

# Rancang Bangun Mesin *Automatic Seaweed Washing* Kapasitas 25 Kilogram per Proses

Muhammad Habib Abdu Kafi<sup>1</sup>, Ali Imron<sup>2</sup>, Fipka Bisono<sup>3</sup>

*Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia*<sup>1,3</sup>  
*Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal, Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia*<sup>2</sup>  
*Teknik Desain dan Manufaktur, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia*<sup>3</sup>  
Email: habibkafi.hk@gmail.com<sup>1</sup>

---

**Abstract** – *Seaweed is one of the common natural resources in Indonesia. But the seaweed processing in the society still ineffective because some of the washing process are still using manual process, and the expensive price of seaweed washing machine becoming the reason of the people using manual process. To increase and maximizing production output of the seaweed a seaweed washing machine is used to make the process easier and improving value for processing or selling. Methods that the writer's use to designing seaweed washing machine is Ulrich method through choosing few design concepts, computer aided design (CAD) for design drawing making, fabrication, machine components assembly and trials to determine production output from seaweed washing machine which is 25 kgs per process. Based on planning and design result there are seaweed washing machine with main dimensions 1470 mm x 537 mm x 950 mm. Next for the trial resulting in 25 kgs output of gracilaria seaweed and water in 1 washing for 5 minutes. Seaweed wholeness condition assumed 90% with good condition and solids that dissolved in water after the first and second washing process are less than 1000 mg/L which is 465 mg/L.*

---

**Keyword:** *seaweed, seaweed processing, seaweed washing process, seaweed washing machine*

---

## Nomenclature

- $\rho$  = massa jenis (kg/m<sup>3</sup>)  
 $\mu$  = koefisien gaya gesek (N)  
 $f_k$  = Gaya gesek kinetik (N)  
 $f_s$  = Gaya gesek statis (N)  
 $R$  = Jarak dari gaya ke titik pusat (mm)  
 $T$  = Momen puntir atau torsi (Nmm)  
 $P$  = Daya motor (Watt)  
 $n$  = Putaran mesin (rpm)  
 $n_m$  = Putaran motor (rpm)  
 $D_m$  = Diameter pulley motor (mm)  
 $D_p$  = Diameter pulley pompa (mm)  
 $P_d$  = Daya motor rencana (Kw)  
 $n_1$  = Putaran poros (rpm)  
 $\tau_a$  = tegangan geser yang diizinkan (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $\sigma_b$  = kekuatan tarik (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $\tau_{max}$  = Tegangan geser maksimum (kg/mm<sup>2</sup>)  
 $d_s$  = Diameter poros (mm)

## 1. PENDAHULUAN

Luas lautan dan luas daratan mencapai perbandingan 70% dan 30%. Tentunya ini menjadi tantangan tersendiri bagi negara-negara di dunia untuk bersaing dalam kemajuan maritimnya. Karena peran laut juga berpengaruh untuk mengantar kemajuan suatu negara.

Secara geografis Indonesia merupakan negara kepulauan dengan 2/3 luas lautan lebih besar dari daratan. Luas wilayah perairan di Indonesia mencapai 3.257.483 km<sup>2</sup>. Hal ini merupakan potensi untuk memajukan perekonomian Indonesia. Rumput laut merupakan sumber daya hayati yang sangat melimpah di Indonesia. Produksi rumput laut di

tahun ini mencapai kurang lebih 16 juta ton dalam keadaan basah. Dan sebanyak 80% produksi diperkirakan untuk di ekspor, karena minimnya industri pengolahan dalam negeri.

Kabupaten Tuban merupakan salah satu wilayah Jawa Timur yang memiliki wilayah laut seluas 22.068 km<sup>2</sup> yang berpotensi untuk menjadi daerah penyumbang produksi rumput laut di pasaran Indonesia khususnya Jawa Timur. Namun produksi rumput laut di Kabupaten Tuban akhir ini mengalami penurunan, hal tersebut disebabkan oleh cara pengolahan rumput laut yang masih tradisional. Salah satunya yang menjadi penyebab adalah pada proses pencucian.

Menurut warga setempat pengepul atau tengkulak rumput laut di Dusun Rembes, Desa Gesikharjo, Kecamatan Palang, Kabupaten Tuban, penyebab utama berkurangnya produksi rumput laut di wilayah Tuban yaitu dikarenakan kondisi laut yang kotor. Rumput laut yang baru di ambil dari laut kemudian langsung dijual ke tengkulak, akibatnya tengkulak mengalami kewalahan saat proses pencucian rumput laut dikarenakan kondisi rumput laut yang baru diambil dari laut terlalu kotor, dan pencucian rumput laut juga masih dilakukan secara manual, disamping itu pengolah hanya bisa mencuci rumput laut seberat maksimal 10 kg sekali cuci. Hal itu menyebabkan tengkulak memilih menimbun rumput laut, dikarenakan harga jual rumput laut yang belum bersih sangat rendah. Sehingga diperlukan suatu alat atau mesin pencuci rumput laut rumahan untuk tengkulak rumput laut, agar lebih mempermudah dan mempercepat proses pencucian rumput laut yang masih kotor untuk dijual ke

pasaran dalam keadaan bersih sehingga mendapatkan nilai jual tinggi.

Dari latar belakang diatas maka akan di rancang sebuah mesin *automatic seaweed washing* untuk menunjang otomatisasi pada proses pencucian rumput laut sebelum di jual ke pasaran. Dengan adanya mesin *automatic seaweed washing* pencucian rumput laut akan lebih cepat dan lebih efektif dibandingkan pencucian rumput laut secara manual yang sebelumnya dilakukan oleh tengkulak rumput laut di Dusun Rembes, Desa Gesikharjo, Kecamatan Palang, Kabupaten Tuban yang dirasa masih belum efektif.

## 2. METODOLOGI.

### 2.1 Metode Ulrich

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Ulrich*. Dimana metode ini membuat daftar kebutuhan, kemudian membuat 3 konsep desain dengan memilih 1 konsep desain untuk dijadikan konsep terpilih.

### 2.2 Penentuan Daftar Kebutuhan

Berikut adalah daftar kebutuhan untuk membuat konsep desain mesin pencuci rumput laut. Daftar kebutuhan didapatkan dari angket yang di sebarakan ke kelompok petani rumput laut.

Tabel 1: Daftar Kebutuhan

| Daftar Kebutuhan |  |                               |
|------------------|--|-------------------------------|
| S/H              | Uraian Kebutuhan   | Penanggung Jawab              |
| S                | Dapat digunakan untuk mencuci rumput laut jenis <i>Eucheuma cottonii</i> (guder)                         | Tim Desain                    |
| H                | Diharapkan dapat digunakan untuk mencuci semua jenis rumput laut.  | Tim Desain                    |
| S                | Produk yang dibuat diharapkan lebih efektif dan efisien dari produksi sebelumnya.                        | Tim Desain                    |
| S                | Produk yang dibuat harus menghasilkan rumput laut dalam keadaan layak untuk pengolahan selanjutnya.      | Tim Desain                    |
| H                | Produk yang dibuat diharapkan berkapasitas skala rumahan (20 kg – 25 kg).                                | Tim Desain Dan Tim Manufaktur |
| S                | Hasil pengerjaan harus sesuai dengan standart kebersihan rumput laut.                                    | Tim Desain                    |
| H                | Diharapkan adanya inovasi desain produk mesin pencuci rumput laut yang lebih baik lagi dari cara manual. | Tim Desain Dan Tim Manufaktur |
| S                | Mudah dirawat dan mudah dibersihkan.   | Tim Desain Dan Tim Manufaktur |

Keterangan :

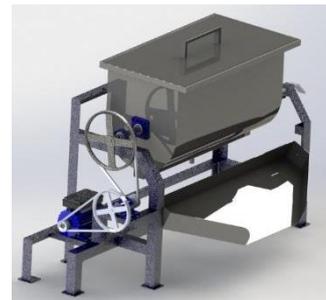
S = syarat

H = harapan

## 2.3 Pemilihan Konsep Desain

Tabel 2: Penilaian Konsep Mesin Pencuci Rumput Laut

| Kriteria Seleksi  | Bobot | Matrik Penilaian Konsep |      |          |      |          |      |           |      |
|-------------------|-------|-------------------------|------|----------|------|----------|------|-----------|------|
|                   |       | Konsep Produk           |      |          |      |          |      |           |      |
|                   |       | Konsep 1                |      | Konsep 2 |      | Konsep 3 |      | Referensi |      |
|                   |       | R                       | S    | R        | S    | R        | S    | R         | S    |
|                   |       | a                       | k    | a        | k    | a        | k    | a         | k    |
|                   |       | t                       | r    | t        | r    | t        | r    | t         | r    |
|                   |       | e                       | B    | e        | B    | e        | B    | e         | B    |
|                   |       |                         | o    |          | o    |          | o    |           | o    |
|                   |       |                         | r    |          | r    |          | r    |           | r    |
|                   |       |                         | B    |          | B    |          | B    |           | B    |
|                   |       |                         | o    |          | o    |          | o    |           | o    |
|                   |       |                         | a    |          | a    |          | a    |           | a    |
|                   |       |                         | b    |          | b    |          | b    |           | b    |
|                   |       |                         | o    |          | o    |          | o    |           | o    |
|                   |       |                         | t    |          | t    |          | t    |           | t    |
|                   |       |                         | e    |          | e    |          | e    |           | e    |
| Desain            | 30%   | 4                       | 1,2  | 5        | 1,5  | 3        | 0,9  | 3         | 0,9  |
| Poros Pengaduk    | 20%   | 3                       | 0,6  | 4        | 0,8  | 4        | 0,8  | 3         | 0,6  |
| Dimensi           | 15%   | 4                       | 0,6  | 4        | 0,6  | 3        | 0,45 | 3         | 0,9  |
| Perawatan         | 15%   | 3                       | 0,45 | 3        | 0,45 | 3        | 0,45 | 3         | 0,3  |
| Biaya produksi    | 20%   | 4                       | 0,8  | 4        | 0,8  | 4        | 0,8  | 3         | 0,3  |
| Bobot Total       | 100%  |                         |      |          |      |          |      |           |      |
| Nilai Absolut     |       | 18                      | 3,65 | 20       | 4,15 | 17       | 3,4  | 15        | 3    |
| Nilai relatif (%) |       | 25 %                    | 25 % | 29 %     | 29 % | 24 %     | 24 % | 21 %      | 21 % |



Gambar 1. Konsep Desain Terpilih

Gambar diatas adalah konsep desain terpilih yang dipilih berdasarkan matrik penilaian konsep dan mendapat nilai relatif tertinggi.

## 2.4 Data Spesifikasi Perencanaan Mesin

Berdasarkan data dari daftar kebutuhan mesin akan direncanakan sebagai berikut:

m : kapasitas rumput laut dan air = 25 kg

n : kecepatan putaran = 78 rpm

sumber energi = motor listrik

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Perencanaan Tabung Pencuci

Berdasarkan pengukuran, dalam sebuah wadah dengan volume 0,011583 m<sup>3</sup> didapat massa rumput laut 1 kg, sedangkan degan berat 1 kg dibutuhkan volume 0,001 m<sup>3</sup>. Diasumsikan massa rumput laut dibanding dengan air yaitu 1 : 4 sehingga volume dari 4 kg air adalah 0,004 m<sup>3</sup> dan didapat massa rumput laut dan air 5 kg dengan volume 0,015583 m<sup>3</sup>.

Massa jenis campuran rumput laut dan air yaitu :

$$P = \frac{m}{v} = \frac{5}{0,015583}$$

$$= 320,862 \text{ kg/m}^3$$

Massa campuran rumput laut dan air :

$$m_{\text{air}} = 5 \text{ kg} \times 4 = 20 \text{ kg}$$

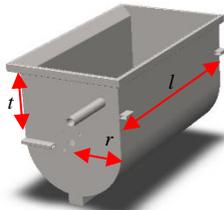
$$m_{\text{campuran}} = 5 + 20 = 25 \text{ kg}$$

Volume tabung minimal yang dibutuhkan :

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{25}{320,862}$$

$$= 0,0779 \text{ m}^3$$

Tabung direncanakan berbentuk seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2. Bentuk tabung yang direncanakan

$$V_1 = \frac{1}{2} \pi r^2 t$$

$$= \frac{1}{2} \pi (0,2\text{m})^2 (0,8\text{m})$$

$$= \frac{1}{2} (0,10048)$$

$$= 0,05024 \text{ m}^3$$

$$V_2 = p \times l \times t$$

$$= 0,8 \times 0,4 \times 0,238$$

$$= 0,07616 \text{ m}^3$$

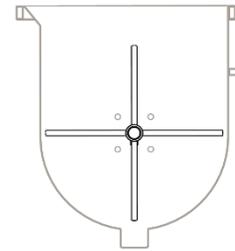
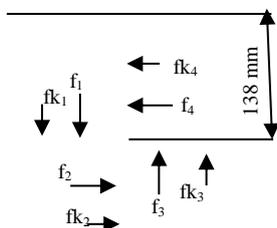
$$V_{\text{tabung}} = V_1 + V_2$$

$$= 0,05024 + 0,07616$$

$$= 0,1264 \text{ m}^3$$

Berdasarkan persamaan diatas volume perencanaan tabung didapatkan nilai 0,1264 m<sup>3</sup> dari volume tabung minimal yang dibutuhkan yaitu 0,0779 m<sup>3</sup>. Volume perencanaan tabung sengaja dilebihkan dengan pertimbangan agar air tidak keluar dari tabung dan volume rumput laut tidak terlalu rapat.

### 3.2 Perhitungan Torsi yang Dibutuhkan



Gambar 3. Arah Gaya

Luas rumput laut diasumsikan 30% dari luas A<sub>1</sub> atau A<sub>2</sub>.

Perhitungan :  
 yang diperlukan

$$F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = \rho \times g \times h (30\% A_1) \\
 = (1000\text{kg/m}^3) (9,81\text{m/s}^2) (0,138\text{m}) \\
 = (0,3 \times 0,2\text{m} \times 0,8\text{m}) \\
 = 64,98 \text{ N}$$

Gaya gesek rumput laut dengan dinding tabung

$$fk_1 = fk_2 = fk_3 = fk_4 = F_s \cdot \mu = m \frac{v^2}{r} \mu$$

$$= 2 \frac{\left(\frac{2 \pi n r}{60}\right)^2}{0,18} 0,05$$

$$= 2 \frac{\left(\frac{2 \times 3,14 \times 78 \times 0,18}{60}\right)^2}{0,18} 0,05$$

$$= 1,19 \text{ N}$$

Ktuhan torsi

$$T = (fk_1 \times 0,18) + (F_{s1} \times 0,148) + (fk_2 \times 0,18) + \\
 (F_{s2} \times 0,148) + (fk_3 \times 0,18) + (F_{s3} \times 0,148) + \\
 (fk_4 \times 0,18) + (F_{s4} \times 0,148) \\
 = (1,19 \times 0,18) + (64,98 \times 0,148) + (1,19 \times 0,18) \\
 + (64,98 \times 0,148) + (1,19 \times 0,18) + (64,98 \times \\
 0,148) + (1,19 \times 0,18) + (64,98 \times 0,148) \\
 = 37,17 \text{ Nm}$$

Daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan poros

$$P = \frac{2 \pi T n}{60} = \frac{2 \times 37,17 \times 3,14 \times 78}{60} \\
 = 303,50 \text{ watt}$$

Daya pada motor listrik

$$P = fc \times P = 1,2 \times 320,68 \\
 = 384,82 \text{ watt} = 0,488 \text{ Hp}$$

Dari perhitungan diatas maka penggerak utama dari mesin ini adalah menggunakan motor 1 phase, dan dipilih motor 0,5 Hp yang tersedia di pasaran.

### 3.3 Perhitungan Rasio Putaran

Perhitungan rasio putaran digunakan untuk menentukan putaran output yang akan digunakan pada mesin. Diketahui putaran motor yaitu 1330 rpm, sedangkan putaran pada poros pengaduk dikehendaki 78 rpm.

$$\frac{1330 \text{ rpm}}{78 \text{ rpm}} = \frac{r}{1}$$

$$r = \frac{1330 \text{ rpm}}{78 \text{ rpm}} = 1 : 17,05$$

$$= 0,37 \times 1,25 = 0,46 \text{ kW}$$

### 3.4 Perhitungan Pulley

Pada perhitungan rasio putaran didapatkan nilai 1 : 17,05 sehingga perbandingan tersebut tidak bisa didapatkan hanya sekali reduksi saja, maka akan dilakukan dengan dua kali reduksi. Mesin pencuci rumput laut menggunakan 4 pulley, yaitu pulley motor (D1), pulley reducer 1 (D2), pulley reducer 2 (D3), dan pulley utama (D4). Berikut adalah perhitungan kecepatan pulley.

Diketahui :

$$\begin{aligned} D1 &= 50 \text{ mm} \\ D2 &= 200 \text{ mm} \\ D3 &= 60 \text{ mm} \\ N1 &= 1330 \text{ rpm} \\ N4 &= 78 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Dijawab :

$$\frac{D1}{D2} = \frac{N2}{N1}$$

$$\frac{50}{200} = \frac{N2}{1330}$$

$$N2 = \frac{1330 \cdot 50}{200}$$

$$N2 = 332,5 \text{ rpm}$$

$$N2 = N3 = 332,5 \text{ rpm}$$

$$\frac{D3}{D4} = \frac{N4}{N3}$$

$$\frac{60}{D4} = \frac{78}{330}$$

$$N4 = \frac{60 \cdot 332,5}{78}$$

$$D4 = 255,76 \text{ mm}$$

Karena ketersediaan di pasaran ukuran 280 mm, maka digunakan ukuran tersebut sebagai pulley utama (D4). Dengan demikian kecepatan pulley utama (D4) menjadi 71,25 rpm.

### 3.5 Perhitungan Poros

Menurut [1] Poros merupakan salah satu bagian terpenting dalam sebuah mesin, hampir semua mesin menggunakan poros. Karena mesin meneruskan tegangan bersama-sama dengan putaran dan peranan utama dalam transmisi tersebut dipegang oleh poros.

Perhitungan poros digunakan untuk menentukan diameter minimal poros yang akan digunakan pada mesin. Untuk menghitung poros direncanakan daya yang di transmisikan sebesar 0,5 Pk (0,37 kw) dan kecepatan sebesar 1330 rpm.

Perhitungan poros pengaduk

$$\text{Daya motor (Nps)} = 0,5 \text{ Pk}$$

$$\text{Kecepatan (n)} = 78 \text{ rpm}$$

$$\text{Faktor koreksi (Fc)} = 1,25 \text{ (untuk daya normal)}$$

Langkah-langkah untuk menghitung diameter poros sebagai berikut:

a. Daya rencana

$$P_d = P \times f_c$$

b. Torsi yang bekerja pada poros

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,46}{78}$$

$$= 5744,1 \text{ (kg.mm)}$$

c. Perhitungan poros berdasarkan beban puntir

$$\Sigma_b = 65 \text{ kg.mm}^2$$

$$Sf_1 = 6$$

$$Sf_2 = 2$$

$$K_t = 1,5 \text{ (Faktor koreksi lenturan)}$$

$$K_m = 1,5 \text{ (Faktor koreksi puntiran)}$$

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1 Sf_2}$$

$$= \frac{65}{6 \times 2}$$

$$= 5,41 \text{ kg.mm}^2$$

$$d = \left( \frac{\frac{16}{\pi} \times (T)}{\delta a} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= \left( \frac{\frac{16}{3,14} \times (5744,1)}{5,41} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 17,55 \text{ mm}$$

d. Momen lentur pada poros

$$M_l = \text{Momen lentur (kg.mm)}$$

$$P = \text{Faktor koreksi lenturan material (kg)} = 15 \text{ kg}$$

$$L = \text{Panjang poros maksimum (mm)} = 1211 \text{ mm}$$

$$M_l = \frac{P \times L}{4}$$

$$= \frac{15 \times 1211}{4}$$

$$= 4541,25 \text{ kg.mm}$$

e. Momen puntir pada poros

$$M_t = \text{Momen puntir (Nm)}$$

$$P = \text{Daya rencana yang ditransmisikan (kW)}$$

$$= 0,735 \text{ kW} = 735 \text{ watt}$$

$$n = \text{Banyaknya putaran (rpm)} = 1630 \text{ rpm}$$

$$M_t = \frac{60 \times P}{2 \times 3,14 \times 1330}$$

$$= \frac{60 \times 460}{2 \times 3,14 \times 78}$$

$$= 56,34 \text{ Nm}$$

f. Diameter Poros

$$d_s = \text{Diameter poros (mm)}$$

$$C_b = \text{Beban lentur (berkisar 1,0-20)} = 2,0$$

$$K_t = \text{Faktor koreksi lenturan} = 1,5$$

$$d_s = \left( \frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= \left( \frac{5,1}{5,41} \times 1,5 \times 2 \times 5744,1 \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 25,32 \text{ mm (diameter poros minimal)}$$

Karena ketersediaan di pasaran ukuran 1 inchi = 25,4 mm, maka digunakan ukuran tersebut sebagai poros.

### 3.6 Hasil Uji Coba

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan penulis, pengujian mesin pencuci rumput laut menggunakan rumput laut jenis *gracilaria*, mesin ini

mampu melakukan proses pencucian dengan berat 25 kg rumput laut dan air dalam 1 kali pencucian. Kondisi keutuhan rumput laut diasumsikan 90% dengan kondisi layak pakai, sedangkan padatan yang terlarut dalam air yang telah melewati proses pencucian pertama dan proses pencucian kedua didapatkan nilai kurang dari 1000 mg/L yaitu 465 mg/L.

Maka berdasarkan hasil perancangan dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data spesifikasi mesin sebagai berikut

1. Dimensi Utama : panjang 1470 mm x lebar 537 mm x tinggi 920 mm
2. Dimensi Tabung : panjang 800 mm x lebar 400 mm x tinggi 438 mm
3. Material Tabung : *Plat stainless steel 304*
4. Material Rangka : *Angle Bars ASTM A36*
5. Penggerak : Motor AC 0,5 Hp
6. Transmisi : *Pulley dan V-belt*
7. Batang Pengaduk
  - Jumlah batang pengaduk : 12 unit
  - Dimensi batang pengaduk : panjang 170 mm x diameter Ø10 mm
8. Kapasitas per jam : 30 kg/jam rumput laut

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan proses perancangan, fabrikasi, dan assembly yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Pembuatan desain mesin dikerjakan menggunakan *software Solidworks*. Untuk merancang Mesin Pencuci Rumput Laut diperlukan karakteristik rumput laut untuk menentukan desain batang pengaduk yang sesuai. Serta diperlukan menghitung masa jenis rumput laut dan air untuk menentukan dimensi tabung.
2. Pembuatan Mesin Pencuci Rumput Laut dilakukan dengan proses *cutting, bending, welding, dan drilling*.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Orang tua penulis yaitu Bapak Kusnan dan Ibu Mualimah, adik penulis yaitu Achmad Ghofan Ghozali, dan seluruh keluarga yang senantiasa memberikan dukungan, perhatian, saran, serta mencukupi semua kebutuhan penulis.
2. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc., FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak George Endri Kusuma, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Ibu Anda Iviana Juniani, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

5. Bapak Ali Imron, S.T., M.T. dan Bapak Fipka Bisono, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 dan Dosen Pembimbing 2 yang berkenan memberikan bimbingan, saran, arahan, dan pengetahuan baru kepada penulis.
6. Bapak Farizi Rachman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Koordinator Tugas Akhir Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang telah mengizinkan penulis untuk mengikuti sidang Tugas Akhir.
7. Seluruh Dosen dan Staff Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya yang memberikan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir.
8. Mas Reza, Mas Yasir, Mas Efraim, Mas Anas yang telah membantu dan memberikan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini hingga selesai.
9. Seluruh teman – teman Teknik Desain dan Manufaktur angkatan 2015 yang bersama – sama berjuang selama 4 tahun.
10. Seluruh keluarga besar Teknik Desain dan Manufaktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
11. Teman – teman Brianeza, Dona, Nara, Hendra, Benta, Syafikri, Desil, Yusuf, Rizky, Farizky, Rizal, Izzudien, Brilian, Hanif D, Haris, Hanif S, Zidni, Kirom, Iqbal, Udin, Faishol, Zainal, Rifdah yang membantu memfasilitasi penulis, bertukar fikiran, dan memberi dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

#### 7. PUSTAKA

- [1] Sularso. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.