dihadirkan, dan desain harus diwujudkan dalam bentuk konkrit. Desain tersebut dapat diimplementasikan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8. Gambar teknik itu sendiri merupakan ide dari pemikiran atau konsep sistem, proses, metode kerja, struktur, diagram, rangkaian dan uraian, dan dimaksudkan untuk memberikan gambaran dan informasi yang dijelaskan dalam manual ini. Bentuk grafis atau lukisan teknis. Dalam dunia manufaktur, gambar teknik memegang peranan yang sangat penting karena dapat menjadi media komunikasi antar pakar dalam proses manufaktur atau proses desain produk.

Dalam proses penggambaran, peraturan dan aturan yang disepakati telah dicapai secara lokal dan internasional, yang bertujuan untuk mempromosikan keseragaman dan menghindari kesalahpahaman. ISO adalah organisasi standarisasi gambar teknik internasional (internasional), di beberapa negara / kawasan terdapat beberapa organisasi standarisasi nasional yang sudah dikenal di seluruh dunia. Misalnya: DIN (Jerman), NEN (Belanda), JIS (Jepang) dan SII (Indonesia).



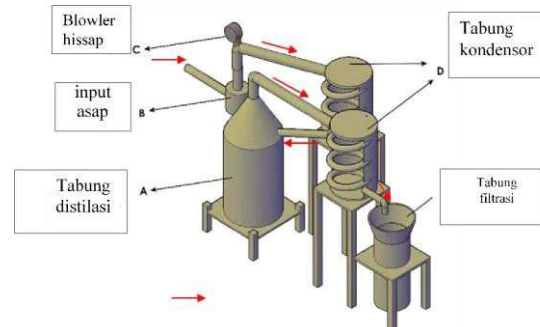
Gambar 2.8. Gambar Teknik

2.6.2 Proses Pengerjaan Alat Secara Fungsional

Tabung filtrasi dibuat dengan tabung bersekat berbahan *stainless steel* dengan dan melanjutnya dengan pipa yang harus di filter dengan pendingin sehingga asap tersebut menjadikannya asap cair dari arang aktif. Tabung filtrasi asap cair menggunakan bahan *stainless steel* yang bersifat *food grade*, sehingga asap cair yang dihasilkan aman untuk digunakan sebagai bahan pengawet makanan.

2.6.3 Perancangan Alat Secara Struktural

Desain struktural dilakukan setelah tahap desain fungsional. Skema desain keseluruhan dari tudung cair berdasarkan penghilangan debu siklon.



Gambar 2.9. Skema rancang bangun mesin produksi asap cair

2.6.4 Mekanisme Sistem Kerja Alat Destilator Pembuat Asap Cair

Uji fungsional mesin pada penelitian ini difokuskan pada hasil jumlah asap cair yang dihasilkan, Selain itu, waktu pengerjaan mesin akan menghasilkan asap cair



Gambar 2.10. Mekanisme system kerja destilasi

2.7 Proses Perancangan dan Pengembangan Produk

Produk sebagai sesuatu yang dijual oleh perusahaan kepada pembeli, perencanaan produk adalah proses periodik yang mempertimbangkan portofolio dari proyek pengembangan produk untuk dijalankan. Rencana produk mengidentifikasi portofolio produk-produk yang dikembangkan oleh organisasi dan waktu pengenalnya ke pasar. Proses perencanaan mempertimbangkan peluang-peluang pengembangan produk. Peluang-peluang tersebut diidentifikasi oleh banyak sumber, mencakup berbagai usulan bagian pemasaran, penelitian, pelanggan, tim pengembangan produk, dan analisis keunggulan para pesaing.

Seorang ahli perancangan dan pengembangan produk *Ulrich*, pada tahun 2002 melakukan konsep sebuah produk, seperti perancangan produk harus dilakukan secara matang, karena proses ini akan mempengaruhi proses selanjutnya. Adapun langkah – langkah yang harus dilakukan oleh seorang desainer dalam perancangan dan pengembangan produk (Gambar 2.11) adalah : identifikasi kebutuhan konsumen, penetapan spesifikasi produk, analisis kompetisi produk, pengembangan dan pemilihan konsep, penyempurnaan spesifikasi, analisis ekonomi produk, dan perencanaan proyek dalam rangka pengembangan produk.

(Ulrich & Eppinge, 2001).



Gambar 2.11 Diagram Pengembangan Konsep Menurut Ulrich (Ulrich & Eppinge, 2001)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kajian Produk Existing

Identifikasi dan perumusan masalah merupakan langkah pertama dalam pengembangan produk. Dalam fase ini, penelitian sedang dilakukan pada produk yang sudah ada yang akan dikembangkan untuk digunakan di tingkat yang lebih tinggi. Oleh karena itu, produk yang dibuat dapat digunakan atau performanya dapat lebih baik jika dibandingkan dengan produk pembanding. Pada produk *existing* yang sudah ada sistem pembakaran dan pemfilteran yaitu difilter hanya untuk satu kali pemfilteran, selanjutnya asap dikeluarkan dan tidak dikelola untuk pemfilteran yang ke dua, pada saat pembakaran asap akan disalurkan kepada tong dua yang akan difiter menggunakan air pada tong besar dan asap akan terkumpul didalam tong kecil yang berada di tong dua tersebut.

3.2 Penyusun Daftar Kebutuhan

Penyusunan daftar kebutuhan yaitu tahapan terhadap pengumpulan data yang diperoleh dari studi lapangan dan kuisioner yang telah dibagikan kepada konsumen maupun produsen alat destilator. Penyusunan daftar kebutuhan tersebut dilakukan agar didapatkan spesifikasi produk yang diharapkan sesuai dengan daftar kebutuhan alat dan penyusunan ini diharapkan untuk menyesuaikan produk yang untuk dibuat nantinya. Pada titik ini agar dapat meningkatkan produk untuk melakukannya nanti, untuk tahapan ini supaya diketahui syarat dan harapan oleh para pengguna. Daftar persyaratan di bawah ini hasil survei lapangan dan kuesioner hal yang sama berlaku untuk konsumen dan produsen untuk alat destilasi, yang nantinya akan sampai pada kesimpulan tentang ini. Keuntungan dan kerugian dari produk yang sebanding. Berikut adalah daftar kebutuhan yang telah tersusun dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1: Daftar Kebutuhan

Daftar Kebutuhan		
S/H	Uraian Kebutuhan	Penanggung Jawab
S	Dapat menghasilkan produk dengan presisi.	Tim Desain
S	Dapat beroperasi secara kontinyu.	Tim Desain
S	Alat dapat dioperasikan dengan mudah.	Tim Desain
S	Aman digunakan.	Tim Desain
H	Komponen mudah dicari.	Tim Desain
S	Jika terdapat kerusakan mudah diperbaiki.	Tim Desain dan Manufaktur
H	Memiliki kerangka yang kuat dan kokoh.	Tim Desain
H	Mesin terlihat rapid dan tampilan yang bagus.	Tim Desain dan Manufaktur
H	Material yang dapat bertahan suhu yang panas.	Tim Manufaktur
S	Dapat dimanufaktur.	Tim Manufaktur

Keterangan : S = syarat, H = harapan

3.3 Konsep Desain



Gambar 3.1. Konsep Desain

3.4 Konsep Perancangan

Pada tahap ini merupakan proses perancangan atau menulis dengan detail kebutuhan – kebutuhan komponen yang digunakan pada palang pintu kereta api ini. Sehingga pada proses *machining* dan *assembly* dapat dilakukan dengan baik.

3.4.1. Analisa Software

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap kerangka konsep desain alat destilasi. Konsep desain yang terpilih adalah konsep 3. Analisa dilakukan terhadap rangka untuk mengetahui jika rangka sudah kokoh untuk menahan pembebanan. Analisa dilakukan dengan menggunakan *software* Autodesk Fusion 360. Material yang digunakan menggunakan *Steel Galvanized*. Load diletakkan pada bawah

tekanan tabung besar dengan beban 15 kg yang diisi dengan dengan air setinggi tabung kecil dan tabung kecil dengan berat 5 kg *Safety Factor* yang digunakan adalah 2 karena bahan sudah diketahui, kondisi lingkungan beban dan tegangan yang tetap. Untuk mengetahui apakah rangka pada konsep desain destilasi tempurung kelapa sudah aman untuk digunakan atau belum maka dilakukan perhitungan pembebanan yang akan diberikan terhadap rangka.

3.4.2 Analisa Tegangan

Sebelum dimulai analisa dilakukan perhitungan pembebanan pada tekanan rangka yang akan ditopang yaitu :

1. Pada tabung besar pembakaran
 - a) Diameter tabung besar = 600 mm.
 - b) Panjang tabung besar = 870 mm.
 - c) Berat tabung besar = 15 kg.
 - d) Berat Tempurung kelapa 1 karung = 16 kg.

Total berat tabung besar + berat tempurung kelapa = 31 kg x 9,806 ms^2 = 304,017 N.

Analisa dilakukan pada rangka desain tumpuan tabung pembakaran pada destilasi. Penambahan *load* dan juga *constraint*. Load diberikan ke *face* yang diberikan tekanan oleh *output shaft* dan *input shaft* seperti terlihat pada gambar 3.2 Pada *input shaft* diberi beban sebesar 304,017 N dan *output shaft* diberikan beban sebesar 304,017 N. Setelah itu dilakukan *constraint* pada keempat kaki dari rangka yang di analisa seperti terlihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2. Beban pada rangka

Setelah dilakukan analisa didapatkan nilai *safety factor* minimal 15 dan maksimal 15 seperti yang terlihat pada Gambar 3.2. Karena nilai *safety factor* sudah melebihi 2 jadi dapat disimpulkan desain kerangka sudah aman dan dapat digunakan.

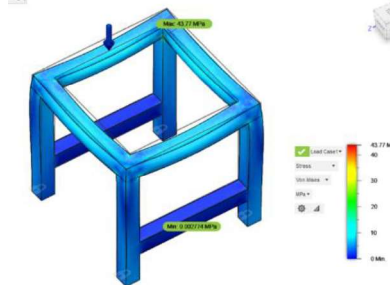
2. Pada tabung besar pemfilteran
 - a) Diameter tabung besar = 600 mm.
Panjang tabung besar = 870 mm.
Berat tabung besar = 15 kg.
 - b) Diameter tabung kecil = 300 mm.
Panjang tabung kecil = 470 mm.
Berat tabung kecil = 5 kg.
 - c) Massa jenis air = 1000 kg/m^3 .

Pemfilteran dilakukan dengan mengisi air di dalam tabung besar dengan setinggi tabung kecil, jadi perhitungan dengan tabung yang dilakukan dengan perhitungan pembebanan pada tekanan rangka yang akan ditopang yaitu :

- Total berat tabung besar + total berat tabung kecil + berat air setinggi tabung kecil = 15 kg + 5 kg. = 20 kg,
- Berat air setinggi tabung kecil = $\pi \times r^2 (m) \times t (m) \times \text{massa jenis air} = 3,14 \times 0,30m \times 0,30m \times 0,470m \times 1000 \text{ kg}/m^3 = 132,822 \text{ kg}$
1 kg = 9,806 N

Jadi total air yang diisi didalam tabung dengan setinggi tabung kecil yaitu :

- 132,822 kg x 9,8065 = 1.302,52 N.
- 20 kg x 9,8065 = 196,13 N.
1.302,52 N + 196,13N = 1.498,65 N.



Gambar 3.3. Analisa *safety factor* pada rangka

Setelah dilakukan analisa didapatkan nilai *safety factor* minimal 4,729 dan maksimal 15 seperti yang terlihat pada Gambar 3.3. Karena nilai *safety factor* sudah melebihi 2 jadi dapat disimpulkan desain kerangka sudah aman dan dapat digunakan.

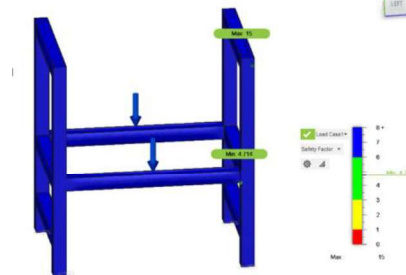
3. Pada tabung besar pemfilteran
 - a) Diameter tabung besar = 600 mm.
Panjang tabung besar = 870 mm.
Berat tabung besar = 15 kg.
 - b) Diameter tabung kecil = 300 mm.
Panjang tabung kecil = 470 mm.
Berat tabung kecil = 5 kg.
 - c) Massa jenis air = 1000 kg/m^3 .

Pemfilteran dilakukan dengan mengisi air di dalam tabung besar dengan setinggi tabung kecil, jadi perhitungan dengan tabung yang dilakukan dengan perhitungan pembebanan pada tekanan rangka yang akan ditopang yaitu :

- Total berat tabung besar + total berat tabung kecil + berat air setinggi tabung kecil = 15 kg + 5 kg. = 20 kg,
- Berat air setinggi tabung kecil = $\pi \times r^2(m) \times t (m) \times \text{massa jenis air} = 3,14 \times 0,30m \times 0,30m \times 0,470m \times 1000 \text{ kg}/m^3 = 132,822 \text{ kg}$
1 kg = 9,806 N.

Jadi total air yang diisi didalam tabung dengan setinggi tabung kecil yaitu :

- $132,822 \text{ kg} \times 9,8065 = 1.302,52 \text{ N}$.
 - $20 \text{ kg} \times 9,8065 = 196,13 \text{ N}$.
- $1.302,52 \text{ N} + 196,13 \text{ N} = 1.498,65 \text{ N}$.



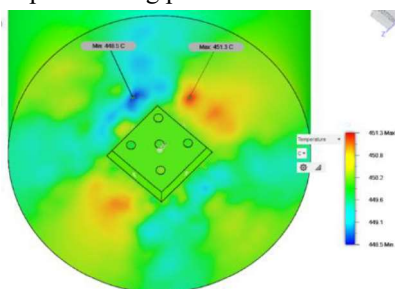
Gambar 3.4. Analisa Safety Factor pada rangka

Setelah dilakukan analisa didapatkan nilai *safety factor* minimal 4,714 dan maksimal 15 seperti yang terlihat pada Gambar 3.4. Karena nilai *safety factor* sudah melebihi 2 jadi dapat disimpulkan desain kerangka sudah aman dan dapat digunakan.

3.5 Analisa Temperatur

Analisa dari pembakaran tempurung kelapa yang dilakukan pada tabung pembakaran dengan membandingkan titik lebur dari material dan hasil dari pembakaan tempurung kelapa yang dihasilkan pada suhu maksimal. Pada tabung sendiri menggunakan tabung dengan material ASTM A36 dengan titik leleh pada suhu $\pm 1430^{\circ}\text{C}$ sedangkan temperatur pembakaran tempurung kelapa sendiri memerlukan sekitar $\pm 400\text{-}450^{\circ}\text{C}$.

Jadi dari pembakaran tempurung kelapa sendiri tidak sampai meleburkan material yang terdapat pada tabung pembakaran tersebut



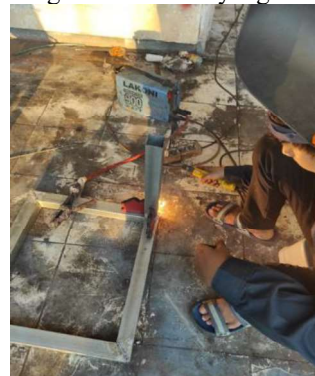
Gambar 3.5. Analisa Temperatur

3.6 Tahap Pembuatan Alat

Pada tahap ini dilakukan proses pembuatan alat yang terdiri dari beberapa proses yaitu pembuatan rangka dudukan pertama kedua dan ketiga, pembuatan pipa dibagian dalam tabung pembakaran untuk meyalurkan pembakaran pada tempurung kelapa, sambungan pipa penyalur untuk tabung pembakaran menuju tabung destilasi pertama, kedua dan ketiga, sampai proses penambahan pada tabung selesai dan *finishing*. Berikut ini adalah penjelasan proses pembuatan alat.

1. Pembuatan rangka dudukan

Pembuatan rangka dudukan pertama, kedua dan ketiga membutuhkan sekitar 6 lonjor besi *hollow* ghalvanis dengan dimensi 45 mm x 45 mm dengan tebal 1 mm yang masing-masing lonjongnya memiliki panjang 6 meter. Plat besi astm a36 juga dibutuhkan untuk pembuatan balok yang ada dibawah tabung pembakaran dan diberikan lubang sebesar 20 mm untuk penyaluran pembakaran menuju tempurung kelapa sebesar 150 mm x 150 mm dengan tebal 1 mm. Setelah itu dilakukan proses *marking* pada plat dan *hollow* ghalvanis untuk memudahkan saat dilakukan proses pemotongan sesuai dengan bentuk yang dibutuhkan. Pemotongan dilakukan dengan menggunakan gerinda potong. Proses pemotongan ditunjukkan pada gambar 3.6 dibawah ini. Setelah itu rangka dudukan kemudian dirakit dengan pengelasan dan finishing dalam bentuk yang diinginkan.



Gambar 3.6. Proses pengelasan pada rangka dudukan tabung pembakaran

2. Pembuatan pipa sambungan

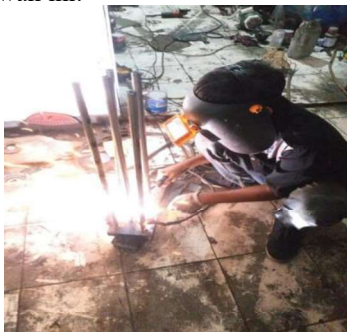
Setelah rangka selesai dibuat tahap selanjutnya adalah pembuatan pipa sambungan dari tabung pembakaran menuju tabung kecil didalam tabung besar filtrasi sebagai penyalur asap. Penyalur asap dibuat dengan menggunakan pipa ghalvanis yang selanjutnya dipotong dan di las sesuai dengan bentuk yang telah didesain sebelumnya. Selanjutnya, pembuatan bolongan pada tabung filtrasi pertama untuk memasukan pipa penyalur asap menuju tabung kecil filtrasi pertama. Pada proses pembuatan pipa penyalur dibantu dengan menggunakan mesin gerinda dan las SMAW, menyesuaikan dimensi yang telah dirancang. Pipa penyalur asap yang telah dibuat ditunjukkan pada gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3.7. Proses pembuatan pipa sambungan

3. Pembuatan penyaluran pembakaran

Penyaluran pembakaran dilakukan sebagai saluran panas yang berada didalam tabung pembakaran tersebut, pembuatan yang terbuat dari besi dibentuk menjadi balok kemudian di bor bagian tengah nya menjadi 5 bagian dan 5 buah pipa ghalvanis ukuran 20 mm dengan panjang 700 mm tersebut yang di berikan bolongan kemudian disambungkan dan di las. Pembuatan dapat dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.8. Pembuatan penyaluran pembakaran

4. Proses finishing pada alat

Pada tahap ini dilakukan beberapa komponen yang telah dibuat sebelumnya pada rangka. Dilakukan juga pemasangan sealent pada tabung supaya mencegah terjadinya pembocoran pada pipa dan memberikan clean out atau saluran pembuangan air pada tabung besar dan dilakukan juga finishing yaitu penggabungan atau assembly semua komponen yang telah dilakukan proses pemotongan dan penyambungan. Proses finishing dapat dilihat pada gambar 4.14 dibawah ini.



Gambar 3.9. Proses finishing pada alat

3.7 Uji Coba Alat

Dari hasil fabrikasi alat yang telah dibahas sebelumnya didapatkan alat destilasi pembakaran tempurung kelapa yang siap untuk dilakukan uji coba seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.10 dibawah ini :



Gambar 3.10. Uji coba alat destilasi tempurung kelapa

Pengujian dilakukan dengan memasukan tempurung kelapa pada tabung pembakaran. Lalu dilakukan pembakaran pada tempurung kelapa dan menutup tabung nya hingga rapat. Setelah itu asapnya akan menyalur melewati pipa tersebut.



Gambar 3.11. Proses pembakaran pada tempurung kelapa

Pengisian air didalam tabung tersebut dilakukan berupaya untuk mendinginkan asap setelah melalui tahap pembakaran upaya yang dilakukan dapat mengubah asap dari pembakaran dengan proses penyulingan hingga menjadi cair, pengisian air tersebut dilakukan pada tabung besar yang pertama kedua dan ketiga.



Gambar 3.12. Proses pengisian air pada tabung untuk penyulingan

Setelah asap yang menyalur pada pipa kemudian asap akan menyalur pada tabung kecil didalam filtrasi tersebut. Tabung besar tersebut diisikan air agar tahap ini asap dapat mendingin dan mengubah nya menjadi cairan. Seperti yang dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. Asap cair yang dihasilkan

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan didapatkan hasil yaitu alat destilasi tempurung kelapa dapat menghasilkan 2 output yang dihasilkan yaitu arang dan asap cair, dan membutuhkan waktu pembakaran selama $\pm 1,5$ jam untuk meneteskan air yang ada pada pipa tersebut. Setelah pembakaran dilakukan pada mati hampa, tabung pembakaran dibuka dan hasil dari tempurung kelapa yang dihasilkan seperti gambar 3.14 dibawah ini.



Gambar 3.14. Arang tempurung kelapa

3.8 Pengaplikasian Output

3.8.1 Arang Tempurung Kelapa

Dari hasil yang telah didapatkan dari alat destilasi tempurung kelapa, didapatkan sebuah output arang dengan estimasi waktu pembakaran sekitar ± 4 jam, dengan berat ± 1 kg sampai arang habis terbakar seperti yang terdapat pada gambar 3.15



Gambar 3.15. Pengaplikasian arang tempurung kelapa

Telah diaplikasikan juga, arang kayu dengan estimasi waktu pembakaran sekitar ± 3 jam dengan berat ± 1 kg sampai arang habis terbakar seperti yang terdapat pada gambar 3.16



Gambar 3.16. Pengaplikasian arang kayu

Jadi untuk penghasilan arang dari tempurung kelapa bisa menghasilkan arang yang lebih tahan lama dan juga mengurangi limbah pada tempurung kelapa tersebut.

3.8.2 Asap Cair

Dari hasil yang telah didapatkan dari alat destilasi tempurung kelapa didapatkan sebuah output asap cair sebagai pestisida alami untuk diaplikasikan pada lahan. Manfaatnya sebagai pestisida nabati untuk mencegah adanya hama pada lahan, dan juga mengatasi kesulitan ketersediaan dan mahalnya harga obat-obatan pertanian khususnya pestisida sintesis/kimiawi.



Gambar 3.17. Pengaplikasian asap cair tempurung kelapa

Pada tahap ini pengaplikasian dilakukan penyiraman 4 meter x 4 meter pada lahan, dan manfaatnya dari pestisida tersebut untuk mencegah adanya hama pada tanaman. Setelah pengaplikasian selama 3 hari, petani yang menginformasikan bahwasanya hama yang datang pada lahan tersebut menjadi berkurang.



Gambar 3.18. Tidak adanya hama pada lahan

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, penulis dapat mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan desain alat destilasi pembakaran tempurung kelapa menggunakan desain konsep 3 seperti yang terlihat pada gambar 4.4. Gambar detail untuk alat destilasi tempurung kelapa yang berisi gambar kerja rangka dan komponen lainnya terlihat pada lampiran 5. Alat destilasi tempurung kelapa memiliki dimensi 2333,42 x 1987 x 1325 mm.

2. Proses pembuatan alat destilasi pembakaran tempurung kelapa menggunakan konsep yang telah terpilih yaitu konsep 3 seperti pada gambar 4.3.3 Adapun proses pengerjaannya dimulai dari proses pembuatan rangka untuk dudukan tabung 1 dan 3, pembuatan pipa penyambung untuk penyalur asap pembakaran dan keluar asap cairnya, pembuatan pipa penyalur pembakarannya dan proses *finishing* pada alat.
 - a) Setelah melakukan uji coba alat destilasi tempurung kelapa didapatkan hasil sebagai berikut.
 - b) Alat mampu menghasilkan arang dengan berat ± 15 kg dari pembakaran alat destilasi tempurung kelapa.
 - c) Alat mampu menghasilkan volume ± 1 liter asap cair dari pembakaran destilasi tempurung kelapa.

4.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya didapatkan saran yang dapat digunakan untuk membantu proses perbaikan dan pengembangan alat sebagai berikut :

1. Diharapkan pembuatan alat destilasi tempurung kelapa dapat menjadi referensi untuk pembuatan alat berikutnya.

2. Penambahan alat *pressure* pada tabung pembakaran sebagai sistem penghitung tekanan asap agar mengetahui tekanan yang ada pada tabung pembakaran.
3. Diharapkan untuk melakukan perawatan pada alat destilasi tempurung kelapa agar alat dapat beroperasi lebih maksimal.

5. PUSTAKA

- [1] Asap Cair dengan Metode Redistilasi, Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, Vol. XIII (3), hal 267-271.
- [2] Erawati, 2015. Distilasi Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Serbuk Gergaji Kayu Glugu. Simposium Nasional RAPI, Vol. XIV, FT UMS.
- [3] Fachraniah, Fona, Z., dan Rahmi, Z., 2009. Peningkatan Kualitas Asap Cair dengan Distilasi, Jurnal Reaksi, Vol. 7(14), pp. 1-11.
- [4] Lombok, J. Z., Setiaji, B., Trisunaryanti, W. dan Wijaya, K., 2014. Effect Of Pyrolysis Temperature and Distillation on Character of Coconut Shell Liquid Smoke. Asian Journal of Science and Technology, Vol. 5, Issue 6, pp. 320-325. (Zuraida et al., 2011; Kailaku et al., 2011).