

# PEMBUATAN CETAKAN DAN PRODUKSI SUDU AERATOR KINCIR DARI BAHAN KOMPOSIT DENGAN VARIASI DIAMETER LUBANG

Muhammad Zamzami<sup>1</sup>, Samsul Bahri<sup>2</sup>, Jufriadi<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh – Medan Km. 280 Buketrata

Zamzamimhammad20@gmail.com

## Abstrak

Aerator kincir berfungsi sebagai penghasil aerasi yaitu meningkatkan oksigen yang masuk ke dalam air. Jumlah dan diameter lubang sangat mempengaruhi kualitas aerasi, sehingga adanya upaya untuk memvariasikan diameter dan jumlah lubang yang terdapat pada sudu. sudu dengan jumlah lubang dan variasi diameter lubang tidak tersedia di pasaran oleh karena itu harus di produksi sendiri dari bahan komposit. Tujuan dari penelitian ini adalah mendesain model sudu, cetakan sudu, memvariasikan diameter lubang, dan menghitung biaya produksi. Sudu merupakan komponen utama kincir disamping pelampung, gearbox, dan motor listrik. Sudu dibuat dengan metode hand lay up dengan 3 lapisan serat laminat. Pembuatan sudu tersebut membutuhkan dua cetakan yaitu cetakan pemegang dan daun sudu. Cetakan tersebut dibuat berdasarkan dimensi produk yang akan dibuat dan disesuaikan dengan ketersediaan material serta kemudahan untuk proses produksi dengan dimensi cetakan  $320 \times 230 \times 10$  mm. Dimensi produk berbentuk persegi dengan ukuran  $175 \times 205 \times 6$  mm dengan variasi diameter lubang 10, 20, dan 30 mm. Cetakan daun sudu dibuat dengan bahan dasar kayu/papan sedangkan cetakan pemegang sudu dibuat dari bahan dasar aluminium dengan menggunakan proses pemesinan. Jumlah resin yang dibutuhkan untuk 1 set aerator sebanyak 2,4 kg dengan volume sudu  $139.272,9 \text{ mm}^3$ . Total biaya keseluruhan untuk 1 kincir sebesar Rp 144.000,- kg. Sudu kincir telah dibuat dengan hasil yang memuaskan dan dapat dipasang dengan mudah pada rim kincir.

**Kata kunci :** Aerator kincir, sudu, komposit, variasi diameter lubang, cetakan

## 1 Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia memiliki perairan yang lebih luas dibandingkan daratan, sekitar 70% daerah perairan dan 30 % daratan. Daerah tersebut dapat berupa lautan maupun daerah perairan darat yaitu pertambakan ikan dan udang. Khususnya daerah-daerah di Aceh (Aceh Utara, Aceh Timur, Bireun dan Pidie) memiliki tambak yang cukup luas. Tambak – tambak tersebut sangat memerlukan kebutuhan aerasi untuk penambahan oksigen pada tambak. Salah satu alat yang digunakan untuk menghasilkan aerasi adalah aerator kincir.

Jumlah dan diameter lubang pada sudu sangat mempengaruhi kualitas aerasi. Sudu – sudu yang terdapat dipasaran pada umumnya berbentuk persegi dengan ukuran  $205 \text{ mm} \times 320 \text{ mm} \times$  terdapat 16 lubang dengan diameter lubang 24 mm yang terbuat dari bahan polimer/plastik. Sudu dengan jumlah lubang dan variasi diameter lubang yang berbeda tidak tersedia di pasaran. Melihat permasalahan tersebut, maka peneliti akan memproduksi sudu tersebut dari bahan komposit

dengan menambahkan serat E-glass sebagai penguat untuk menjadikan produk tersebut menjadi kuat.

### 1.2 Tujuan Penelitian

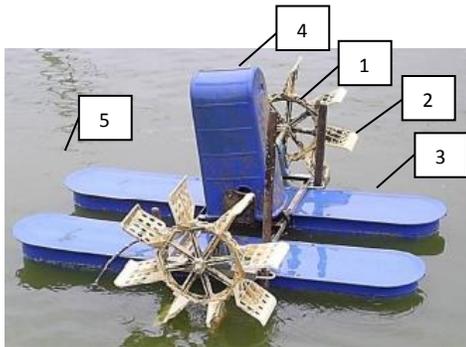
Tujuan dari penelitian ini adalah diperoleh desain model sudu dengan beberapa variasi diameter lubang, membuat desain model cetakan sudu, memproduksi sudu kincir dengan variasi lubang dari bahan komposit, membuat variasi diameter dan jumlah lubang pada sudu aerator, dan menghitung biaya produksi sudu dengan variasi diameter lubang.

## 2 Metoda Penelitian

### 2.1 Aerator kincir

Aerator kincir pada gambar 2.1 merupakan alat aerasi yang paling baik dari segi mekanisme aerasi dan tenaga penggerak yang dapat digunakan. Untuk kemampuan mempertahankan kualitas air sangat diperlukan dalam usaha budidaya udang dan ikan, karena itu kualitas air merupakan kunci dari kemampuan produksi. Persyaratan kualitas air tersebut adalah tersedianya oksigen yang terlarut di

dalam air tambak. Untuk keperluan penambahan oksigen pada tambak digunakan peralatan berupa kincir tambak [1]



Gambar 2.1 Aerator kincir

Keterangan :

- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| 1. Kincir.    | 4. Gearbox.       |
| 2. Sudu.      | 5. Permukaan air. |
| 3. Pelampung. |                   |

## 2.2 Komposit

Komposit merupakan kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur unsurnya. Secara umum terdapat dua kategori material penyusun komposit yaitu matrik dan reinforcement[2].

## 2.3 Matriks

Matriks merupakan bahan yang digunakan untuk membalut, menyatukan penguat tanpa bereaksi secara kimia dengan bahan penguat. Matriks yang umum digunakan adalah resin termoset dan resin termoplastik. Matriks yang akan digunakan untuk proses pembuatan sudu adalah polyester resin tak jenuh (*unsaturated polyester resin*), mempunyai struktur yang lebih kompleks dari pada material logam ataupun keramik[3].

## 2.4 Teknik Pembuatan

Peneliti akan memproduksi sudu dengan Metode pembuatan secara *hand lay-up* dengan tiga lapisan serat (laminat). Sebagai bahan utama (matriks) digunakan polyester resin tak jenuh (*unsaturated polyester resin*) type BTQN 157 EX, dan serat *E glass* jenis *Chop Strand Mat (CSM)* sebagai serat (*fiber*).

## 3 Metodologi

### 3.1 Alat dan Bahan Pembuatan Cetakan

Bahan yang digunakan adalah kayu balok, plat aluminium, paku ¼ inci, aluminium padat 55 x 55 mm, dempul dan kertas pasir. Sedangkan alat yang digunakan yaitu sebagai berikut:

- A. Cetakan pemegang sudu
  1. Mesin frais SCHAUBLIN SA type 13
  2. Cutter D= 6 mm
  3. Cutter D= 28 mm
  4. Cutter D= 30 mm
- B. Cetakan daun sudu
  1. Palu/martil
  2. Mistar
  3. Gunting seng
  4. Gergaji kayu

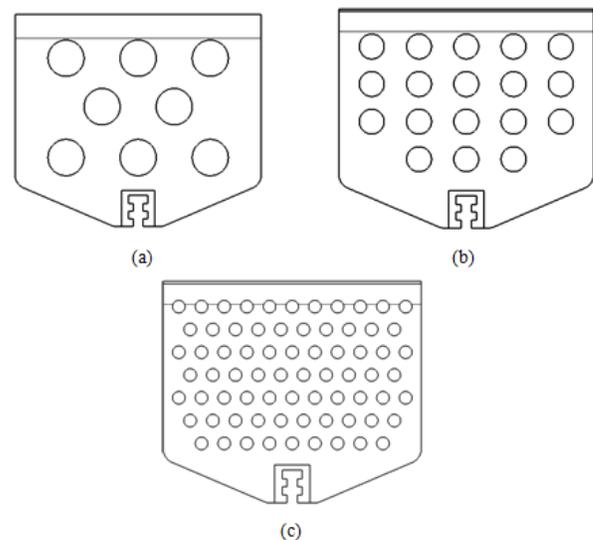
### 3.2 Alat dan Bahan Pembuatan Sudu

Sebelum melakukan proses produksi terlebih dahulu mempersiapkan alat-alat bantu yaitu kuas, mangkok/wadah, pengaduk, gunting, gergaji besi, kertas pasir, mistar dan timbangan. Sedangkan bahan yang digunakan adalah polyester (BTQ 157), Hardener, serat kaca (*E-glass*), mirror glaze, aseton, pewarna.

### 3.3 Tahapan Penelitian

#### 3.3.1 Desain Sudu

Sebelum memproduksi sudu terlebih dahulu menentukan desain baik itu ukuran maupun bentuk yang akan dibuat, desain sudu masing-masing dibuat dengan 3 variasi diameter seperti pada gambar 3.1



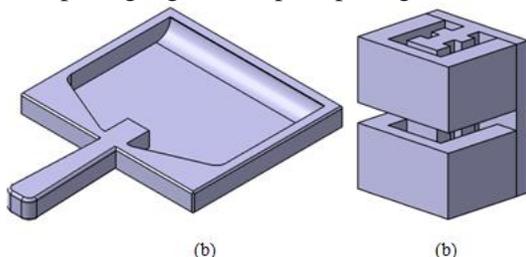
Gambar 3.1 Sudu (a)  $\varnothing$  30 mm 8 lubang, (b)  $\varnothing$  20 mm 18 lubang, (c)  $\varnothing$  10 mm 72 lubang.

Pada gambar bagian (a) di desain untuk menghasilkan daya listrik yang rendah, gambar (b)

diharapkan untuk menghasilkan aerasi dan daya listrik yang seimbang, pada gambar (c) didesain dengan harapan menghasilkan aerasi yang besar.

### 3.3.2 Desain Cetakan

Setelah menentukan desain sudu kemudian menentukan desain cetakan, cetakan yang akan dibuat terbagi dua yaitu cetakan daun sudu dan cetakan pemegang sudu seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 (a) Cetakan daun sudu, (b) Cetakan pemegang sudu

### 3.3.3 Proses Pembuatan Cetakan

- A. Adapun langkah-langkah proses pembuatan cetakan daun sudu yaitu :
1. Pemotongan kayu dengan gergaji.
  2. Pemahatan kayu tempat penuangan produk.
  3. Pemasangan plat aluminium pada permukaan cetakan.
  4. Pendempulan pada bagian sisi yang terdapat rongga/celah.
  5. Pengamplasan cetakan dan tunggu hingga kering.
- B. Langkah-langkah proses pembuatan tangkai sudu yaitu:
1. Tentukan dimensi cetakan dari Aluminium untuk bagian inti dan bagian luar.
  2. Ikatkan aluminium  $55 \times 55 \times 55$  mm dengan menggunakan ragum.
  3. Aluminium dibentuk sesuai dengan dimensi yang sudah ditentukan dengan menggunakan mesin frais.
  4. Pada cetakan pemegang sudu bagian luar dan intinya diberi lubang untuk pemasangan cetakan diikat menggunakan baut.
  5. Merakit cetakan menjadi satu dengan mengikat cetakan menggunakan baut.

### 3.3.4 Proses Pembuatan Sudu

Adapun tahapan-tahapan pembuatan sudu yaitu sebagai berikut:

1. Pemotongan serat sesuai dengan cetakan.
2. Membersihkan cetakan dengan asetonol.
3. Permukaan cetakan di olesi dengan mirror glaze.
4. Campurkan resin dan hardener/katalis.
5. Tuangkan campuran resin dan hardener

6. Letakkan serat dalam cetakan.
7. Proses penuangan resin dan peletakan serat dilakukan secara berulang sebanyak 3 kali.
8. Pelepasan produk.
9. Lubangkan sudu dengan diameter yang sudah di tentukan.
10. Perakitan/penyambungan daun sudu dengan pemegang sudu.

## 4 Analisa dan Perhitungan

### 4.1 Perhitungan Cetakan

#### 4.1.1 Perhitungan Dimensi Material Cetakan

Sebelum membuat produk terlebih dahulu mempersiapkan cetakan untuk proses produksi, cetakan sudu terdapat dua cetakan yaitu cetakan daun sudu terbuat dari kayu dengan dimensi cetakan yang dibutuhkan panjang ( $p$ ) = 230 mm, lebar ( $l$ ) = 320 mm dan tebal ( $t$ ) 25 mm, sedangkan cetakan pemegang sudu dibuat dari aluminium dengan dimensi  $55 \times 55 \times 55$  mm, aluminium yang dibutuhkan sebanyak 2 buah.

#### 4.1.2 Perhitungan Volume dan Massa total Produk

Volume total produk adalah hasil dari penjumlahan volume daun sudu dan pemegang daun sudu sebagaimana diketahui untuk volume daun sudu  $117.368 \text{ mm}^3$ , sedangkan volume pemegang daun sudu  $26.080 \text{ mm}^3$ . maka total keseluruhan adalah  $143.448 \text{ mm}^3$ .

Massa jenis resin untuk produk sudu adalah  $1,2 \text{ g/cm}^3 = 1.200 \text{ kg/m}^3$ [5], maka massa total produk sudu dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} M &= \rho \cdot V \\ &= 1.200 \text{ kg/m}^3 \cdot 143.448 \times 10^{-9} \text{ m}^3 \\ &= 0,17 \text{ kg.} \end{aligned}$$

### 4.2 Biaya Produksi Sudu Kincir Komposit

#### 4.2.1 Biaya pengadaan bahan

##### A. Resin

Untuk menghasilkan satu buah produk sudu membutuhkan 0,17 kg resin, akan tetapi peneliti menggunakan 0,2 kg resin karena sebagian resin akan tersisa/menempel pada kuas dan tempat pengadukan resin. Harga per kg resin adalah Rp 45.000,-/kg. Biaya pengadaan resin untuk 1 buah sudu adalah  $1 \times 0,2\text{-kg} \times \text{Rp } 45.000,-/\text{kg} = \text{Rp } 9.000,-/\text{kg}$ , karena pada aerator terdapat 2 buah kincir sebagaimana tiap kincir memiliki 8 buah sudu maka sudu dibuat sebanyak 16 buah dengan 3 variasi diameter lubang maka total biaya untuk

pengadaan bahan baku resin adalah : Rp 9.000,-kg × 48 = Rp 432.000,-kg.

**B. Serat E-glass**

Serat E-glass (Rp 15.000,-/m<sup>2</sup>). Luas serat sudu disamakan dengan luas permukaan cetakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Luas serat sudu} &= L_1 + L_2 + L_3 + L_4 \\ &= 23.165 + 2.415 + \\ &\quad 4.022 + 362 \end{aligned}$$

$$\text{Luas serat sudu} = 29.964 \text{ mm}^2$$

Maka luas serat diubah dalam meter, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Luas serat sudu} &= 29.964 \text{ mm}^2 \\ &= 0,029 \text{ m}^2. \end{aligned}$$

Karena serat yang digunakan 3 lapis yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Luas serat sudu} &= 0,029 \text{ m}^2 \times 3 \\ &= 0,08 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jadi biaya serat sudu untuk 1 kali pencetakan sudu komposit yaitu :

$$\text{luas serat sudu} \times \text{biaya serat /m}^2 = 0,08 \times 15.000 = \text{Rp } 1.200,-\text{m}^2.$$

Karena memproduksi sudu sebanyak 48 buah maka biaya total untuk serat E-glass adalah Rp 57.600.

**C. Biaya material pengadaan cetakan**

Alat cetakan daun sudu terbuat dari material kayu dengan harga Rp 50.000, sedangkan untuk cetakan pemegang sudu membutuhkan 2 buah material aluminium dengan harga tiap material sebesar Rp 50.000 maka total biaya pengadaan material sebesar Rp 150.000.

**4.2.2 Biaya pembuatan Cetakan**

Proses pembuatan cetakan daun sudu menggunakan jasa panglong dengan upah Rp 20.000, sedangkan proses pembuatan cetakan pemegang daun sudu penulis menggunakan mesin frasis SCHAUBLIN SA type 13 sebagaimana harga sewa mesin frasis per hari Rp 100.000, untuk proses pembuatan cetakan membutuhkan waktu 213,96 menit / 3,56 jam, maka biaya untuk proses pembuatan cetakan pemegang daun sudu yaitu:

$$\begin{aligned} C_m &= \frac{\text{Biaya}}{\text{Waktu}} \\ C &= \frac{100.000}{8 \text{ jam}} = \text{Rp } 12.500 \end{aligned}$$

Operator menggunakan mesin frasis selama 3,56 jam, efektif kerja adalah sebesar = Rp 12.500 × 3,56 jam = Rp 44.500. Maka total biaya pembuatan cetakan sebesar Rp 20.000 + Rp 44.500 = Rp 64.500.

**4.2.3 Biaya Total Produksi sudu**

Biaya total adalah penjumlahan dari biaya pengadaan bahan, cetakan, dan biaya pembuatan cetakan sebagaimana dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Biaya total produksi sudu

No	Biaya	Harga
1	Pengadaan resin	Rp 432.000
2	Pengadaan serat E-glass	Rp 57.600
3	Pengadaan material cetakan	Rp 150.000
4	Pembuatan cetakan	Rp 64.500
Total		Rp 704.100

Pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa penggunaan material resin membutuhkan biaya yang besar, untuk mengurangi biaya tersebut dapat dilakukan dengan cara pada saat proses pencetakan produk melebihi serat/matriks kedalam cetakan.

**4.3 Pengukuran Kualitas Produk**

Tabel 4.2 Pengukuran kualitas produk

No	Bagian	Ukuran		Keterangan
		Desain	Hasil	
1	Pemegang sudu	50 × 28 × 30 mm	49 × 28 × 29 mm	Dapat diterima
	- Lubang 1	16 mm × 7 mm	16 mm × 6 mm	Dapat diterima
	- Lubang 2	8 mm × 5 mm	8 mm × 5 mm	Dapat diterima
	- Lubang 3	16 mm × 6,2 mm	16 mm × 6 mm	Dapat diterima
2	Daun sudu	205 × 175 × 6 mm	203 × 160 × 5 mm	Dapat diterima
	- D = 30 mm	30 mm	30 mm	Dapat diterima
	- D = 20 mm	20 mm	20 mm	Dapat diterima
	- D = 10 mm	10 mm	10 mm	Dapat diterima

Pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa produk yang dihasilkan memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan ukuran yang rencanakan karna produk tersebut terjadinya penyusutan pada saat proses pngerasan, tetapi produk tersebut dapat diterima atau dipasang pada rim kincir dengan mudah.

**5. Kesimpulan dan Saran**

**5.1 Kesimpulan**

1. Cetakan sudu dan pemegang sudu berhasil dibuat.
2. Cetakan daun sudu terbuat dari bahan material kayu/papan sedangkan cetakan pemegang sudu terbuat dari bahan material aluminium.
3. Volume produk daun sudu adalah 117.368 mm<sup>3</sup>.
4. Volume produk pemegang daun sudu adalah 26.080 mm<sup>3</sup>.
5. Pembuatan satu buah produk sudu menggunakan resin sebanyak 0,2 kg sedangkan serat yang dibutuhkan sebanyak 0.08 m<sup>2</sup>
6. Jumlah resin yang dibutuhkan untuk satu buah kincir dengan 3 variasi lubang sebanyak 9,6

- kg sedangkan untuk serat dibutuhkan sebanyak 3,84 m<sup>2</sup>.
7. Bahan yang digunakan sebagai penguat/matriks adalah serat *E-glass*.
  8. Total biaya produksi sudu aerator kincir dengan 3 variasi lubang sebesar Rp 704.100.
  9. Telah diproduksi sudu kincir tambak (aerator) dari bahan komposit dengan metode hand lay up.
  10. Sudu aerator dibuat dengan 3 variasi diameter lubang diantaranya yaitu :
    - Diameter lubang 30 mm dengan jumlah lubang 8 buah.
    - Diameter lubang 20 mm dengan jumlah lubang 18 buah.
    - Diameter lubang 10 mm dengan jumlah lubang 72 buah.
  11. Produk yang dihasilkan secara umum sesuai dengan yang diharapkan dan dapat digunakan.

## 5.2 Saran

1. Pada permukaan cetakan dibuat serata mungkin untuk menghasilkan produk yang bagus tanpa ada benjolan-benjolan pada permukaan sudu.
2. Mengamplas permukaan cetakan dengan kertas pasir untuk menghilangkan permukaan cetakan yang kasar.
3. Pada saat pemolesan mirror glass dilakukan serata mungkin agar memudahkan pelepasan produk dengan cetakan.

4. Cetakan dibuka pada saat 6 jam kemudian, agar produk benar benar kering untuk mencegah adanya cacat pada produk.
5. Untuk proses pencetakan ulang cetakan terlebih dahulu dibersihkan dengan menggunakan aseton.

## 6 Daftar Pustaka

- [1] Samsul Bahri *et al* 2019. The Ineffectiveness of Water Splash on Paddlewheel Aerator. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* **268** 012162
- [2] Diharjo, K. (2006). Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-polyester. *Jurnal Teknik Mesin*, 8(1), 8–13.
- [3] Ellyawan, S. A., & Wibowo, H. (2008). Modulus Elastisitas dan Modulus Pecah Papan Partikel Sekam Padi. *Jurnal Teknologi Technoscientia. Vol 1, 1*.
- [5] Savetlana, S. (2012). Sifat-sifat Mekanik Komposit Serat TKKS-Poliester. *MECHANICAL*, 3(1).