

## RANCANG BANGUN MESIN PENCUCI RUMPUT LAUT TIPE HYBRID KAPASITAS 30 KILOGRAM PER PROSES

Dhimas Satria<sup>1\*</sup>, Ririn Irnawati<sup>2</sup>, Sirajuddin<sup>3</sup>, Sakinah Haryati<sup>4</sup>, Adi Susanto<sup>5</sup>, Imron Rosyadi<sup>6</sup>,  
Ridho Dwimansyah<sup>7</sup>

<sup>1,6,7</sup>Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jendral Sudirman km 03, Cilegon, Banten, Indonesia

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Jendral Sudirman km 03, Cilegon, Banten, Indonesia

<sup>4,5,6</sup>Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jl. Raya Jakarta km.4, Pakupatan, Serang, Banten, Indonesia

\*E-mail: dhimas@untirta.ac.id

### Abstrak

*Pengolahan rumput laut di Indonesia, khususnya di desa Lontar Kabupaten Serang masih menggunakan cara manual dan tradisional. Hasil yang dijual pun masih dalam bentuk raw material sehingga belum ada nilai tambah (added value) dari usaha budidaya yang dilakukan. Selain itu, proses pengolahan secara manual menghabiskan waktu dan energi yang besar sehingga kontinuitas olahan tidak dapat dipastikan. Oleh karena itu, diperlukan teknologi modern untuk pengolahan rumput laut. Penelitian ini membuat mesin pencuci rumput laut untuk proses awal pengolahan rumput laut yaitu pencucian. Metodologi penelitian yang dipakai adalah metode perancangan Pahl and Beitz dengan Quality Function Development (QFD). Hasil penelitian adalah mesin pencuci rumput laut yang sumber energinya berasal dari sinar matahari, listrik PLN, dan tenaga manusia. Tabung pencuci berdiameter 500 mm dan panjang 1000 mm dengan poros bersudu yang digerakkan motor listrik 0,5 HP atau handle penggerak manual. Panel surya yang digunakan yaitu 100 Watt peak, Aki 12 volt 32 Ah, dan power inverter untuk mengubah arus DC menjadi AC. Untuk mengalirkan air dari sumber air ke tabung pencuci, digunakan pompa 125 watt dengan head 9 meter*

**Keywords:** rumput laut, Pahl and Beitz, Quality Function Development (QFD), Mesin pencuci rumput laut

### PENDAHULUAN

Kabupaten Serang merupakan salah satu wilayah di Provinsi Banten yang memiliki 36 desa pesisir yang tersebar di perairan Teluk Banten dan Laut Jawa. Selain sektor perikanan tangkap, budidaya laut telah menjadi sektor andalan bagi nelayan dan masyarakat pesisir di daerah ini untuk menggantungkan hidupnya. Komoditas budidaya yang dilakukan antara lain kerang hijau dan rumput laut. Luas lahan budidaya di Kabupaten Serang mencapai 5.821 ha dengan produksi di tahun 2013 mencapai 62,5 ribu ton (DKP Provinsi Banten, 2014).

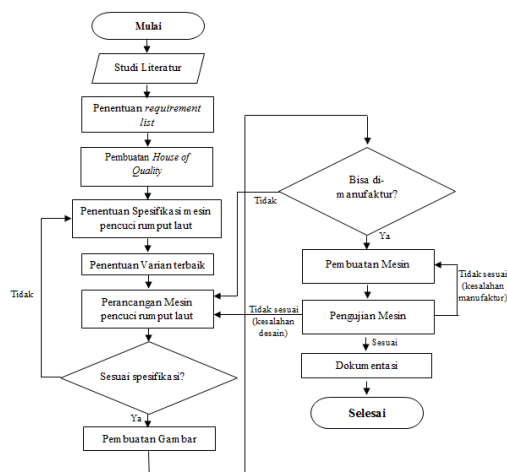
Salah satu sentra budidaya rumput laut ada di Desa Lontar. Meskipun budidaya rumput laut memberikan pendapatan yang cukup bagi nelayan di desa ini, namun karena pemasarannya dilakukan dalam bentuk *raw material*, masyarakat belum merasakan adanya nilai tambah (*added value*) dari usaha budidaya yang dilakukan. Selain itu, proses pengolahan secara manual menghabiskan waktu dan energi yang besar sehingga kontinuitas olahan tidak dapat dipastikan. Padahal ketersediaan rumput laut kering akan mengundang konsumen atau kalangan industri untuk membelinya dan mengolah kembali ke

berbagai produk yang lebih menguntungkan. Berdasarkan pada permasalahan tersebut maka diperlukan suatu inovasi untuk mengolah rumput laut hasil budidaya nelayan di Desa Lontar menjadi berbagai produk olahan turunan berkualitas yang secara otomatis akan meningkatkan nilai tambahnya dan berdampak langsung pada pendapatan masyarakat.

Oleh karena itu pada penelitian berusaha merancang alat pencuci rumput laut untuk membantu proses awal pengolahan rumput laut yaitu proses pencucian. Mesin pencuci rumput laut ini dirancang tipe *hybrid* yaitu dengan penggerak pedal manual dan energi listrik hasil dari listrik PLN dan energi alternatif. Dengan demikian, adanya alat pencuci rumput laut ini dapat mempermudah proses pencucian rumput laut yang merupakan proses awal untuk mendapatkan produk olahan turunan rumput laut yang berkualitas.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian yang dipakai adalah metode *Pahl and Beitz* dengan *QFD*, mengemukakan bahwa suatu perancangan adalah suatu proses kreatifitas tetapi jika tidak diarahkan secara sistematis maka kemungkinan untuk mengeluarkan hasil rancangan melalui proses kreatifitas tersebut akan terbatas.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

**Penentuan Requirement List**

REQUIREMENT	PENJELASAN	Demands = D Wishes = W
Fungsional	Mampu mencuci rumput laut dengan kapasitas 30 kilogram per proses	D
Rangka	Desain rangka mampu menopang beban.	D
Operasi	Pengoperasian mudah, hanya dibutuhkan satu orang operator.	W
	Tingkat kebisingan rendah	W
	Mesin dapat dipindahkan	W
Pembuatan	Biaya operasi rendah	W
	Material substitusi tersedia banyak di pasaran.	W
Keamanan	Biaya pembuatan murah	W
	Mesin tidak membahayakan operator.	D
Perawatan	Perawatan mudah.	W
Konsumsi daya	Penggunaan listrik dibawah 450 watt	D

**House of Quality**

		<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td>x</td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td>x</td><td>x</td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td></td> </tr> <tr> <td></td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td>x</td> </tr> </table>												x						x	x					x	x	x				x	x	x	x			x	x	x	x	x	
	x																																										
	x	x																																									
	x	x	x																																								
	x	x	x	x																																							
	x	x	x	x	x																																						
Satuan		kg	Watt	rpm																																							
Sasaran		30	<300	78		<30																																					
	mesin pencuci rumput laut																																										
		Pembobolan kepentingan	Kapasitas	Daya	Kecepatan putaran	Sistem kendali	Jumlah komponen																																				
Fungsional	Mencuci rumput laut	10	9	9	9	9	9																																				
Rangka	Kuat menopang beban	10	9	3	1	1	9																																				
Operasi	Mudah	5	3	9	3	9	1																																				
	Tidak bising	1	1	3	3	1	1																																				
Pembuatan	Dapat dipindahkan	5	3	1	1	1	3																																				
	Biaya rendah	5	9	9	3	3	3																																				
Keamanan	Material tersedia	5	3	1	3	3	3																																				
	Biaya murah	1	9	9	3	3	9																																				
Perawatan	Tidak membahayakan	5	1	1	9	9	1																																				
	Mudah	5	3	1	3	3	3																																				
	Skor	50	46	38	43	42																																					
	Presentase	22.94	21.10	17.43	19.27	19.27																																					
	Ranking	1	2	4	3	3																																					

**Data Spesifikasi Perencanaan**

Mesin yang akan direncanakan berdasarkan permintaan petani rumput laut adalah sebagai berikut:

- m : kapasitas rumput laut = 30 kg
- n : kecepatan putaran = 78 rpm
- Sumber energi = energi alternatif, listrik PLN, dan tenaga manusia.

**Varian Fungsi**

No.	Varian fungsi	A	B
1	Penggerak manual	Kaki	Tangan
2	Mekanisme mencuci	Tabung berputar	Poros berputar
3	Energi Alternatif	Kinetik	Matahari
4	Pemindah Daya	Pulley	Sprocket dan

**Solusi dan Subfungsi**

Pemilihan Varian Terbaik									
VARIAN-VARIAN	Daftar spesifikasi						Keputusan		
	Kompatible untuk fungsi keseluruhan								
	Memenuhi kebutuhan spesifikasi								
	Secara prinsip dapat dirwujudkan								
	Safety								
	Lebih sederhana								
	Informasi memadai								
	A	B	C	D	E	F		Keterangan	
	V1	-	+	+	!	-		?	Dimensi terlalu besar, kurang safety, efisiensi rendah
	V2	-	+	+	!	-		?	Dimensi terlalu besar dan kurang safety
V3	-	+	+	+	-	?	Dimensi terlalu besar dan efisiensi rendah		
V4	-	+	+	+	-	+	Dimensi terlalu besar		
V5	-	+	+	-	+	?	efisiensi rendah, kurang safety		
V6	-	+	+	-	+	+	Kurang safety		
V7	-	+	+	+	+	?	Efisiensi rendah		
V8	-	+	+	+	+	+			
V9	-	+	+	-	+	?	Dimensi terlalu besar dan efisiensi rendah		
V10	+	+	+	-	-	+	Dimensi terlalu besar dan kurang safety		
V11	+	+	+	+	-	?	Dimensi terlalu besar dan efisiensi rendah		
V12	+	+	+	+	-	+	Dimensi terlalu besar		
V13	+	+	+	-	+	?	Kurang safety dan efisiensi rendah		
V14	+	+	+	-	+	+	Kurang safety		
V15	+	+	+	+	+	?	Efisiensi rendah		
V16	+	+	+	+	+	+	Varian yang dipilih		

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perencanaan Tabung Pencuci**

Berdasarkan pengukuran, dalam sebuah wadah dengan volume 0,00628 m<sup>3</sup> didapat massa rumput laut 2,53 kg, campuran air dan rumput laut sebesar 7,56 kg, sehingga massa air pada volume tersebut yaitu 5,03 kg. Massa jenis campuran air dan rumput laut yaitu :

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{7,56}{0,00628} = 1203,821 \text{ kg/m}^3 \tag{1}$$

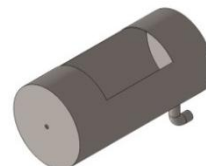
Perbandingan campuran air dan rumput laut yaitu: Rumput laut : air = 1 : 1,988

Massa campuran 30 kg rumput laut dan air :  
 m<sub>air</sub> = 30 kg x 1,988 = 59,64 kg  
 m<sub>campuran</sub> = 30 + 59,64 = 89.64 kg

Volume tabung minimal yang dibutuhkan :

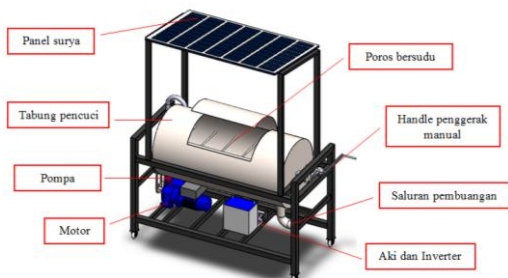
$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{89,64}{1203,821} = 0,0744 \text{ m}^3 \tag{2}$$

Tabung direncanakan berdiameter 500mm dn panjang 1000mm dengan bukaan di bagian atasnya dan saluran pembuangan di bagian bawah dengan bentuk sebagai berikut.

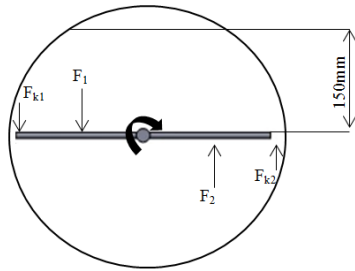


$$V_{\text{tabung}} = \pi r^2 t = \pi (0,25\text{m})^2 (1\text{m}) = 0,1962 \text{ m}^3 \tag{3}$$

**Desain Rancangan**



**Torsi yang Dibutuhkan**



Luas rumput laut diasumsikan 30% dari luas  $A_1$  atau  $A_2$

$$F_1 = F_2 = \rho g h (30\% A_1) \quad (4)$$

$$= (1000 \text{ kg/m}^3) (9,81 \text{ m/s}^2) (0,15 \text{ m}) (0,3 \times 0,25 \text{ m} \times 1 \text{ m}) = 110,36 \text{ N}$$

Gaya gesek rumput laut dengan dinding tabung, yaitu gaya sentrifugal 2 kg rumput laut (asumsi) dikalikan dengan koefisien geseknya.

$$F_{k1} = F_{k2} = F_s \cdot \mu = m \frac{v^2}{r} \mu \quad (5)$$

$$= 2 \left( \frac{2 \pi n r}{60} \right)^2 \cdot 0,05$$

$$= 2 \left( \frac{2 \pi 78 \times 0,23}{60} \right)^2 \cdot 0,05 = 1,53 \text{ N}$$

Kebutuhan Torsi :

$$T = (F_{k1} \times 0,23) + (F_{s1} \times 0,165) + (F_{k2} \times 0,23) + (F_{s2} \times 0,165) \quad (6)$$

$$= (1,53 \times 0,23) + (110,36 \times 0,165) + (1,53 \times 0,23) + (110,36 \times 0,165)$$

$$= 37,12 \text{ Nm}$$

#### Perhitungan Daya dan Torsi Motor

Daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan poros dengan kecepatan 78 rpm adalah :

$$P = \frac{2 T \pi n}{60} \quad (6)$$

$$= \frac{2 (37,12 \text{ Nm}) \pi (78 \text{ rpm})}{60} = 303,07 \text{ Watt}$$

Daya rencana :

$$P_d = f_c \times P \quad (7)$$

$$= 1,2 \times 303,07 = 363,68 \text{ Watt} = 0,488 \text{ HP}$$

Maka dipilih motor 0,5 HP yang tersedia di pasaran.

Torsi motor :

$$T_{\text{motor}} = \frac{P \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot n} \quad (8)$$

$$= \frac{(372,85 \text{ Watt}) \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 1380 \text{ rpm}} = 2,58 \text{ Nm}$$

#### Perhitungan Rasio Putaran

Diketahui putaran motor 1380 rpm, sedangkan dikehendaki putaran pada poros pengaduk 78 rpm, maka rasio putaran dapat dihitung dengan:

$$\frac{1380 \text{ rpm}}{78 \text{ rpm}} = \frac{r}{1}$$

$$r = \frac{1380 \text{ rpm}}{78 \text{ rpm}} \cdot 1 = 17,69$$

Perbandingan tersebut tidak bisa didapatkan hanya dengan rasio sprocket saja, maka dipilihlah gearbox reducer sebagai komponen tambahannya. Namun di pasaran tidak terdapat gearbox 17,69:1, maka dipilih rasio 20:1 yang paling mendekati 17,69:1. Sehingga putaran output gearbox:

$$\frac{1380 \text{ rpm}}{n} = \frac{20}{1}$$

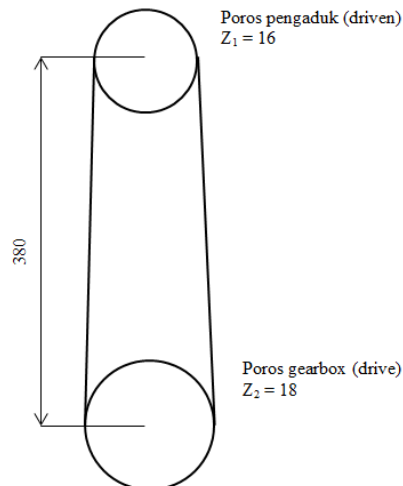
$$n = \frac{1380 \text{ rpm}}{20} \cdot 1 = 69 \text{ rpm}$$

#### Sprocket dan Rantai

Putaran akhir yang diinginkan yaitu 78 rpm, sehingga harus dicari rasio sprocket antara poros pengaduk dengan poros gearbox. Sprocket 16 gigi ditempatkan di poros output, maka dicari jumlah gigi di poros gearbox.

$$\frac{78 \text{ rpm}}{69 \text{ rpm}} = \frac{z}{16 \text{ rpm}}$$

$$Z = \frac{78 \text{ rpm}}{69 \text{ rpm}} \cdot 16 = 18$$



Torsi di poros pengaduk

$$T_1 = T_{\text{motor}} \cdot r_{\text{total}} = 2,58 \times 17,69 = 45,640 \text{ Nm}$$

Dari spesifikasi rantai dan pengukuran diperoleh data sebagai berikut.

Pitch,  $p = 12,5 \text{ mm}$   
 Beban Patah,  $WB = 850 \text{ kgf} = 8,34 \text{ kN}$

Diameter lingkaran pitch pada pinion  
 $d_1 = p \operatorname{cosec} \left( \frac{180}{z_1} \right)$  (9)

$$d_1 = 12 \operatorname{cosec} \left( \frac{180}{16} \right) = 61,51 \text{ mm} = 0,06151 \text{ m}$$

Kecepatan linier pitch pinion  
 $v_1 = \frac{\pi d_1 N_1}{60}$  (10)

$$v_1 = \frac{\pi (0,06151) (78 \text{rpm})}{60} = 0,251 \text{ m/s}$$

Beban rantai  
 $W = \frac{P}{v_1}$  (11)  
 $W = \frac{0,3725 \text{ kW}}{0,251 \text{ m/s}} = 1,486 \text{ kN}$

Faktor Keamanan  
 $SF = \frac{W_B}{W}$  (12)  
 $SF = \frac{8,34}{1,486} = 5,61$

Jumlah link rantai  
 $K = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{2x}{p} + \left[ \frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right] \frac{p}{x}$  (13)  
 $K = \frac{16 + 18}{2} + \frac{2(380)}{12,5} + \left[ \frac{18 - 16}{2\pi} \right] \frac{12,5}{380}$   
 $K = 17 + 60,8 + 0,0104 = 77,81 \approx 78$

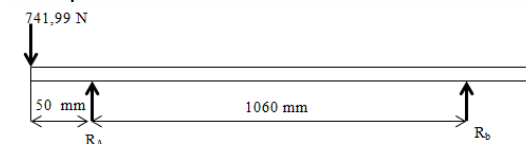
Panjang rantai  
 $L = K \cdot p$  (14)  
 $L = 78 \cdot 12,5 = 975 \text{ mm}$

**Perencanaan Poros**

Poros akan mentransmisikan daya 372,5 Watt dengan kecepatan putaran 78 rpm. Terjadi beban lentur pada poros akibat gaya tarik rantai oleh motor. Torsi di poros yaitu 45,640 Nm.

Gaya Tarik:  
 $F = \frac{T}{r}$  (15)  
 $F = \frac{45,640}{0,0151} = 741,99 \text{ N}$

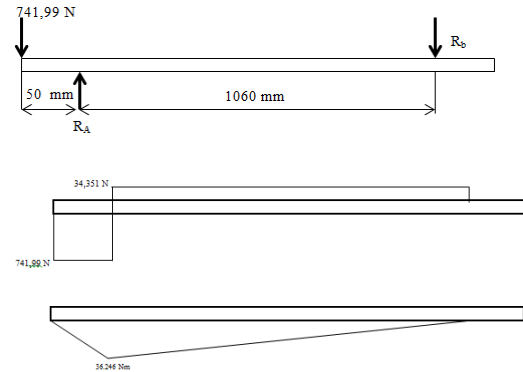
DBB poros



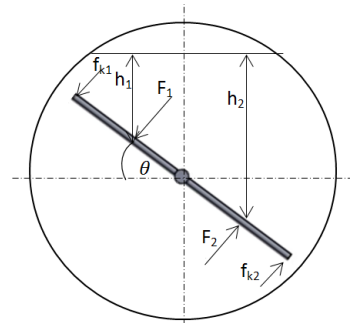
$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_A = -(741,99 \text{ N} \times 50 \text{ mm}) - (R_B \times 1080 \text{ mm})$$

$R_B = -34,351 \text{ N}$  (arah  $R_B$  terbalik)  
 $\sum F_y = 0$   
 $\sum F_y = 741,99 - R_A + R_B$   
 $R_A = 741,99 \text{ N} + 34,351 \text{ N} = 776,341 \text{ N}$



$M_1 = 36,246 \text{ Nm}$



**Tabel 1.** Penentuan gaya terbesar

$\theta$	$h_1$ (m)	$F_1$ (N)	$h_2$ (m)	$F_2$ (N)	$F_2 - F_1$
15	0.120	88.466	0.179	132.258	43.791
30	0.0925	68.056	0.207	152.668	84.611
45	0.0686	50.53	0.231	170.193	119.662
60	0.0504	37.089	0.249	183.635	146.546
75	0.075	45.984	0.261	192.531	146.546
90	0.075	36.7875	0.265	194.973	158.186

Untuk menghitung momen lentur diambil selisih gaya  $F_1$  dan  $F_2$  yang terbesar yaitu sudut  $90^\circ$ .

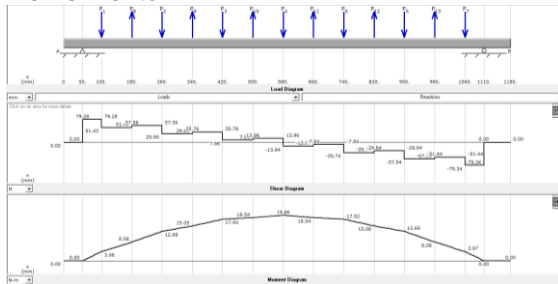
$$f_{k1} = f_{k2} = f_k = 1,53 \text{ N}$$

Gaya  $F_1 + f_k$  terbagi ke 6 sudu dan Gaya  $F_2 + f_k$  terbagi ke 7 sudu

$$\frac{F_1 + f_k}{6} = P_8 = P_9 = P_{10} = P_{11} = P_{12} = P_{13} = \frac{36,7875 + 1,53}{6} = 6,13 \text{ N}$$

$$\frac{F_2 + f_k}{7} = P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = P_6 = P_7 = \frac{194.973 + 1,53}{7} = 27,85 \text{ N}$$

Dengan menggunakan software simulasi, didapat DBB, diagram gaya geser & diagram momen lentur



$$M_2 = 19,66 \text{ Nm}$$

$$M = \sqrt{M_1^2 + M_2^2} = \sqrt{36,246^2 + 19,66^2} = 41,23 \text{ Nm}$$

**Dimensi Poros**

Poros mengalami beban puntir dan beban lentur yang berkontak langsung dengan air, maka dibutuhkan material yang tahan terhadap korosi, sehingga dipilih material *stainless steel 316* dengan Kekuatan tarik  $\sigma_T = 579 \text{ MPa}$ , Tegangan geser adalah 18% dari kekuatan tarik.

$$\tau = 18 \% \times 579 \text{ MPa} = 104,22 \text{ MPa}$$

Dalam perancangan poros ini, digunakan safety factor sebesar 5.

$$\tau_{ijin} = \frac{\tau}{SF} = \frac{104,22}{6} = 20,844 \text{ MPa}$$

Momen lentur

$$M = 41,23 \text{ Nm}$$

Torsi Ekuivalen

$$T_e = \sqrt{T^2 + M^2} \tag{16}$$

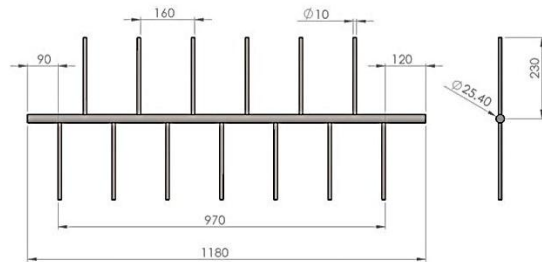
$$T_e = \sqrt{45.640^2 + 41,23^2} = 58.305,414 \text{ Nmm}$$

Diameter poros:

$$d^3 = \frac{T_e \cdot 16}{\pi \cdot \tau_{ijin}} \tag{17}$$

$$d^3 = \frac{58.305,414 \text{ Nmm} \cdot 16}{\pi \cdot 20,844 \text{ MPa}} = 24,246 \text{ mm}$$

Karena ketersediaan di pasaran ukuran 1 inchi = 25,4 mm, maka digunakan ukuran tersebut sebagai poros. Bentuk dan dimensi poros adalah sebagai berikut.



**Perhitungan Bantalan**

Untuk perhitungan dipilih reaksi pada tumpuan terbesar yaitu Ra sebesar 776,341 N. Dengan ditetapkan diameter poros sebesar 25,4 mm, maka dipilih bantalan dengan model *pillow block* YAT 205-100, dengan data :

C = Basic Dynamic Load Rating = 14 kN

P = Equivalent Radial Load = Rb = 0,776341 kN

Umur bantalan dapat diketahui dengan perhitungan :

$$L = \frac{1000000}{60 \cdot n} \left( \frac{C}{P} \right)^3 \tag{18}$$

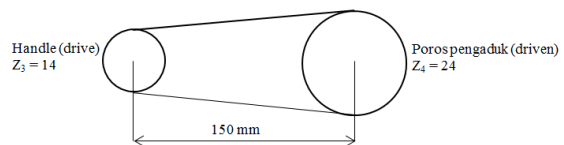
$$L = \frac{1000000}{60 \cdot 78} \left( \frac{14}{0,776341} \right)^3 = 1.337.189 \text{ jam}$$

1 kali proses pencucian = 5 menit

$$\frac{1.337.189 \text{ jam}}{\left( \frac{5}{60} \text{ jam/proses} \right)} = 16.046.268 \text{ proses pencucian}$$

**Perancangan Pengaduk Manual**

Mekanisme pengaduk manual menggunakan transmisi sprocket dan rantai.



Poros pengaduk membutuhkan putaran 78 rpm, maka handle harus diputar dengan putaran:

$$\frac{Z_4}{Z_3} = \frac{N_3}{N_4} \tag{19}$$

$$N_3 = \frac{Z_4}{Z_3} \cdot N_4 = \frac{24}{14} \cdot 78 \text{ rpm} = 134 \text{ rpm}$$

Perhitungan rantai

$$P = 363,68 \text{ Watt}; N_3 = 134 \text{ rpm}; N_4 = 78 \text{ rpm}; Z_3 = 14; Z_4 = 24$$

Untuk kecepatan pinion (*sprocket* kecil) 134 rpm dan daya 0,373 kW, maka digunakan rantai tipe 08 B.

Data untuk rantai tipe 08 B adalah sebagai berikut:

Pitch,  $p = 12,70 \text{ mm}$ ; Beban Patah,  $W_B = 17,8 \text{ kN}$ ; Diameter lingkaran pitch pada pinion  $d_1 = p \operatorname{cosec} \left( \frac{180}{z_1} \right) = 12,70 \operatorname{cosec} \left( \frac{180}{24} \right) = 98 \text{ mm} = 0,098 \text{ m}$

Kecepatan linier pitch pinion

$$V_1 = \frac{\pi d_1 N_1}{60} = \frac{\pi (0,098) (134 \text{ rpm})}{60} = 0,687 \text{ m/s}$$

Beban rantai

$$W = \frac{P}{v_1} = \frac{0,36368 \text{ kW}}{0,687 \text{ m/s}} = 0,529 \text{ kN}$$

Faktor Keamanan

$$SF = \frac{W_B}{W} = \frac{17,8}{0,529} = 33,65$$

Jumlah link rantai

$$K = \frac{z_3 + z_4}{2} + \frac{2x}{p} + \left[ \frac{z_4 - z_3}{2\pi} \right] \frac{p}{x} = \frac{14 + 24}{2} + \frac{2(150)}{12,70} + \left[ \frac{24 - 16}{2\pi} \right] \frac{12,70}{150} = 19 + 23,622 + 0,135 = 42,757 \approx 44$$

Panjang rantai

$$L = K \cdot p = 44 \cdot 12,70 = 558,8 \text{ mm}$$

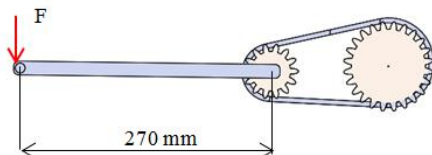
Torsi handle yang diperlukan untuk menggerakkan poros pengaduk :

$$\frac{z_3}{z_4} = \frac{T_3}{T_4}; T_3 = \frac{z_3}{z_4} \cdot T_4 = \frac{14}{24} \cdot 36,68 \text{ Nm} = 21,39 \text{ Nm}$$

Gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan handle:

$$F = \frac{T}{l} \tag{20}$$

$$F = \frac{21,39 \text{ Nm}}{0,27 \text{ m}} = 79,25 \text{ N}$$

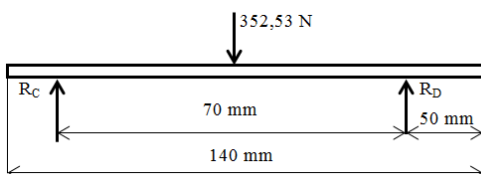


**Perencanaan Poros Handle**

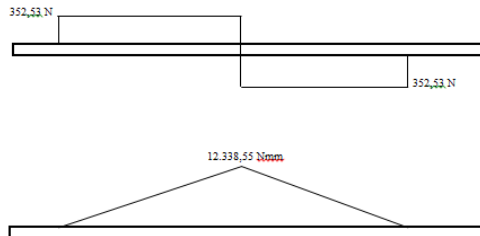
Poros mengalami beban puntir dan beban lentur akibat gaya tarik rantai.

Gaya Tarik

$$F = \frac{T}{r} = \frac{21,39}{0,098} = 352,53 \text{ N}$$



$$R_C = R_D = \frac{352,53}{2} = 176,265 \text{ N}$$



Poros menggunakan material besi dengan kekuatan tarik  $\sigma_T = 862 \text{ MPa}$ , Tegangan geser adalah 18% dari kekuatan.

$$\tau = 18 \% \times 862 \text{ MPa} = 155,16 \text{ MPa}$$

Dalam perencanaan poros ini, digunakan safety factor sebesar 5.

$$\tau_{ijin} = \frac{\tau}{SF} = \frac{155,16}{5} = 31,02 \text{ MPa}$$

Momen lentur

$$M = F \cdot L = 352,53 \text{ N} \cdot 35 \text{ mm} = 12.338,55 \text{ Nmm}$$

Torsi Ekuivalen

$$T_e = \sqrt{T^2 + M^2} = \sqrt{19.742^2 + 12.388,55^2}$$

$$T_e = 23.307,14 \text{ Nmm}$$

Diameter poros:

$$d^3 = \frac{T_e \cdot 16}{\pi \cdot \tau_{ijin}} = \frac{23.307,14 \text{ Nmm} \cdot 16}{\pi \cdot 31,02 \text{ MPa}}$$

$$d = 15 \text{ mm}$$



**Perhitungan Bantalan**

Untuk perhitungan dipilih reaksi pada tumpuan terbesar yaitu sebesar 176,265 N. Dengan ditetapkan diameter poros sebesar 15 mm, maka dipilih bantalan dengan model pillow block YAR 203/12-2F, dengan data :

C = Basic Dynamic Load Rating = 9,56 kN

P = Equivalent Radial Load =  $R_b = 0,176265 \text{ kN}$

Umur bantalan dapat diketahui dengan perhitungan :

$$L = \frac{1000000}{60.n} \left(\frac{C}{P}\right)^3 = \frac{1000000}{60.134} \left(\frac{9,56}{0,176265}\right)^3 = \frac{217,92}{60\%} = 363,2 \text{ Wh};$$

19.843.550,11 jam

1 kali proses pencucian = 5 menit

$$\frac{19.843.550,11 \text{ jam}}{\left(\frac{5}{60} \text{ jam/proses}\right)} = 238.122.601 \text{ proses pencucian}$$

### Perhitungan Pompa

Untuk mengalirkan air dari sumber air ke tabung pencuci, digunakan pompa dengan daya terkecil yang tersedia di pasaran yaitu pompa 125 Watt. Massa air maksimal yang dibutuhkan untuk satu kali proses pencucian yaitu 59,64 kg.

Jadi, volume air yang dibutuhkan untuk satu kali proses pencucian yaitu :

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (21)$$

$$V = \frac{59,64 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0,05964 \text{ m}^3 = 59,64 \text{ liter}$$

Debit pompa sesuai spesifikasi adalah 10 sampai 24 liter per menit. Digunakan performa terendah pompa yaitu 10 liter per menit untuk menghitung waktu yang dibutuhkan pompa untuk mengisi air 59,64 liter ke dalam tabung pencuci:

$$t = \frac{v}{Q} \quad (22)$$

$$t = \frac{59,64 \text{ l}}{10 \text{ l/menit}} = 5,964 \text{ menit} \approx 6 \text{ menit}$$

### Perhitungan Sistem Energi Alternatif (Matahari)

Mesin pencuci rumput laut digunakan maksimal 5 kali dalam sehari dengan waktu 5 menit setiap proses pencuciannya.

Kebutuhan Konsumsi Listrik;

$$\text{Motor} = @373 \text{ Watt} \times \frac{25}{60} \text{ jam} = 155,42 \text{ Wh}$$

$$\text{Pompa} = @125 \text{ Watt} \times \frac{30}{60} \text{ jam} = 62,5 \text{ Wh}$$

Total Konsumsi = Konsumsi motor + konsumsi pompa = 155,42 Wh + 62,5 Wh = 217,92 Wh.

Jumlah panel surya yang dibutuhkan (panel 100WattPeak, satu hari 4 jam panas).

$$\text{Kebutuhan panel surya} = \frac{217,92 \text{ Wh}}{100 \text{ Watt} \times 4 \text{ h}} = 0,55 \approx 1 \text{ panel surya.}$$

Kapasitas Accu yang dibutuhkan (Accu hanya digunakan 60% untuk pemenuhan kebutuhan listrik per hari).

Accu yang digunakan adalah 12 volt, sehingga arus accu yang dibutuhkan adalah:

$$i = \frac{363,2 \text{ Wh}}{12 \text{ Volt}} = 30,3 \text{ Ah};$$

Accu yang tersedia di pasaran adalah 32 Ah, maka dipilih Accu 12 Volt 32Ah.

### Pengujian Mesin Pencuci Rumput Laut

No	Pengujian	Hasil
1	Sistem energi alternatif (matahari)	bekerja
2	Durasi pencucian	<5 menit
3	Pengisian air	4'17"
4	Kekuatan rangka menopang beban	Kuat

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan perhitungan yang telah dilakukan dalam proses merancang mesin pencuci rumput laut tipe hybrid kapasitas 30 kg per proses dengan tiga sumber energi yaitu tenaga manusia, matahari, dan listrik PLN, maka dapat disimpulkan beberapa data sebagai berikut:

Ukuran General = 1425 x 660 x 1690 mm (panjang x lebar x tinggi).

Ukuran tabung =  $\varnothing$  500 mm, panjang 1000 mm, ketebalan 1 mm, Material *stainless steel* 316.

Poros =  $\varnothing$  25,4 mm, Panjang 1180 mm 13 sudu dengan panjang 230 mm, Material *stainless steel* 316, Bantalan pillow block YAT 205-100.

Motor = 0,5 HP, Putaran 1380 rpm.

Pemindah daya = Gearbox reducer 1:20, Rantai 78 link panjang 975mm, Sprocket 16 dan 18 gigi.

Pompa = 125 Watt, Head 9 meter.

Penggerak manual = Poros  $\varnothing$  15mm, panjang 165mm, Bantalan *pillow block* YAR 203/12-2F, Panjang handle 270mm, Rantai 08B 43 link panjang 546,1 mm, sprocket 14 dan 24 gigi.

Energi alternatif = 1 panel surya 100 Watt Peak, *Solar charge controller*, Accu 12 volt 32 Ah, Power Inverter.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hasan, Hasnawiya, 2012, *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi*. Makassar : Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTEK) Volume 10, Nomor 2.
- [2] Khurmi, R.S., and Gupta, J.K., 2004, *A Textbook of Machine Design*. S.I. Units.



Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd. New Delhi.

- [3] Khurmi, R.S., 2001, *Strenght Of Materials*. S. Chand & Company Ltd., New Delhi.
- [4] Suparmi dan Sahri, 2009, *Mengenal Potensi Rumput Laut : Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut Dari Aspek Industri Dan Kesehatan*. Semarang: Sultan Agung Vol XLIV No.118.