

# RANCANG BANGUN RANGKA KONSTRUKSI DUDUKAN KINCIR ANGIN PENGGERAK POMPA DENGAN KETINGGIAN 6 METER UNTUK PENGAIRAN SAWAH

Fakhrur Rizal<sup>1</sup>, A. Jannifar<sup>2</sup>, Hamdani Nurdin<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

Email : fakhrurizal1995@gmail.com

## Abstrak

Pada sektor pertanian penggunaan pompa air bahan bakar fosil sangat efektif untuk pengairan sawah karena membantu petani dalam proses pengontrolan air di sawah sehingga produksi padi akan terus meningkat tetapi penggunaan pompa berbahan bakar fosil memberikan dampak ekonomi bagi masyarakat seperti meningkatnya biaya produksi. Berdasarkan pengamatan cuaca dalam beberapa tahun terakhir kecepatan angin yang berhembus di kabupaten Bireuen yaitu 4-7 Km/jam, maka dari itu pemanfaatan energi angin sebagai penggerak pompa melalui kincir angin sangat efektif sebagai pengganti pompa berbahan bakar fosil serta dapat mengurangi biaya produksi petani. Pada proses pembuatan kincir angin penggerak pompa air, perhitungan kekuatan struktur kincir angin sangat penting karena struktur tersebut sebagai penopang berat dari kincir tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara mendesain tower dan mengetahui tegangan kritis yang terjadi pada tower akibat beban blade. Pada penelitian ini, proses pembuatan tower dengan menggunakan material ASTM A36, menggunakan penyambungan dengan las dan baut dan tegangan yang terjadi dianalisa menggunakan software solidwork. Hasil dari simulasi tegangan dengan menggunakan software solidwork diperoleh tegangan maksimum yang diterima adalah sebesar 132.64 Mpa, sedangkan tegangan minimum yang diterima adalah sebesar 10.36 Mpa.

Kata kunci : Solidwork, Tower, ASTM A36

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi ekonomi yang cukup tinggi pada sektor pertanian karena Indonesia terletak di garis khatulistiwa yang menyebabkan Indonesia memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim panas serta Indonesia terus disinari cahaya matahari sepanjang tahun.

Seluas 5.000 hektare lebih areal sawah di Kabupaten Bireuen, masih bergantung pada air hujan atau sawah tadah hujan, sehingga para petani sulit untuk menggarap sawah secara teratur. menyebutkan, sawah tadah hujan itu tersebar di Kecamatan Gandapura, Makmur, Peusangan Siblah Krueng, Peusangan Selatan, Kecamatan Juli, dan Kecamatan Peudada. Setiap tahunnya, sebagian petani di beberapa kecamatan tersebut hanya bisa menggarap sawahnya satu kali dalam setahun. Tidak jarang, dalam setahun banyak petani tidak bisa menggarap sawahnya, karena kekurangan pasokan air.

Pada sektor pertanian penggunaan pompa air bahan bakar fosil sangat efektif untuk pengairan sawah karena membantu petani dalam proses pengontrolan air disawah sehingga produksi padi akan terus meningkat tetapi penggunaan pompa berbahan bakar fosil memberikan dampak ekonomi bagi masyarakat seperti meningkatnya biaya produksi. Berdasarkan pengamatan cuaca dalam beberapa tahun terakhir kecepatan angin yang berhembus di kabupaten Bireuen yaitu 3-7 Km/jam, maka dari itu pemanfaatan energi angin sebagai penggerak pompa melalui kincir angin sangat efektif sebagai pengganti pompa berbahan bakar fosil serta dapat mengurangi biaya produksi petani.

Pada proses pembuatan kincir angin penggerak pompa air, perhitungan kekuatan struktur kincir angin sangat penting karena struktur tersebut sebagai penopang berat dari kincir tersebut.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Dapat mendesain dan membuat struktur kincir angin untuk pengairan sawah.
2. Dapat mengetahui tegangan kritis yang terjadi pada tower yang diakibatkan beban blade dengan menggunakan *solidwork*
3. Dapat mengetahui langkah-langkah pembuatan struktur kincir angin untuk pengairan sawah.
4. Menghitung biaya pembuatan struktur kincir angin untuk pengairan sawah.

## 1.3 Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan waktu dan ilmu pengetahuan, maka penulis merasa perlu membuat batasan-batasan agar permasalahan tidak terlalu meluas. Adapun batasan-batasan masalah tersebut adalah :

1. Proses desain struktur kincir angin menggunakan *solidwork*.
2. Proses perakitan hanya menggunakan pengelasan dan baut  
Perhitungan kekuatan struktur kincir angin menggunakan *Solidwork*.

## 2 Teori Dasar

### 2.1 Pengertian Kincir Angin

Menurut Nakhoda & Saleh [ 1 ], Kincir angin merupakan sebuah alat yang digunakan dalam Sistem Konversi Energi Angin (SKEA). Kincir angin berfungsi merubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik berupa putaran poros. Putaran poros tersebut kemudian digunakan untuk beberapa hal sesuai dengan kebutuhan seperti memutar dinamo atau generator untuk menghasilkan listrik.

### 2.2 Tower

Menurut Sulaiman [ 2 ], Tower adalah menara yang terbuat dari rangkaian besi atau pipa baik segi empat atau segi tiga, atau hanya berupa pipa panjang (tongkat), yang bertujuan untuk menempatkan antenna, radio pemancar maupun penerima gelombang telekomunikasi dan kincir angin.

#### 2.2.1 Tower 4 kaki (*Rectangular Tower*)

Tower ini berbentuk segi empat dengan empat kaki. Tower dengan 4 kaki sangat jarang sekali dijumpai roboh. Tower jenis ini memiliki kekuatan tiang pancang serta sudah dipertimbangkan konstruksinya.



Gambar 2 1 Tower empat kaki [ 3 ]

#### 2.2.2 Tower 3 Kaki (*Triangle Tower*)

Tower jenis ini berbentuk segi tiga. Tower Segitiga disarankan untuk memakai besi dengan diameter 2 cm ke atas. Beberapa kejadian robohnya tower jenis ini karena memakai besi dengan diameter di bawah 2 cm. Ketinggian maksimal tower jenis ini yang direkomendasi adalah 60 meter. Ketinggian rata-rata tower ini adalah 40 meter.



Gambar 2.2 Tower 3 Kaki [ 4 ]

#### 2.2.3 Pole Satu Kaki

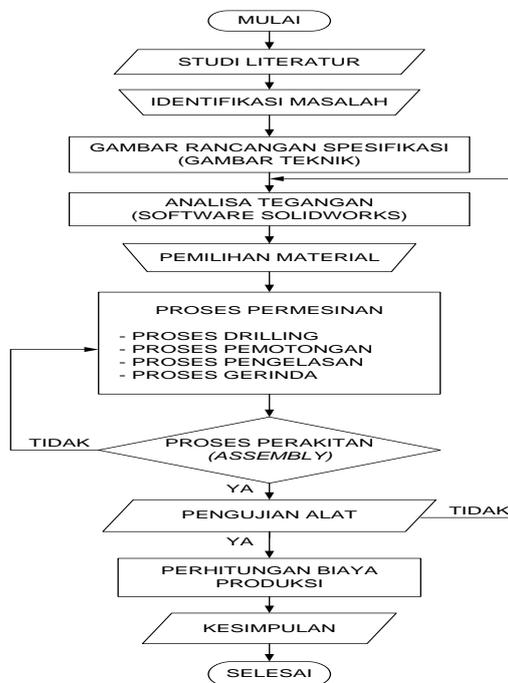
Tower berupa tiang pancang dengan satu kaki. Tower ini di bagi menjadi 2 macam, Pertama tower yang terbuat dari pipa atau plat baja tanpa spanner, diameter antara 40 cm s/d 50 cm, tinggi mencapai 42 meter, yang dikenal dengan nama monopole. Tower Kedua lebih cenderung untuk dipakai secara personal. Tinggi tower pipa ini sangat disarankan tidak melebihi 20 meter (lebih dari itu akan melengkung).



Gambar 2.3 Pole 1 Kaki [ 5 ]

### 3 Metodologi

Dalam penelitian ini ada langkah-langkah yang di lakukan, langkah-langkah penelitian yang dilakukan Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Flow Chart pembuatan tower

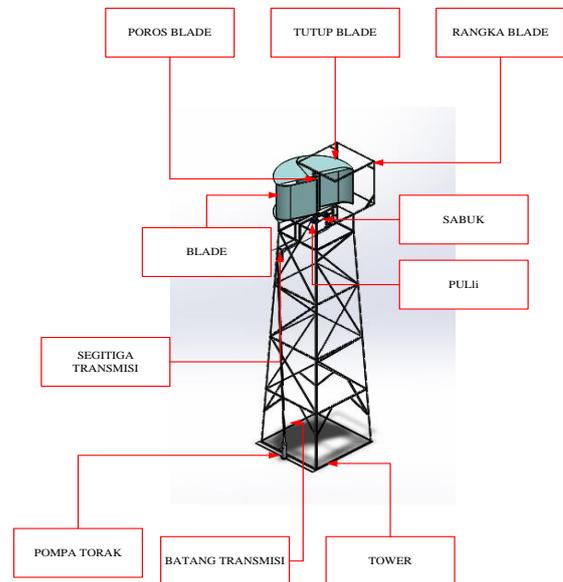
#### 3.1 Alat dan Bahan

Adapun mesin dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan struktur kincir angin untuk pengairan sawah adalah sebagai berikut:

- a. Alat
  1. Mesin bor
  2. Mesin Gerinda Potong
  3. Mesin Gerinda Tangan
  4. Mesin Las
- b. Peralatan Pedukung
  1. Kunci ring/pas
  2. Penitik

3. Palu
4. Penyiku
5. Mistar baja
6. Jangka sorong
7. Mata bor
8. Water pas

#### 3.2 Gambar Rancangan



Gambar 3.2 Rancangan Kincir Angin

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Perhitungan Pembebanan

Sebelum dilakukan simulasi tegangan pada *solidwork*, beban yang akan diberikan pada tower dihitung seperti beban angin dan beban blade. Berikut ini adalah perhitungan beban angin dan beban blade yang akan diterima oleh tower dengan data sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 v &: 5 \text{ m/s} \\
 \rho_{\text{angin}} &: 1.25 \text{ kg/m}^3 \\
 m_{\text{blade}} &: 45 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung besar tekanan angin dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 q &= 0.5 \times \rho \times v^2 \\
 q &= 0.5 \times 1.25 \times 5^2 \\
 q &= 15.625 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan besar tekanan angin, maka beban angin dapat dihitung. Besar area efektif yang terkena angin didapatkan pada gambar kerja, yaitu sebesar 2.1 m untuk satu sisi, sedangkan yang terkena angin terdapat 4 sisi pada tower. Karena bagian tower yang terkena angin berbentuk plat persegi, maka koefesien bentuk plat persegi yaitu 1.28. Beban dari angin yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$F = A \times q \times Cr$$

$$F = 2.1 \times 15.625 \times 1.28$$

$$F = 42 \text{ N}$$

Selanjutnya adalah menentukan beban yang diterima oleh tower akibat berat blade dengan persamaan sebagai berikut.

$$W = m \times g$$

$$W = 45 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 441.45 \text{ N}$$

Setelah diketahui beban angin dan beban blade yang diterima oleh tower, maka beban keseluruhan yang diterima oleh blade adalah sebagai berikut

$$F_{\text{total}} = 174.2 + 441.45 = 615.65 \text{ N.}$$

#### 4.2 Perhitungan Pengelasan

Material untuk rangka yang dipilih besi siku dengan ukuran 50 x 50 mm sebanyak 4 batang, dan besi siku penyangga yang ukuran 40 x 40 mm sebanyak 16 batang dengan ketebalan 4 mm dan 3 mm. Material ini diproses menggunakan mesin gerinda potong hingga memperoleh dimensi akhir panjang batang.

##### 1. Menghitung Daerah Sambungan Las ( A )

$$\text{Rumus : } A = a.t \text{ (mm)}^2$$

Keterangan : A = Luas Daerah

Pengelasan a = Jarak antara plat 1 dengan plat 2 (1 mm)

t = Tebal plat (4 mm)

Maka :

$$A = a.t$$

$$A = 1 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} = 4 \text{ mm}^2$$

##### 2. Menghitung volume sambungan las ( Vs )

Untuk menghitung volume sambungan las, maka persamaan yang digunakan adalah.

Keterangan :

Vs = Volume sambungan las ( mm )<sup>3</sup>

A = Luas penampang Pengelasan

L = Panjang Pengelasan

$$V_s = A \cdot L$$

$$= 4 \text{ mm}^2 \times 40 \text{ mm} = 160 \text{ mm}^3$$

##### 3. Menghitung Volume Elektroda (V<sub>E</sub>)

- Kode Elektroda NK-68 E6013
- Diameter elektroda 2,6 mm
- Panjang elektroda 350 mm

Maka:

$$V_E = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot L = (\text{mm})^3$$

$$V_E = \frac{3,14}{4} (2,6)^2 \cdot 350$$

$$= 1,857.31 \text{ mm}^3$$

##### 4. Menghitung banyaknya elektroda yang dibutuhkan (B<sub>E</sub>).

Untuk menghitung jumlah yang dibutuhkan, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

Keterangan:

B<sub>E</sub> = Banyak elektroda (batang)

V<sub>S</sub> = Volume sambungan las (mm)<sup>3</sup>

Maka :

$$B_E = \frac{V_S}{V_E} = \text{batang}$$

$B_E = \frac{160}{1.857.31} = 0.086$  Jadi elektroda yang dibutuhkan pengelasan 60 bagian rangka adalah  $2400 \text{ mm} \times 0,086 = 206.4$  dan dibulatkan menjadi 207 batang.

##### 5. Menghitung waktu pengelasan Kerangka (T).

Untuk menghitung waktu yang dibutuhkan pada saat melakukan pengelasan, persamaan yang digunakan adalah.

Keterangan:

T = Waktu pengelasan ( menit )

L = Panjang pengelasan ( mm )

Maka :

$$T = \frac{L}{K_m}$$

$T = \frac{30}{40} = 0,75$  menit atau 45 detik → 1 x banyaknya sambungan

$$T = 0,75 \times 60 = 45 \text{ menit}$$

Untuk waktu non produksi yang didapat dilapangan antara lain:

- Waktu pemotongan rangka 40 menit
- Waktu pengecekan ukuran 35 menit
- Waktu pembersihan lokasi pengelasan 15 menit

Jadi total waktu pengelasan rangka adalah:

$$\begin{aligned}T_{\text{total}} &= T + T_{\text{pemotongan}} + T_{\text{pengecekan}} + T_{\text{pembersihan}} \\ &= 45 + 40 + 35 + 15 \\ &= 135 \text{ menit}\end{aligned}$$

= 1 jam 35 menit waktu pengelasan pada rangka.

## 5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisa tegangan menggunakan software solidwork, tegangan kritis terjadi pada bagian bawah tower.
2. Tegangan maksimum yang terjadi pada tower akibat beban angin adalah sebesar 132.64 Mpa dan tegangan minimum yang terjadi adalah 10.36 Mpa
3. Tegangan maksimum yang terjadi pada tower akibat beban blade adalah sebesar 157.092 Mpa dan tegangan minimum yang terjadi adalah 14.28 Mpa.

## 6 Saran

1. Pada saat pemilihan material rangka tower kincir angin, disesuaikan dengan beban yang akan diterima oleh tower.
2. Berdasarkan berdirinya tower yaitu ditempat terbuka, sebaiknya tower dilapisi cat dengan tujuan untuk mengurangi laju korosi.
3. Pada saat melakukan pengecoran, sebaiknya pondasi telah kokoh agar tower tidak tumbang karena kontur tanah yang tidak stabil.

## 7 Daftar Pustaka

- [ 1 ] Gerinda Bosch. (2017). Gerinda Tangan Bosch Besar Dan Kecil - Penelusuran Google.
- [ 2 ] Nakhoda, Y. I., & Saleh, C. (2015). Rancang Bangun Kincir Angin Sumbu Vertikal Pembangkit Tenaga Listrik Portabel, 59–68.
- [ 3 ] Sulaiman. (2017). Apa Sih Tower Itu ?? Retrieved January 27, 2019, From [Http://86engineering.Blogspot.Com/2011/05/Apa-Sih-Tower-Itu.Html](http://86engineering.blogspot.com/2011/05/Apa-Sih-Tower-Itu.html)