

PERANCANGAN MESIN PENEPUK RUMPUT LAUT SKALA LABORATORIUM

Encu Saefudin¹, Marsono², Wahyu³

^{1,2,3} Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional
Jl. PKH. Mustapha No. 23. Bandung, 40124

E-mail : encu@itenas.ac.id

INTISARI

*Karagenan adalah senyawa hidrokoloid yang diekstraksi dari rumput laut merah jenis *euchema cottoni*. Karagenan banyak digunakan dalam industri makanan olahan. Rumput laut yang sudah dialkalisasi (ATC) memiliki tekstur yang sangat keras dan ulet. Hal ini menjadikan ATC sangat sulit dibuat tepung. Proses penepungan ATC dilakukan dengan menggunakan mesin penepung dengan mekanisme disk mill. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang mesin penepung ATC skala laboratorium dengan menggunakan metode analitik. Mesin penepung yang dirancang adalah mesin tipe disk mill yang mampu menghasilkan tepung dengan kekasaran 0,5 – 0,6 mm, dan faktor keamanan (safety factor) > 1. Perancangan dimensi komponen utama mesin adalah dengan menggunakan perhitungan mekanika. Dari hasil perhitungan, mesin penepung yang dirancang digerakkan oleh motor listrik dengan daya 0,5 Hp, dengan dimensi total 700 mm × 285 mm × 650 mm, satu poros penggerak dengan $d_s = 20$ mm yang ditumpu dengan dua buah bantalan yaitu jenis ball bearing 6005 dan roll taper bearing 32305, transmisi sabuk puli V tipe A38, dan memiliki satu pisau gerak dan satu pisau diam dengan sudut 40 °.*

Kata Kunci : Karagenan, rumput laut, mesin penepung, dimensi komp

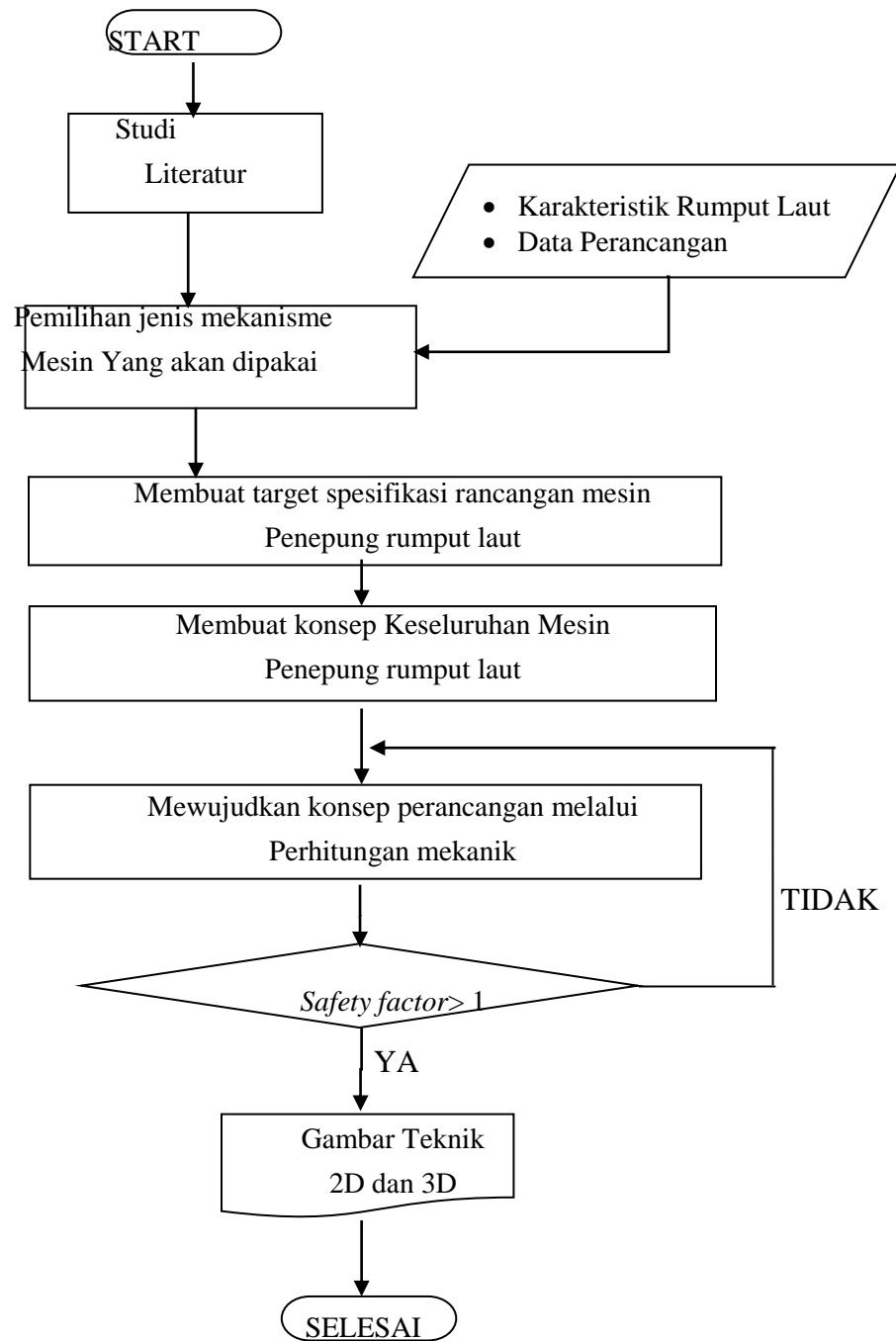
1. PENDAHULUAN

Karagenan adalah senyawa hidrokoloid yang diekstraksi dari rumput laut merah jenis *euchema cottoni*. Karagenan dapat digunakan untuk meningkatkan kesetabilan bahan pangan yang berbentuk suspensi (disperse padatan dalam cairan), emulsi (disperse gas dalam cairan). Selain itu dapat digunakan sebagai bahan penstabil karena mengandung gugus sulfat yang bermuatan negatif disepanjang rantai polimer dan bersifat hidrofilik yang dapat mengikat air atau gugus hidroksil lainnya. Karena sifatnya yang hidrofilik yang dapat mengikat air atau gugus hidroksil lainnya. Karena sifatnya yang hidrofilik maka penambahan karagenan dalam produk emulsi akan meningkatkan viskositas fase kontinu sehingga emulsi menjadi stabil.

Dalam proses pengolahan rumput laut menjadi karagenan mempunyai serangkaian langkah – langkah yang harus dilakukan, antara lain adalah proses alkalisasi dan pengeringan dengan hasil yang didapat adalah ATC (*Alkali Treated Cottoni*). ATC akan dicacah menjadi ukuran yang lebih kecil lalu dilakukan proses penepungan agar mudah diaplikasikan. Dalam penelitian ini akan dirancang mesin penepung rumput laut dengan harapan kekasaran tepung antara 0,5 – 0,6 mm.

2. METODOLOGI

Secara umum metode yang dilakukan untuk mendapatkan hasil rancangan mesin penepung rumput laut yaitu studi literature, karakteristik rumput laut dan data perancangan, jenis mekanisme mesin, Target spesifikasi mesin, Konsep keseluruhan mesin, perancangan mesin penepung menggunakan metoda analitik dan simulasi *software*, dan dokumentasi rancangan.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Rumput Laut dan Data Perancangan

3.1.1 Karakteristik Rumput Laut

Rumput laut yang dijadikan sebagai bahan baku untuk proses penepungan jenis *Eucheuma cottonii* yang telah diproses alkalisasi dengan KOH menjadi ATC (Alkali Treated Cottonii) chips dengan kadar air sekitar 10 - 15%.

3.1.2 Data Perancangan

Untuk menghasilkan tepung rumput laut (ATC) dilakukan pengujian terhadap rumput laut. Dimana pengujian ini untuk mendapatkan gaya potong minimum pada rumput laut (F_c).



Gambar 2. Pengujian Gaya Potong Rumput Laut

Dalam pengujian awal terhadap gaya potong minimum rumput laut pisau yang digunakan memiliki sudut pada sisi tajam (α) yaitu 30° pada dengan panjang pisau 100 mm. Metode yang digunakan pada pengujian menggunakan 2 metode yaitu metode statis dan metode dinamis. Hasil pengujian gaya potong minimum dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Metode Statis

Percobaan	Gaya Potong Minimum (Ft)
1	3 kg
2	5 kg
3	5 kg
4	4 kg
5	5 kg
Rata-rata	4,4 kg

Tabel 2. Metode Dinamis

Percobaan	Gaya Potong Minimum (Ft)	Kecepatan Potong (V)
1	3,6 kg	1,41 m/s
2	3,6 kg	1,282 m/s
3	3,1 kg	1,175 m/s
4	3,6 kg	1,41 m/s
5	3,1 kg	1,226 m/s
6	3,6 kg	1,282 m/s
7	4,6 kg	0,72 m/s
8	2,6 kg	0,655 m/s
9	3,6 kg	0,805 m/s
10	4,6 kg	0,51 m/s
Rata-rata	3,6 kg	1,0472 m/s

Pada dua metode pengujian yang dilakukan nilai gaya potong minimum yang paling besar didapat adalah 4,4 kg, pada metode pemotongan statis. sehingga nilai ini yang digunakan pada proses perancangan selanjutnya.

3.2 Jenis Mekanisme Mesin

Variasi mesin pada penelitian ini diantaranya mesin penepung mekanisme *hammer mill* dan *disk mill*, dimana setiap mekanisme memiliki prinsip kerja yang berbeda.

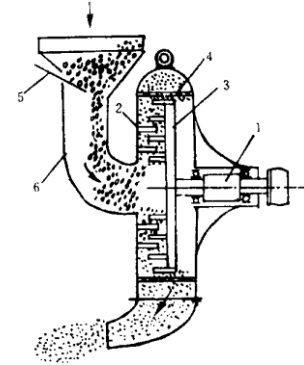
3.2.1 Hammer Mill

Prinsip kerja mesin ini yaitu bahan baku yang telah dicacah kecil dimasukkan kedalam mesin dan bahan baku yang sudah masuk kedalam mesin lalu dihaluskan menjadi tepung menggunakan prinsip hantaman atau tumbukan oleh pisau dinamik yang digerakan oleh puli yang dihubungkan dengan motor listrik. Lalu bahan baku akan keluar melalui saringan.



Gambar 3. Hammer mill

(<http://www.budimukti.com>)



Gambar 4. Disk mill

(<http://www.fao.org>)

3.2.1 Disk Mill

Prinsip kerja mesin ini yaitu bahan baku yang telah dicacah kecil dimasukkan kedalam mesin dan bahan baku yang sudah masuk kedalam mesin lalu dihaluskan menjadi tepung menggunakan prinsip gesekan antara pisau dinamik dan pisau static. Mesin ini terdiri dari motor listrik yang dihubungkan ke puli dan menggerakan poros penggerak yang kemudian menggerakan pisau sehingga dapat menghaluskan bahan baku, lalu hasil bahan baku yang telah dihaluskan keluar melalui saringan.

3.3 Target Spesifikasi Rancangan

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan terhadap nilai dari masing – masing spesifikasi teknis, dimana target spesifikasi teknis mesin yang akan dicapai :

Tabel 3. Daftar target spesifikasi teknis yang akan dicapai

No	Spesifikasi Teknis	Target
1	Kapasitas	Skala lab
2	Faktor Keamanan	Lebih dari 1
3	Daya Motor	0,5 Hp
4	Dimensi minimum	(600x300x500)mm
5	Ransmisi penggerak	Transmisi sabuk
6	Ukuran rumput laut	0,5 mm

3.3 Perancangan Keseluruhan Komponen Mesin

Dalam perancangan keseluruhan komponen mesin penepung rumput laut, digunakan berbagai persamaan sebagai berikut.

3.3.1 Massa Minimum Pisau

Gaya potong pada pisau berupa gaya tangensial dimana gaya tangensial ini sama dengan gaya potong minimum pisau, maka massa minimum pisau agar dapat menghantarkan gaya potong adalah :

$$m = \frac{F_t \cdot r_o}{\left[\frac{3}{10} r_o^2 \right] \cdot \frac{(2\pi n \cdot r_o)^2}{r_o}} \quad (1)$$

Dimana :

F_t = Gaya potong minimum (N).

r_o = Jari – jari luar rotor (m).

n = Putaran Rotor (rpm).

3.3.2 Torsi pada Pisau

Untuk menentukan daya minimum motor listrik dibutuhkan torsi pada pisau, dimana persamaan torsi pada pisau :

$$T = \left(\frac{3}{10} m \cdot r_o^2 \right) \frac{(\omega \cdot \bar{r})^2}{\bar{r}} \quad (2)$$

Dimana :

r_o = Jari – jari luar pisau (m).

\bar{r} = Jari – jari rata – rata pisau(m).

T = Torsi (N.m).

3.3.3 Daya Motor

Daya motor adalah daya minimum yang dibutuhkan oleh motor listrik agar dapat mentransmisikan torsi dan gaya potong minimum pisau. Maka persamaan untuk mencari daya minimum motor :

$$N = \frac{T \cdot n}{k} \quad (3)$$

Dimana :

N = Daya motor (Watt).

T = Torsi pisau (N.m).

n = Putaran pisau (rpm).

k = Konstanta.

3.3.4 Transmisi Sabuk Puli

Untuk mentransmisikan putaran motor ke pisau, digunakan sabuk V dan puli. Pada perencanaan sabuk V, jarak antar poros C adalah :

$$C = 0,25 \left\{ \left[L - \frac{\pi}{2} (d + D) \right] + \sqrt{\left[L - \frac{\pi}{2} (d + D) \right]^2 - 2(D - d)^2} \right\} \quad (4)$$

Dimana : L = Panjang keliling sabuk (inch).

D = Diameter puli besar (inch).

d = Diameter puli kecil (inch).

Sedangkan keliling sabuk dibutuhkan untuk menentukan nomor sabuk. Dimana persamaannya adalah :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (d + D) + \frac{(D-d)^2}{4C} \quad (5)$$

Dimana : L = Panjang keliling sabuk (inch).

D = Diameter puli besar (inch).

d = Diameter puli kecil (inch).

C = Jarak antar titik pusat poros (inch).

Untuk kecepatan linear sabuk :

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \times 1000} \quad (6)$$

Dimana :

V = Kecepatan linear sabuk (ft/m).

D = Diameter puli penggerak (ft).

N = putaran motor listrik (rpm).

Gaya sentrifugal pada sabuk :

$$P_c = K_c \left(\frac{V}{1000} \right)^2 \quad (7)$$

Dimana : P_c = Gaya sentrifugal sabuk (lbf).

K_c = konstanta gaya sentrifugal.

V = Kecepatan linear sabuk (ft/min).

Maka, gaya tarik pada sisi kancang (P_1)

$$P_1 = P_c + \frac{\Delta P \cdot e^{f\phi}}{e^{f\phi} - 1} \quad (8)$$

Dimana : P_1 = Gaya tarik pada sisi kancang (lbf).

ΔP = Gaya yang ditransmisikan persatu sabuk (lbf).

f = Konstanta gesek.

P_c = Gaya sentrifugal (lbf).

ϕ = Sudut kontak puli (rad).

Sehingga, gaya tarik pada sisi kendur (P_2)

$$P_2 = P_1 - \Delta P \quad (9)$$

3.3.5 Diameter Minimum Poros

Perhitungan diameter poros yang digunakan pada mesin penepung rumput laut, dihitung dengan persamaan :

$$d_s = \left[\left(\frac{5,1}{\tau_a} \right) \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (10)$$

Dimana : d_s = diameter minimum poros (mm).

τ_a = Tegangan ijin bahan (kg/mm^2)

M = Momen lentur maksimum (kg.mm).

T = Momen puntir (kg.mm).

3.3.6 Defleksi Puntir Poros

$$\theta = \frac{T \cdot L}{G \cdot J} \quad (11)$$

Dimana : θ = Sudut Puntir ($^\circ$)

T = Momen puntir (N.m).

L = Panjang segmen (m).

G = Modulus geser (N/m^2)

J = Momen inersia polar (N/m^2).

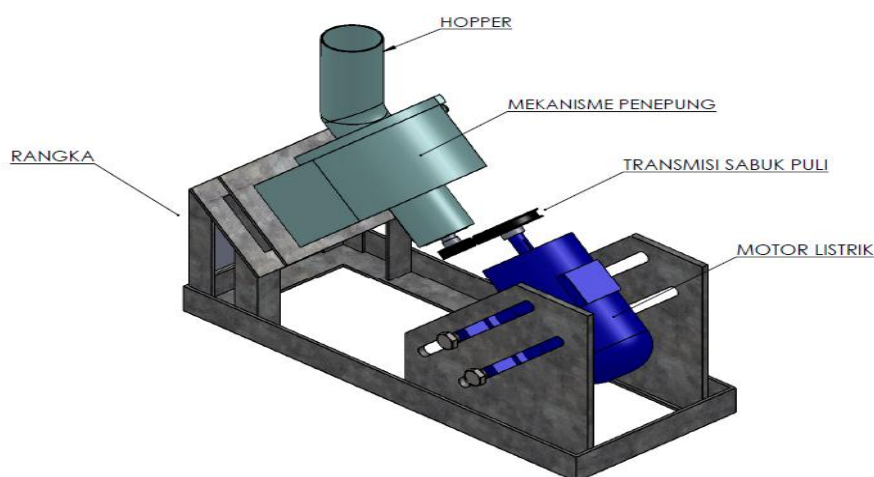
4. KESIMPULAN

1. Hasil rancangan mesin penepung rumput laut, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil rancangan mesin penepung rumput laut

Percobaan	Gaya Potong Minimum (Ft)
Daya motor penggerak	0,5 Hp
Dimensi total (p x l x t)	700mm x 285 mm x 650 mm
Massa total	60 kg
Pisau	
Jumlah Pisau	Total 2 Pisau
	Pisau diam 1 pcs
	Pisau gerak 1 pcs
Material Pisau	Plain Carbon Steel
Tranmisi Sabuk Puli	
Diameter Puli	Ø 6 inch Puli penggerak
	Ø 3 inch Puli yang digerakan
Tipe Sabuk	A – 38
Poros	
	Ø 20 mm Poros pisau gerak
Diameter Poros	Ø 22 mm Poros puli yang digerakan
	Ø 25 mm bantalan
Material Poros	S35C atau AISI 1035 (52 kg/mm ²)
Pasak	
	Puli 6 mm x 6 mm x 33 mm
Dimensi Pasak (bxtxl)	Pisau Gerak 5 mm x 5 mm x 20 mm
Material Pasak	ST 60 (60 kg/mm ²)
Bantalan	

2. Wujud secara visual dari mesin penepung rumput laut, seperti yang diperlihatkan pada gambar 5.



Gambar 5. Wujud Visual Mesin

3. Hasil penepungan rumput laut belum memenuhi harapan karena ukuran serbuk rumput laut 1 mm – 10 mm

DAFTAR PUSTAKA

- Budynas & Nisbett. 2006. *Shigley Mechanical Engineering*, McGraw-Hill, USA.
- Sularso & Kyokatsu Suga. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Pradya Paramita, Jakarta.
- Pengolahan Rumput Laut. Tersedia di : <http://www.jasuda.net/litbangdtl.php?ID=150>, diakses pada 15 Februari 2016.
- Septian. 2016. Pembuatan Mesin Pencacah Rumput Laut., *Tugas Akhir*, Program Strata 1 Teknik Mesin, Institut Teknologi Nasional, Bandung.