

PERANCANGAN EVAPORATOR DAN UNIT PENUNJANG PADA SISTEM RANGKAIAN MESIN PRODUKSI GULA AREN

Nuradi

¹ Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No. 152 Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

Hadimanto

² Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No. 152 Tanjung Barat – Jakarta Selatan , 12530

ABSTRAK

Dengan seiring meningkatnya kebutuhan gula aren untuk keperluan konsumsi rumah tangga, industri makanan dan lain-lain maka peluang usaha semakin terbuka untuk mengembangkan industri rumah tangga di bidang produksi gula aren. Mulai dari penyadapan air nira, proses produksi, pengemasan, pemasaran dan pendistribusian adalah harus saling terkait. Salah satu tahapan tersebut adalah langkah proses produksi yang masih menggunakan cara tradisional. Dengan keterbatasan waktu dan tenaga sulit apabila terjadi peningkatan permintaan produk dalam waktu yang cepat. Sebagai mahasiswa jurusan mesin merasa terpanggil untuk merencanakan suatu alat/ mesin yang berfungsi untuk membantu proses pengolahan gula aren. Sehingga akan menghemat waktu, tenaga dan biaya selama proses produksi berlangsung. Hasil produksipun akan meningkat. Mesin ini bekerja secara sistem yang saling terkait antar unit lain. Pada makalah ini akan membahas rancangan evaporator dan unit penunjang pada rangkaian mesin produksi gula aren. Semoga bermanfaat.

Kata kunci : Perancangan, Evaporator, gula aren

ABSTRACT

Along with the increasing demand for palm sugar for household consumption, food industry and others, business opportunities are increasingly open to develop home industries in the field of palm sugar production. Starting from the tapping of sap water, the production process, packaging, marketing and distribution must be interrelated. One of these stages is the step of the production process which still uses the traditional method. With limited time and energy, it is difficult if there is an increase in product demand in a fast time. As a mechanical engineering student, I feel called to them as a tool/machine that functions to assist the processing of palm sugar. So that it will save time, energy and costs during the production process. Production results will increase. This machine works in a system that is interrelated between other units. In this paper, we will discuss the design of the evaporator and supporting units in a series of palm sugar production machines. Hope it is useful.

Key Words : Design, Evaporator, palm Sugar

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Gula aren adalah salah satu jenis produk pangan yang dikenal secara nasional maupun internasional yang selama ini

merupakan produk tradisional Indonesia. Gula aren atau *palm sugar*, selain digemari sebagai bahan pelengkap dalam konsumsi makanan sehari-hari, seringkali

juga digunakan sebagai campuran obat pada jamu tradisional, sehingga tak jarang produk yang terkenal sebagai *healthy sugar* ini menjadi produk kegemaran masyarakat. Satu unit usaha penting yang menggunakan gula merah adalah industri pembuatan kecap yang merupakan produk lokal yang cukup banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia.

Gula aren biasanya diasosiasikan dengan segala jenis gula yang dibuat dari nira, yaitu cairan yang dikeluarkan dari bunga pohon dari keluarga palma, seperti kelapa, aren, dan siwalan. Bunga (mayang) yang belum mekar diikat kuat (kadang-kadang dipres dengan dua batang kayu) pada bagian pangkalnya sehingga proses pemekaran bunga menjadi terhambat. Sari makanan yang seharusnya dipakai untuk pemekaran bunga menumpuk menjadi cairan gula. Mayang membengkak. Setelah proses pembengkakan berhenti, batang mayang diiris-iris untuk mengeluarkan cairan gula secara bertahap. Tetesan cairan ditampung dengan wadah yang biasanya terbuat dari potongan bambu yang sudah dirancang khusus. Cairan yang ditampung diambil secara bertahap, biasanya 2-3 kali. Cairan hasil dari penyadapan ini kemudian ditampung atau langsung dimasak dengan dituangkan ke dalam wajan besar lalu dipanaskan dengan api sampai kental. Untuk menghasilkan gula yang baik diperlukan kayu bakar yang tua dan kering, sehingga air nira dari pohon dapat dididihkan dengan cepat. Jika pendidihan lambat, maka fermentasi dapat terjadi sehingga terbentuk asam cuka yang mengakibatkan gula terasa asam dan lunak karena bersifat higroskopis (menyerap lembab). Di banyak daerah, kayu kering dan tua semakin sulit didapat terlebih lagi pada musim hujan. Hal ini membuka peluang bagi batu bara sebagai bahan bakar pengganti untuk industri gula aren karena batu bara selalu tersedia baik di musim hujan atau kemarau dengan mutu yang tetap. Setelah benar-benar kental, cairan dituangkan ke cetakan/ mangkok-mangkok. Setelah dingin kemudian lepaskan cetakan dan siap untuk dipasarkan..

2. TINJAUAN PUSTAKA

Air Nira Dan Gula Aren

Air nira adalah hasil sadapan dari bunga pohon aren. Air nira dapat dibuat minuman karena memiliki rasa manis, berwarna bening dan beraroma harum. Harga minuman ini relatif sangat murah sehingga digemari masyarakat dari kalangan anak-anak, remaja sampai orang dewasa karena rasanya yang khas dan menyegarkan. Komposisi kimia dari nira sangat lengkap terdiri dari Sukrosa, abu, protein, kadar lemak, air, karbohidrat. Rasa yang manis pada nira aren disebabkan karena kadar gula yang cukup tinggi (kurang lebih 12%) sehingga mudah rusak dan terkontaminasi selama penyimpanan. Minuman ini tergolong dalam minuman tradisional.

Selain sebagai minuman air nira juga dapat dibuat menjadi gula aren. Produk gula aren ini adalah berupa gula yang dicetak. Gula cetak diperoleh dengan memasak air nira sampai kandungan air yang terdapat di dalamnya berkurang sehingga akan mengental seperti gulali kemudian dituangkan dalam cetakan sesuai selera. Untuk menguji apakah nira yang tersebut sudah bisa dicetak atau belum. Caranya larutkan sedikit nira yang dimasak ke dalam air bersih dingin. Jika air nira langsung membeku, maka gula merah siap untuk di cetak. Jika nira belum cukup siap untuk dicetak, menyebabkan gula aren nantinya mudah berjamur. Nira yang telah menjadi cairan gula tersebut kemudian dapat dituangkan ke dalam cetakan. Cetakan dapat menggunakan bambu atau batok kelapa. Selanjutnya gula aren yang sudah membeku di cetakan, dibiarkan satu malam hingga dingin, baru bisa dibungkus. Jika gula aren dibungkus dalam keadaan panas, membuat gula menjadi lembab dan mudah berjamur. Cara tradisional membungkus gula aren biasanya menggunakan daun pisang, upih pinang, daun jati, dan perangkat alami lainnya. Akan tetapi, perajin yang lebih modern akan membungkus gula aren menggunakan plastik bertuliskan dengan merk dagangnya. Setelah itu, tunggu sampai gula merah menjadi dingin. Gula aren yang telah dingin dapat ditiriskan ke tempat yang terpisah untuk kemudian dibungkus dan dikonsumsi. Sebagian besar gula aren dikonsumsi oleh masyarakat sebagai

sumber energi, pemberi cita rasa, dan sebagian lagi digunakan sebagai bahan baku industri makanan dan minuman

Proses Pembuatan Gula Aren

Untuk pembuatan gula aren umumnya masih menggunakan cara-cara tradisional yang dilakukan secara terbuka dan masih mengandung banyak kotoran yang berasal dari asap pada saat dilakukan pemasakannya menggunakan kayu bakar. Untuk itu dikembangkan proses pembuatan gula aren dengan menggunakan alat modern. Seperti dengan metode memanfaatkan uap yang dihasilkan dari pemasakan pada tungku pemasak yang disebut evaporator serta unit penunjang lainnya seperti burner, blower dan alat pengaduk otomatis.

a. Pembuatan Gula Aren Secara Tradisional
Pengolahan gula aren yang dilakukan secara tradisional menggunakan peralatan yang sederhana seperti : wajan besar, tungku, pengaduk kayu, pisau sadap, bumbung bambu, cetakan, kaleng, timbangan, serok kain penyaring dan plastik seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 1 Produk Gula Aren

b. Pembuatan Gula Aren Secara Modern
Pengolahan gula aren yang dilakukan secara modern diantaranya adalah dengan memanfaatkan uap yang dihasilkan untuk memanaskan air nira yang ada di dalam tangki. Untuk mensirkulasi dan mendistribusikan air nira yang masih cair tersebut menggunakan pompa. Sedangkan untuk mengaduk menggunakan alat pengaduk otomatis. Semua itu sangat membantu

meringankan dalam proses pembuatan gula aren. Sehingga akan lebih hemat waktu, tenaga dan biaya. Di bawah ini adalah salah satu alat pengolah gula aren modern.



Gambar 2. Mesin Pengolah Gula Aren Modern

Evaporator Dan Proses Pembuatan

a. Pengertian Tentang Evaporator

Evaporator merupakan suatu alat yang memiliki fungsi untuk mengubah keseluruhan atau sebagian suatu pelarut dari sebuah larutan berbentuk cair menjadi uap sehingga hanya menyisakan larutan yang lebih padat atau kental, proses yang terjadi di dalam evaporator disebut dengan evaporasi. Pada dunia industri, manfaat dari alat ini ialah untuk pengentalan awal cairan sebelum diolah lebih lanjut, pengurangan volume cairan dan untuk menurunkan aktivitas air. Evaporator memiliki dua prinsip dasar yaitu untuk menukar panas dan untuk memisahkan uap air yang terlarut dalam cairan. Pada umumnya evaporator terdiri dari tiga bagian yaitu:

- Tempat penukar panas
- Bagian evaporasi (tempat dimana liquid mendidih lalu menguap)
- Bagian pemisah untuk memisahkan uap dari cairan

Hasil dari evaporator berupa

padatan atau larutan yang berkonsentrasi dan larutan yang telah dievaporasi biasanya terdiri dari beberapa komponen volatil (mudah menguap). Cara kerjanya ialah dengan menambahkan kalor atau panas yang bertujuan untuk memekatkan suatu larutan yang terdiri dari zat pelarut yang memiliki titik didih yang rendah dengan pelarut yang memiliki titik didih yang tinggi sehingga pelarut yang memiliki titik didih yang rendah akan menguap dan hanya menyisahkan larutan yang lebih pekat dan memiliki konsentrasi yang tinggi. Proses evaporasi memiliki ketentuan, yaitu:

- Pemekatan larutan didasarkan pada perbedaan titik didih antar zat-zatnya.
- Titik didih cairan dipengaruhi oleh tekanan.
- Dijalankan pada suhu yang lebih rendah dari titik didih normal.
- Titik didih cairan yang mengandung zat yang tidak menguap akan tergantung tekanan dan kadar zat tersebut.
- Beda titik didih larutan dengan titik didih cairan murni disebut kenaikan titik didih (boiling range).

Dalam dunia industri baik industri yang berskala besar maupun kecil, penggunaan evaporator tentunya sangat dibutuhkan agar dapat menghasilkan produk sesuai dengan yang diinginkan, seperti industri kimia dan industri makanan, contohnya proses pembuatan garam, bahan baku garam dihasilkan dari air laut yang tentunya memiliki kandungan air, sehingga garam akan dimasukkan ke dalam evaporator dan dievaporasikan agar mengubah air menjadi uap dan dikeluarkan sehingga yang tersisa hanya larutan mineral-mineral yang terdapat dalam evaporator. Khusus untuk industri migas, evaporator digunakan untuk memekatkan larutan crude oil dengan menghilangkan kadar airnya sehingga meringankan kinerja kolom Destilasi. Dalam skala komersial, proses evaporasi membutuhkan peralatan pendukung seperti

kondensor, perangkat uap, injeksi uap dan evaporator itu sendiri.

Tipe Evaporator Berdasarkan Cara Pemanasan Jenis-jenis evaporator dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

- Direct Fired Evaporator, merupakan jenis evaporator dengan cara pengapian langsung dimana api dan pembakar gas dipisahkan dari cairan mendidih dengan pembatas dinding besi atau permukaan untuk memanaskan.
- Submerged Combution Evaporator, yaitu evaporator yang dipanaskan oleh api yang menyala dibawah permukaan cairan, dimana gas yang panas bergelembung melewati cairan.
- Steam Heated Evaporator, adalah evaporator yang menggunakan pemanas steam atau uap lain yang dapat dikondensasi, sumber panas dimana uap terkondensasi pada suatu sisi di permukaan pemanas dan kemudian panas ditransmisi lewat dinding ke cairan yang mendidih.

b. Proses Pembuatan Evaporator

Evaporator adalah bagian penting dari komponen utama. Media pemanas ini bersentuhan langsung dengan bahan makanan dalam proses pengolahan sehingga harus menggunakan bahan yang tahan panas dan anti korosi, seperti material berbahan stainless steel. Mulai dari design perancangan sampai proses pengerjaannya harus teliti. Apalagi ada beberapa komponen penunjang lain yang saling berkaitan dengan evaporator ini sehingga nantinya akan berfungsi dengan maksimal.

Unit-unit Penunjang Rangkaian Mesin Produksi Gula Aren

a. Burner

Burner atau tungku pengapian adalah alat yang menghasilkan nyala api yang dikendalikan dengan mencampur gas bahan bakar seperti asetilena, gas alam, atau propana dengan oksidator seperti udara sekitar atau oksigen yang disuplai, dan

memungkinkan pembakaran. Bahan bakar dapat berupa bio massa/ kayu bakar ataupun gas. Adapun bahan yang digunakan tentunya yang mampu menahan panas api yang dihasilkan.



Gambar 3 Burner/ Tungku

b. Blower

Untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas dan mengalirkan ke ruangan tertentu diperlukan alat yang namanya Blower. Alat ini juga dapat berfungsi sebagai pengisapan atau pemvakuman udara. Bila untuk keperluan khusus, blower kadang-kadang diberi nama lain misalnya untuk keperluan gas dari dalam oven kokas disebut dengan nama exhouter.



Gambar 4. Blower

c. Motor Pengaduk

Alat ini berfungsi untuk mengaduk air nira yang sedang dimasak dalam suatu wajan/ wadah secara otomatis. Penggerak utama alat

ini adalah motor yang dihubungkan dengan poros kebawah dan pada bagian ujungnya dipasang blade yang berfungsi untuk mengaduk-aduk air nira sampai kekentalan yang dikehendaki.

Gambar 5 Motor Pengaduk

Perancangan Evaporator Kapasitas 30 Liter Dan Unit Penunjang

Sebelum merancang evaporator sebaiknya dipahami dahulu tentang fungsi dari evaporator itu sendiri. Pada makalah ini perancangan evaporator didesign untuk memekatkan suatu larutan yang terdiri dari pelarut yang mudah menguap seperti air nira. Umumnya, pelarut yang sering ditemui dalam larutan ialah air. Sebagian besar tahap evaporasi bertujuan untuk memperoleh larutan pekat sebagai produk yang diinginkan, sementara uapnya akan dimanfaatkan untuk memanaskan air nira yang belum sempat dimasak di dalam tangki nira dengan menghubungkannya melalui cerobong pipa. Kemudian akan dilewatkan pipa yang mengalir di dalamnya air nira dengan menggunakan tenaga dorong yaitu pompa. Bagian ini disebut ekonomizer. Evaporator akan ditempatkan di atas burner/ tungku dengan hembusan blower di sampingnya untuk meningkatkan pengapian agar lebih besar. Untuk membantu pengadukan air nira saat proses pemasakan digunakan motor penggerak yang dihubungkan dengan poros dan blade. Kapasitas evaporator pada bahasan ini adalah 30 liter sekali masak air nira. Sehingga perlu diperhatikan jenis material yang digunakan, banyaknya kebutuhan serta harga material dari semua menjadi satu sistem di dalamnya yaitu evaporator, burner/ tungku, blower dan motor pengaduk. Jenis material yang akan bersinggungan langsung dengan bahan olahan akan digunakan material berbahan stainless steel 304. Sedangkan material lainnya dapat menggunakan bahan dari besi.

1. Dimensi/ Ukuran Evaporator dan Unit Penunjang



Evaporator didesign berbentuk setengah lingkaran serta menggunakan plat ganda yang bertujuan plat bagian luar akan bersinggungan langsung dengan api pemanas, sehingga untuk menentukan kebutuhan kelilingnya dengan kapasitas 30 liter dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

a. Evaporator

$$\text{Volume Evaporator} = \frac{4/3 \times \pi \times r^3}{2}$$

b. Tungku

Diketahui ketinggian kerangka tungku dibuat 50cm dengan 4 tiang penyangga dan lainnya menggunakan besi siku ukuran 40cm x 40cm dengan ketebalan 2,4mm. Karena dudukan motor pengaduk beserta aksesorisnya menjadi satu dengan tungku pemasak, maka akan dihitung keseluruhannya. Sesuai rancangan total kebutuhan kerangka dudukan tungku dan dudukan motor pengaduk sebanyak 15 meter.

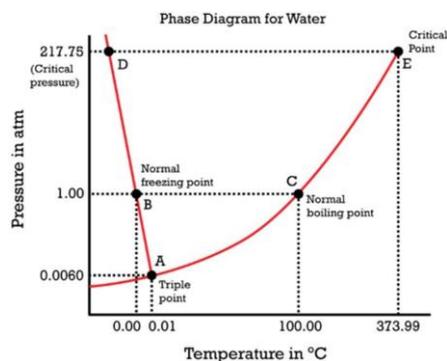
c. Jenis Material Yang Digunakan

Apabila material yang digunakan bersinggungan langsung dengan bahan olahan maka menggunakan bahan stainless steel karena selain kuat dan tahan panas juga tahan terhadap korosi. Stainless Steel sangat ideal untuk produksi makanan karena tidak mempengaruhi rasa makanan. Stainless Steel mudah dibersihkan, membantu menjauhkan kuman yang tidak diinginkan. Sedangkan material lainnya menggunakan bahan dari besi seperti besi siku. Untuk menyambungan digunakan dengan cara dilas karena sifatnya yang permanen ada juga yang menggunakan mur dan baut.

2. Temperatur Dan Tekanan

Air mendidih bilamana tekanan uapnya (yaitu tekanan yg ditimbulkan oleh uap air tsb) sama dengan tekanan udara luar. Tekanan udara luar adalah 1 atm (76 cm Hg), dalam hal ini titik didih air 100°C (disebut titik didih

normal). Tetapi jika tempat yg lebih tinggi, seperti di puncak gunung, tekanan udara



kurang dari 1 atm, maka titik didih air juga kurang dari 100°C. (Sumber : Suyanta Suyanta, S3 Kimia & Kimia anorganik, Universitas Gadjah Mada (2012).

Gambar 5 Grafik Tekanan dan Temperatur

3. METODOLOGI PERANCANGAN

Waktu perancangan sampai dengan pembuatan alat pemasak gula aren selama 2 bulan. Dengan melibatkan seluruh mahasiswa teknik mesin angkatan 2017 sore dengan tugas masing-masing komponen dari alat tersebut.

Program :

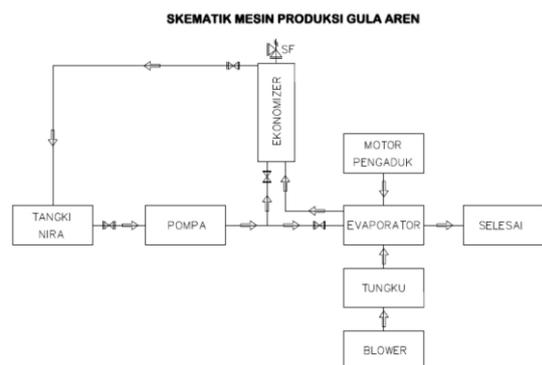
- Untuk mendesain gambar rancangan mesin pengolahan gula aren menggunakan program aplikasi Autocad dan laptop

Bahan dan Alat :

- Bahan-bahan yang digunakan terbuat dari bahan plat stainless steel, besi siku, mur dan baut, kawat las.
- Alat yang diperlukan adalah las listrik, mesin bor, alat potong, gergaji besi, alat ukur.

Bagan Perancangan Evaporator dan Unit Penunjang Kapasitas 30liter.

Tahapan perancangan alat pengolah gula aren seperti pada gambar satu diagram alur dibawah ini.



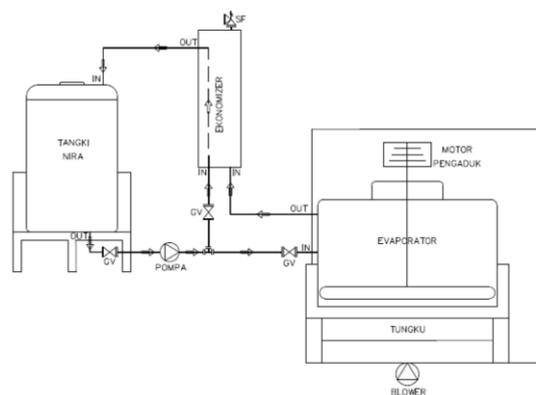
Gambar 6 Skematik Mesin Produksi Gula Aren
Penjelasan Skematik :

Tangki Nira untuk menampung air nira sementara sedangkan Evaporator yang ditopang dengan tungku untuk memasak air nira dengan hebusan udara dari blower diharapkan api akan terus menyala dengan baik. Uap panas yang dihasilkan evaporator disalurkan ke ekonomizer. Uap panas ini dimanfaatkan untuk memanaskan air nira yang ada di dalam tangki nira melalui pipa-pipa yang didorong dengan menggunakan pompa untuk mensirkulasinya sampai ke tangki nira lagi secara terus menerus sampai kandungan air menyusut sekitar 40% - 50%. Sedangkan motor pengaduk dihubungkan dengan poros dan dengan blade yang berfungsi untuk mengaduk cairan nira yang sedang dimasak di dalam evaporator sehingga akan menghemat tenaga. Apabila air nira sudah mencapai kekentalan tertentu dan sudah bisa dicetak maka proses pemasakan pertama telah selesai. Untuk memasak air nira berikutnya tinggal mengalirkannya lagi dari tangki nira melalui pompa, dengan menutup dan membuka kran sesuai aliran yang dikehendaki.

Gambar Instalasi Perancangan Evaporator dan Unit Penunjang Kapasitas 30 liter.

Evaporator dibuat dengan menggunakan plat ganda dengan tujuan plat bagian luar yang bersinggungan langsung dengan api dari tungku sedangkan plat bagian dalam yang bersinggungan langsung dengan bahan olahan yaitu air nira. Pada instalasi evaporator itu sendiri terdiri dari beberapa bagian yang melekat padanya, seperti wajan evaporator, bantalan penahan, lubang saluran

uap ke ekonomizer, lubang saluran dari tangki nira dan tutup evaporator. Dibawah ini adalah gambar instalasi Evaporator dan Unit Penunjang kapasitas 30 liter.



Gambar 7 Instalasi Evaporator dan Unit Penunjang Kapasitas 30 liter

Cara Kerja Instalasi Unit Perancangan Evaporator dan Unit Lainnya Kapasitas 30 liter

Cara kerja instalasi dari unit-unit ini adalah :

1. Kerangka tungku evaporator yang terbuat dari besi siku ukuran 40mm x 40mm tebal 2mm, sesuai gambar di atas dirakit dengan menggunakan metode sambungan las.
2. Tutup tungku dibuat dengan menggunakan plat stainless steel 304 dengan tebal 2mm dibuat seperti gambar .
3. Evaporator dibuat menggunakan bahan stainless steel 304 plat ganda sesuai gambar di atas dengan lubang sparing uap ke ekonomizer dengan diameter 80mm, lubang sparing untuk saluran pipa dari tangki nira dengan diameter 25mm. Dudukan/ bantalan penahan evaporator dengan ukuran 40mm x 40mm tebal 2mm dibuat 4 tempat seperti gambar.
4. Tutup evaporator juga menggunakan bahan stainless steel 304 dengan lubang sparing diameter 16mm atau menyesuaikan dengan as/ poros pengaduk yang tersedia.
5. Setelah semua komponen lengkap

mulailah merakit atau menyambung bagian-bagian tersebut menjadi satu sistem yang saling terkait.

Daftar Data Dan Spesifikasi Teknis Material

Berikut ini daftar data dan spesifikasi material berikut anggaran biayanya :

N O	NAMA BAGIAN	BAHAN	JUMLAH	HARGA SATUAN	TOTAL HARGA
1.	Tungku	Besi Siku uk. 40mm x 40mm tebal 2mm = 15 m	3 Batang	95,048	285,144
2.	Evaporator + Bantalan	Double Plat SS 304 tebal 2mm = 2,4 m ²	2 Lembar	1,794,000	3,588,000
3.	Tutup Evaporator	Plat SS304 tebal 2 mm = 0,85m ²	1 Lembar	1,794,000	1,794,000
3.	Tutup Tungku Atas	Plat SS 304 tebal 2mm = 0,7m ²	Sudah termasuk hitungan evaporator		
4.	Blower	150W, 220/230V, 1P, 50Hz	1 Unit	200,000	200,000
5.	Kawat Las Besi Siku	Nikko Steel Ukuran 2mm	2 Dus	100,000	200,000
6.	Kawat Las Stainless Steel	Nikko Steel, nsn 308 Ukuran 2mm	2 Dus	103,000	206,000
7.	Bearing	Ukuran 20mm	1 Buah	30,000	30,000
JUMLAH					6,303,144

4. PEMBAHASAN

Perhitungan Dimensi Evaporator dan Unit Penunjang Kapasitas 30Liter.

a. Evaporator

$$\text{Volume Evaporator} = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

$$\text{Volume Evaporator} = 32 \text{ liter (dibulatkan)}$$

b. Ruang Bebas Tempat Uap

Untuk mengantisipasi air mendidih dan menghasilkan uap maka perlu disediakan ruang juga. Adapun besarnya setengahnya dari volume. Karena terdapat lubang untuk pembuangan uap ke ekonomizer juga terdapat lubang untuk saluran pipa dari tangki nira. Maka didapat diameter evaporator sebesar :

$$\text{Volume Evaporator} = \frac{(4/3 \times \pi \times r^3)}{2} \times 1,5$$

$$= 50 \text{ liter (dibulatkan)}$$

Jari-jari lingkaran evaporator sebesar 30cm (angka pembulatan)

$$\text{c. Luas Evaporator} = 4 \times \pi \times r^2$$

$$= 4 \times 3,14 \times 30^2 = 113,04 \text{ cm}^2$$

Jadi kebutuhan material untuk membuat evaporator plat ganda adalah $113,04 \text{ cm}^2 \times 2 = 226,08 \text{ cm}^2$ dengan tebal plat 2 mm.

$$\text{d. Luas Tutup Evaporator} = \pi \times r^2$$

$$= 3,14 \times 52^2$$

$$= 85 \text{ cm}^2$$

e. Kebutuhan Besi Siku untuk kerangka tungku evaporator menggunakan besi siku ukuran 40mm x 40mm dengan ketebalan 2 mm.

Tungku evaporator terdiri dari 4 tiang vertikal dengan ketinggian 700mm. Perkuatan tiang ditopang dengan beberapa dudukan lain seperti gambar rancangan. Sehingga dapat ditotal kebutuhan besi siku sebagai berikut :

$$\text{Tiang } 4 \times 700\text{mm} = 2,800\text{mm}$$

$$\text{Perkuatan } 14 \times 800\text{mm} = 11,200\text{mm}$$

$$\text{Perkuatan } 4 \times 250\text{mm} = 1,000\text{mm}$$

$$\text{Total} = 15,000\text{mm}$$

f. Tutup Tungku Atas

Tutup tungku menggunakan plat berbahan stainless steel 304 ketebalan 2mm. Kebutuhan material ini adalah $704\text{mm} \times 704\text{mm} = 495,616\text{mm}^2$

4.2. Perhitungan Uap Panas

Sedangan uap panas yang dihasilkan dari dalam evaporator menggunakan rumus :

$$Q = S (\text{entalphi air mendidih} - \text{entalphi air masuk})$$

S = Jumlah air/ uap.

Entalphi air mendidih pada suhu 100°C yang nilainya = 2675,6kJ/Kg
Entalphi air masuk pada suhu 32 °C yang nilainya = 2555,6kJ/Kg

Jadi apabila kapasitas evaporator sekali masak sebanyak 30 liter air niradidapat rumus :

$$Q = 30 \text{ liter} \times (e_{amddh} - e_{amsk})$$

$$\begin{aligned} \text{Diketahui 1 liter air} &= 1,328 \text{ Kg/jam} \\ &= 30 \times 1,328 \times (2675,6 \\ &\quad \text{kJ/Kg} - 2555,6 \text{ kJ/Kg}) \\ &= 39,84 \text{ Kg/jam} \times 120 \\ &\quad \text{kJ/Kg} \\ &= 4780,8 \text{ kJ/Jam} \end{aligned}$$

/2011/08/30/ tabel-propertithermodinamika-
untuk-uap-steam-table/

5. PENUTUP

Kesimpulan yang dapat diambil Perancangan Evaporator dan UnitPenunjang sebagai berikut :

1. Dimensi Evaporator :

Diameter = 60 cm (bentuknya setengah bola) dengan menggunakan plat gan
Tebal Plat = 2 mm

Panas yang dihasilkan = 4780,8 kJ/Jam

Material yang digunakan Plat stainless steel 304

2. Dimensi Dudukan/ Tungku :

Besi Siku

Ukuran 40mm x 40mm tebal 2mm = 15 meter

3. Tutup Tungku Atas

Bahan Plat Stainless Steel 304

Ukuran 704mm x 704mm tebal 2 mm = 1 buah

DAFTAR PUSTAKA

1. Heryani, Hesty. *Keutamaan Gula Aren & Strategi Pengembangan Produk*. Jakarta : 2016
2. Praptiningsih, Y. 1999. *Buku Ajar Teknologi Pengolahan*. Jakarta
3. Anonim. 2018. Diambil dari : <http://myteknikkimiablogaddress.blogspot.com/2018/11/pengertianevaporasi-dan-alat.html>.
4. Anonim. 2011. Diambil dari : <https://nurulimantmunib.wordpress.com>