

Perancangan Ulang *Vacuum Evaporator* Untuk Pengering Madu Kapasitas 50 Liter

Afrian¹, Nazaruddin²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : rianhaziq@Gmail.com

ABSTRACT

Honey is unique product from insect which contain high percentage of carbohydrates. Honey obtained from the forest contains high water content due to climate change. The reduction of water content honey need a machine such as evaporator. Evaporator is a separator machine water content honey using pressure and temperature. Evaporator parts of such as: vessel, vacuum pumps, electric motors, electric heater, and control system. This research used vessel as a place honey processing. Vessel is pressure of fluid storage container, part of vessel such as: shell, head, opening and support. This research explains how to design the pressure vessel using standard of ASME section VIII Boiler and Pressure Vessel, obtain dimension from mixer such as a screw and impeller. Results from this research obtained shell inner diameter is 22.55 inch with a thickness of 0.142 inch, the outer shell diameter is 24.81 inches with a thickness of 0.142 inch, head diameter is 22.55 inch with a thickness 0.142 inch, opening (diameter nozzle on the vacuum pump 1 inch with a thickness of 0.065 inch and diameter nozzle on water level control 1 inch with a thickness of 0.065 inch). Obtained dimension screw with a diameter 4 inch and pitch distance of screw 3.2 inch with screw angle 22°. obtain dimensions impeller $D_a = 11.28$ inch, $w = 2.26$ inch, $D_d = 4.51$ inch dan $L = 2.82$ inch.

Keywords : *Evaporator, Pressure Vessel, System Control*

1. Pendahuluan

Madu sangat bergizi dan kaya akan protein, karbohidrat, asam amino, vitamin, mineral, dan zat-zat lainnya yang bermanfaat bagi tubuh manusia. Madu juga digunakan sebagai obat yang berkhasiat karena mengandung zat *antibiotic* yang mampu melawan berbagai kuman penyakit serta mencegah infeksi. Manfaat lain dari madu adalah penyumbang energi yang cukup besar dengan kandungan kalornya 44% lebih rendah dibandingkan gula tebu.

Madu yang umumnya diinginkan oleh masyarakat adalah madu yang terlihat segar, berbentuk cairan kental, tidak mengkristal dan berwarna kuning kecoklatan. Kurangnya pengetahuan

masyarakat mengenai madu, menyebabkan terbentuknya persepsi buruk mengenai madu yang mengkristal.^[1]

Tabel 2.1 Standar Mutu Madu berdasarkan SNI 01-3545-2004

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Aktivitas enzim diastase (min)	DN	3
2	Hidroksimetilfurfural (maks)	mg/kg	40
3	Air (maks)	%	22
4	Gula pereduksi (dihitung sebagai glukosa) (min)	%, b/b	60
5	Sukrosa (maks)	%, b/b	10
6	Keasaman (maks)	mlNaOH	40
7	Padatan yang tak larut dalam air (maks)	%, b/b	0,5
8	Abu (maks)	%, b/b	0,5
9	Cemaran logam		
	Timbal(Pb) (maks)	mg/kg	1,0
	Tembaga (Cu) (maks)	mg/kg	5,0
10	Cemaran Arsen (maks)	mg/kg	0,5

(Sumber: Dewan Standarisasi Nasional, 2004)

Alternatif yang sering dilakukan untuk memecahkan masalah ini adalah dengan melakukan proses pemanasan madu untuk melarutkan kristal-kristal yang terbentuk. Di desa lirik merupakan tempat penghasil madu, namun madu yang ada didesa lirik tercampur air hal itu disebabkan oleh perubahan cuaca. Untuk itu akan dilakukan perancangan mesin penurunan kadar air madu (*vacuum evaporator*). *Vacuum evaporator* merupakan alat yang digunakan untuk mengurangi kadar air (kandungan air) di dalam madu. Prinsip kerja dari *vacuum evaporator* yang dimana madu akan dilakukan pemanasan menggunakan media sebagai penghantar panas. Media yang digunakan sebagai pemanas adalah air, air tersebut dipanaskan menggunakan *heater* (*heater electric*). Dalam hal ini akan dilakukan pembuatan *vacuum evaporator* dengan maksud untuk membantu masyarakat mempermudah megolah madu yang mereka bawa dari hutan. Pembuatan *vacuum evaporator* bermaksud agar harga lebih terjangkau oleh masyarakat.

Dalam perancangan *vacuum evaporator* terdapat beberapa bagian yaitu : bejana tekan, *system control*, dan *screw*. Bejana merupakan wadah tertutup yang digunakan untuk pemanasan madu. *System control* berfungsi sebagai pengontrol pemanasan pada madu. *Screw* merupakan sebagai pengaduk madu, bertujuan agar madu tersebut dilakukan pemanasan secara merata. *vacuum evaporator* dirancang agar dimensi yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan pada kapasitas tertentu dan mudah dalam perawatannya.

2. Metode

2.1 Standar Perancangan

Standar perancangan merupakan sebuah referensi yang digunakan dalam melakukan perancangan.

A. Shell

Desain *shell* berdasarkan standar ASME UG-27 dan UG-28. *Shell* berupa silinder. UG-27 menyatakan bahwa ketebalan *shell* di bawah tekanan dalam harus tidak boleh kurang dari ketebalan hasil perhitungan dengan formula yang

telah ditentukan. Sedangkan UG-28 menyatakan bahwa aturan untuk mendesain *shell* atau tabung pada ASME Section VIII hanya untuk *shell* tipe silindris dan *spherical*.^[2] Bahan yang digunakan pada *shell* bagian dalam adalah SS 316 dan SS 304 untuk *shell* bagian luar.

1. Sambungan memanjang (*longitudinal joint*)

$$t = \frac{PR_i}{SE-0.6P} \quad (2.1)$$

2. Sambungan melingkar (*circumferential joint*)

$$t = \frac{PR_i}{2SE+0.4P} \quad (2.2)$$

B. Head

Desain *head* berdasarkan standar ASME UG-32 yang menyatakan bahwa ketebalan *head* yang dibutuhkan pada titik paling tipis setelah proses pembentukan harus dihitung berdasarkan persamaan yang telah ditentukan. Desain *head* yang dipakai adalah *ellipsoidal heads* seperti pada ASME UG-32 (d). Perbandingan antara *major axis* dan *minor axis* adalah 2:1.^[2] Bahan yang digunakan pada *head* adalah SS 316.

Berikut tipe *head* dan persamaan unuk menentukan ketebalannya.

- a) *Hemisphere*

$$t = \frac{PR_i}{2SE-0.2P} \quad (2.3)$$

- b) *Ellipsoidal*

$$t = \frac{PD_i}{2SE-0.2P} \quad (2.4)$$

- c) *Cone*

$$t = \frac{PD_i}{2\cos\alpha(SE+0.4P)} \quad (2.5)$$

- d) 2:1 S.E.

$$t = \frac{PD_i}{2SE-0.2P} \quad (2.6)$$

e) 100 % - 6 % *Torispherical*

$$t = \frac{0.855PL_i}{SE - 0.1P} \quad (2.7)$$

f) *Torispherical* $L/r < 16.66$

$$t = \frac{PL_iM}{2SE - 0.2P} \quad (2.8)$$

C. Opening/nozel

Desain *opening/nozel* berdasarkan standar ASME UG-36 yang menyatakan bahwa *opening* pada *vessel* atau *head* lebih baik berbentuk lingkaran, elips atau *obround*.^[2] *Opening* dipilih berbentuk silindris sesuai dengan standar pipa yang ada dipasaran, yang kemudian disambung ke bagian bejana dengan penyambungan las. Bahan yang digunakan pada *opening* adalah SS 316.

Ketebalan dinding *nozel* yang diperlukan (t_n)

$$t_n = \frac{PR_n}{SE - 0.6P} \quad (2.9)$$

Luas *reinforcement* perencanaan diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.14).

$$A = d(T - t) - 2T_n(T - t) \quad (2.10)$$

Untuk memperoleh luas *reinforcement* yang di inginkan dapat menggunakan persamaan (2.15).

$$A_n = 2[2.5(t_r)(T_n - t_n)] \quad \text{or} \quad (2.11)$$

$$A_n = 2[2.5(T_n)(T_n - t_n)]$$

jika $T_r < T_n$, gunakan T_r

D. Support

Desain penyangga mengacu pada ASME UG-54. Jenis penyangga yang digunakan adalah *leg support*. UG-54 menyatakan bahwa semua *vessel* harus ditopang dan penyangga tersebut harus

disusun dan atau disambung ke dinding *vessel* sedemikian sehingga bisa menopang beban maksimum.^[2] Bahan yang digunakan pada *support* adalah SS 304.

$$m = \rho\pi DLt \quad (\text{untuk shell}) \quad (2.12)$$

$$m = 1.084D^2t\rho \quad (\text{untuk head}) \quad (2.13)$$

$$A = \pi t^2 \quad (2.14)$$

E. Pengaduk

Dalam *vacuum evaporator* diperlukan pengaduk dimaksudkan agar madu yang berada di dalam *evaporator* di aduk secara merata. Adapun jenis pengaduk dalam *vacuum evaporator* ini adalah *type screw* dan *impeller*.^[3]

1. Screw

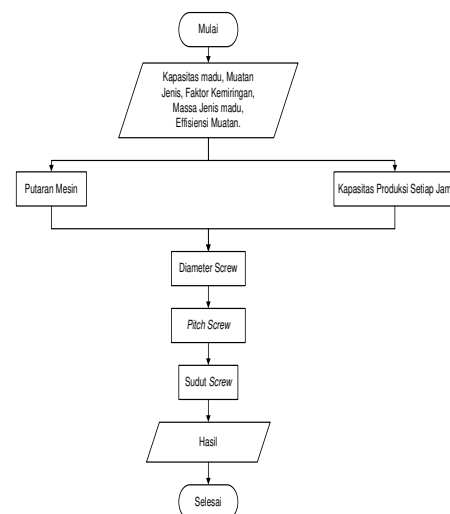
$$n = \frac{\text{kapasitas madu}}{\text{kemampuan screw dalam satu putaran}} \quad (2.15)$$

$$Q = C_m x \rho \quad (2.16)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4Q}{60\pi x 0.8x n x \phi x \rho x C}} \quad (2.17)$$

$$S = 0.8xD \quad (2.18)$$

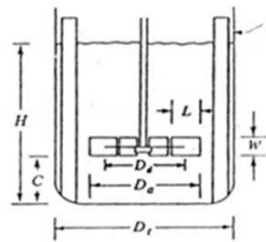
$$\text{sudut screw}(\alpha) = \text{arc tan} \frac{S}{2D} \quad (2.19)$$



Gambar 2.1 Diagram Alir Perancangan Screw

2. Impeller

Untuk mencari ukuran dari *impeller* dapat dilihat pada gambar yang terdapat pada lampiran, dibawah ini.



$$D_o = (0.3 - 0.5)D_i$$

$$W = \frac{1}{5}(D_o)$$

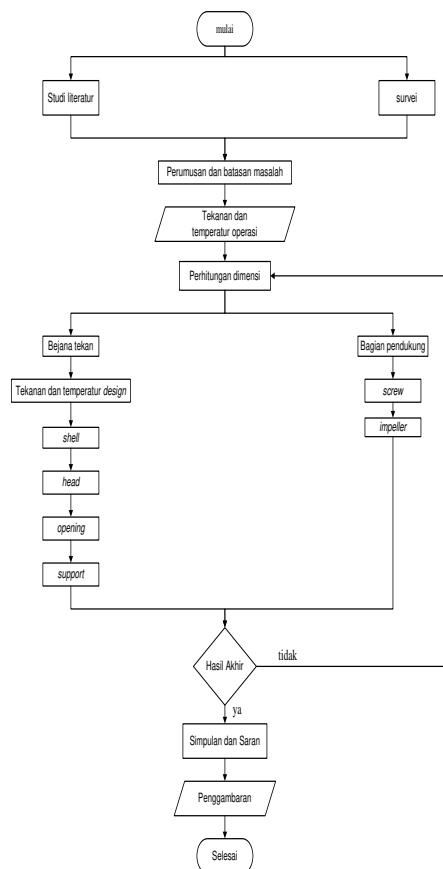
$$D_d = \frac{2}{5}(D_o)$$

$$L = \frac{1}{4}(D_o)$$

Gambar 2.2 Impeller Dimension

2.2 Alur Perancangan

Alur perancangan merupakan langkah-langkah dalam melakukan perancangan. Alur perancangan dapat dilihat pada gambar (2.3).



Gambar 2.3 Alur perancangan

Tekanan desain merupakan tekanan yang digunakan dalam desain bejana pada kondisi yang paling parah saat tekanan dan temperatur beroperasi secara normal. Tekanan operasi merupakan tekanan yang dimana tekanan beroperasi secara normal. Untuk mencari tekanan desain dapat menggunakan persamaan (2.20).^[4]

$$P_d = P_o + (0.1)P_o \quad (2.20)$$

Temperatur operasi merupakan temperatur yang akan dipertahankan pada bagian bejana untuk operasi tertentu. Temperatur desain merupakan temperatur maksimal yang diperbolehkan dalam desain bejana. Temperatur desain dapat ditentukan dengan persamaan (2.21).^[4]

$$T_d = T_o + 50^o \quad (2.21)$$

Pencarian dimensi *shell* dapat menggunakan persamaan (2.9) dan (2.10).^[5]

$$F_s = \frac{P}{CSE} \quad (2.22)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V}{\pi(0.3333 + \frac{L}{D})}} \quad (2.23)$$

3. Hasil

Dari penelitian ini diperoleh data sebagai berikut.

Table 3.1 Dimensi Akhir

No	Bagian	Dimensi
1.	<i>Shell</i> dalam	Diameter =
		22.55 inch
		Panjang =
	30.19 inch	
	Ketebalan =	
	0.142 inch	
<i>Shell</i> luar	Diameter =	
	24.81 inch	
	Panjang =	
22.55 inch		
Ketebalan =		

		0.142 inch
2.	<i>Head</i> - 2:1 SE	Diameter = 22.55 inch Ketebalan = 0.142 inch Radius = 20.29 inch
3.	<i>Nozzle/Opening</i> - <i>Pressure gauge</i> - Pompa vakum - <i>Water level control</i> - Keluaran madu - Keluaran air - Katup - Pengisian air	Diameter = 0.75 inch Ketebalan = 0.065 inch Diameter = 1 inch Ketebalan = 0.065 inch Diameter = 1 inch Ketebalan = 0.065 inch Diameter = 0.75 inch Ketebalan = 0.109 inch Diameter = 0.75 inch Ketebalan = 0.065 inch Diameter = 0.75 inch Ketebalan = 0.065 inch Diameter = 1.5 inch Ketebalan = 0.065 inch
4.	<i>Support</i>	Diameter = 2 inch Panjang = 22.5 inch Ketebalan = 0.154 inch Jumlah = 4

		buah
5.	<i>Pengaduk</i> - <i>Screw</i> - <i>Impeller</i>	Diameter = 4 inch Jarak pitch = 3.2 inch Panjang = 22.55 inch $\theta = 22^\circ$ $D_a = 11.28$ inch $W = 2.256$ inch $D_d = 4.512$ inch $L = 2.82$ inch

4. Simpulan

- 1) Diameter *shell* bagian dalam 22.55 inch dengan ketebalan 0.142 inch dan panjang *shell* 30.19 inch. Diameter *shell* bagian luar 24.8 inch dengan ketebalan 0.142 inch dan panjang *shell* 22.55 inch. Diameter head 22.55 inch dengan ketebalan 0.142 inch dan radius 20.29 inch. *Opening* (Diameter *opening* pada *pressure gauge* 0.75 inch dengan ketebalan 0.065 inch. Diameter *opening* pada *pompa vakum* 1 inch dengan ketebalan 0.065 inch. Diameter *opening* pada *water level control* 1 inch dengan ketebalan 0.065 inch. Diameter *opening* pada keluaran madu 0.75 inch dengan ketebalan 0.065 inch. Diameter *opening* pada keluaran air 0.75 inch dengan ketebalan 0.065 inch. Diameter *opening* pada katup 0.75 inch dengan ketebalan 0.065 inch. Diameter *opening* pada pengisian air 1.5 inch dengan ketebalan 0.065 inch) dan Diameter *support* 2 inch dengan ketebalan 0.154 inch dan panjang support 22.56 inch.
- 2) Diperoleh dimensi *screw* dengan diameter 4 inch dan jarak pitch *screw*

3.2 inch dengan sudut *screw* 22°. *Impeller* diperoleh dimensi $D_a = 11.28$ inch, $W = 2.256$ inch, $D_d = 4.512$ inch dan $L = 2.82$ inch.

Daftar pustaka

- [1] Badan Standarisasi Nasional (BSN).SNI 01-3545-2004. Madu. Jakarta.
- [2] ASME Section VIII.2004.*Boiler & Pressure Vessel Code*.
- [3] Rapid, Cedar.2012.*Screw Conveyor Components & Design*. conveyor engineering & manufacturing. <http://www.conveyoreng.com> (diakses 11 desember 2014)
- [4] Bednar, Henry H.1981.*Pressure Vessel Design Handbook*.USA: Van Nostrand Reinhold Company.
- [5] Moss, Dennis R.1997.*Pressure Vessel Design Manual*.Texas: Gulf Publishing Company.