

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

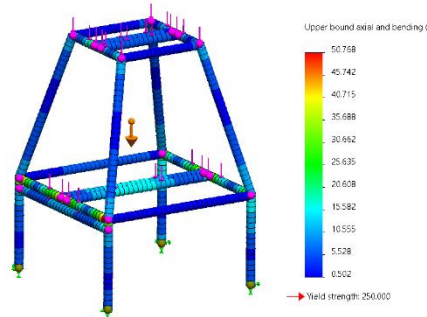
#### 2.1 Tinjauan Pustaka



Gambar 2.1 Tower

Rizal, F. dkk (2019), pada sektor pertanian menggunakan 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 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 tegangan kritis yang terjadi pada tower akibat beban blade. Pada penelitian ini, proses pembuatan tower menggunakan material ASTM A36. Poses penyambungan menggunakan penyambungan las dan baut. Tegangan yang terjadi di analisa menggunakan *software* solidwork. Hasil simulasi tegangan dengan menggunakan *software* solidwork diperoleh tegangan maksimum yang diterima

adalah sebesar 132,64 Mpa, sedangkan tegangan minimum yang diterima sebesar 10,36 Mpa.



Gambar 2.2 Hasil von misses stress

Suryady S, dkk (2022), pada penelitian tentang simulasi factor keamanan dan pembebanan statik rangka pada turbin angin savonius bertujuan untuk mengetahui distribusi tegangan, *displacement*, dan faktor keamanan pada frame turbin angin savonius. Didalam penelitian ini kontruksi *frame* di desain menggunakan software solidwork 2020 dengan material besi siku (ASTM A36) yang mempunyai beberapa titik pembebanan. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan hasil nilai *Von misses stress* pada perhitungan teoritis material ASTM A36 sebesar 46,79 MPa sedangkan pada perhitungan simulasi sebesar 50,76. *Diplacement* pada perhitungan teoritis sebesar 0,5 mm, sedangkan pada perhitungan simulasi sebesar 0,500 mm. *Safety of factor* pada perhitungan teoritis sebesar 5,343 dan perhitungan simulasi sebesar 330,193.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1. Energi angin

Energi adalah kemampuan melakukan kerja. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), energi didefinisikan sebagai daya atau kekuatan yang diperlukan untuk melakukan berbagai proses kegiatan. Energi merupakan bagian dari suatu benda tetapi tidak terikat pada benda tersebut. Angin adalah fluida homogen yang bergerak dengan kecepatan tertentu

### 2.2.2. Turbin angin

Turbin angin adalah alat yang berfungsi untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi gerak berupa putaran rotor dan poros generator untuk menghasilkan energi listrik. Energi gerak yang berasal dari angin akan diteruskan

menjadi gaya gerak dan torsi pada poros generator yang kemudian dihasilkan energi listrik. Turbin angin merupakan mesin penggerak yang energi penggerakannya berasal dari angin. Turbin angin adalah alat yang berfungsi untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi gerak berupa putaran rotor dan poros generator untuk menghasilkan energi listrik. Energi gerak yang berasal dari angin akan diteruskan menjadi gaya gerak dan torsi pada poros generator yang kemudian dihasilkan energi listrik. Turbin angin merupakan mesin penggerak yang energi penggerakannya berasal dari angin. Secara umum turbin angin sumbu Vertikal (TASV), khususnya turbin angin savonius memiliki kecepatan awal angin yang lebih rendah dibandingkan dengan turbin angin jenis lainnya

### 2.2.3. Turbin angin savonius

Anwar, K. dkk (2018), turbin angin Savonius pertama kali diperkenalkan oleh insinyur Finlandia Sigurd J. Savonius pada tahun 1922. Turbin angin sumbu vertikal yang terdiri dari dua sudu berbentuk setengah silinder (atau *elips*) yang dirangkai sehingga membentuk 'S', satu sisi setengah silinder berbentuk cembung dan sisi lain berbentuk cekung yang dilalui angin. Berdasarkan prinsip aerodinamis, rotor turbin ini memanfaatkan gaya hambat (*drag*) saat mengekstrak energi angin dari aliran angin yang melalui sudu turbin. Koefisien hambat permukaan cekung lebih besar daripada permukaan cembung.

Sisi permukaan cekung setengah silinder yang dilalui angin akan memberikan gaya hambat yang lebih besar dari pada sisi lain sehingga rotor berputar.

### 2.2.4. Sudu turbin savonius

Sudu turbin angin yang terdiri dari baling-baling/ sudu merupakan bagian dari turbin angin yang berfungsi menerima energi kinetik dari angin dan merubahnya menjadi energi gerak (mekanik) putar pada poros penggerak. Pada sebuah turbin angin, baling-baling rotor dapat berjumlah 2, 3 atau lebih Turbin angin savonius merupakan jenis turbin angin yang paling sederhana, efisiensi sekitar  $\pm 20\%$ , turbin angin dapat berputar dan menghasilkan energi listrik pada kecepatan angin yang rendah dan tidak terpengaruh arah angin. Maka turbin ini

sangat sesuai untuk di kembangkan dan diteliti sesuai dengan potensi yang ada di Indonesia, khususnya di daerah Kalimantan Selatan. (Muttaqin, 2021)

#### 2.2.5. Alat ukur

Ada beberapa macam alat ukur yang digunakan untuk mengukur beberapa parameter dari turbin diantaranya yaitu:

##### a. *Tachometer*

Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi dari rotor turbin. Tachometer yang digunakan pada penelitian ini yaitu Tachometer OMEGA seri HHT13 memiliki kemampuan pembacaan 5-99.999 rpm dan tingkat ketelitian pembacaan 0.1 rpm.

##### b. *Torquemeter*

Torquemeter digunakan untuk mengukur torsi statis dari poros turbin. Torque meter yang digunakan yaitu Torque meter LUTRON model : TQ-513-003 memiliki kemampuan pembacaan 0,1–147,1 Newton-cm dan memiliki tingkat ketelitian pembacaan 0,1 Newton-cm.

##### c. *Anemometer*

Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Anemometer yang digunakan dalam penelitian ini adalah Omega HHF141 Digital Anemometer memiliki kemampuan pembacaan 1,5–35 m/s dan memiliki tingkat ketelitian pembacaan 0.01 m/s.

#### 2.2.6. Tower 4 kaki (*Rectangular Tower*)



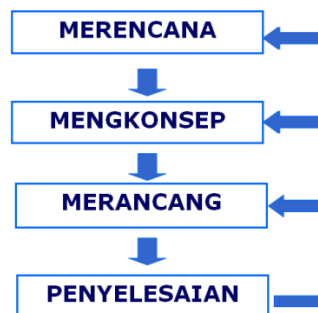
Gambar 2.3 Tower kaki 4

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

#### 2.2.7. Perancangan Menurut VDI 2222

VDI merupakan singkatan dari *Verein Deutsche Ingenieuer* yang artinya Persatuan Insinyur Jerman. Perancangan menurut VDI 2222 lebih sederhana dan lebih singkat (Ruswandi, 2004). Berikut akan dijelaskan beberapa tahapan menurut

VDI 2222. Tahapan perancangan menurut VDI 2222 ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.4 Diagram alir perancangan VDI 2222

##### 1.) Merencana

Yaitu merencana desain apa yang akan dibuat. Tahap ini berisi tentang masukan desain dan rencana realisasi desain tersebut. Tahapan ini sama dengan tahap *input* desain dan rencana desain.

Tahap input desain yaitu adalah tahap dimana seorang perancang melakukan kegiatan untuk menemukan input atau masukan desain. Langkah-langkah dalam rangka mencari input desain dapat dikelompokkan dalam 2 jenis, yaitu input desain *internal* dan input desain *eksternal*. Sedangkan rencana desain adalah tahap dimana seorang perancang harus mampu merencanakan dan mengendalikan lamanya proses perancangan dengan membuat rencana desain. (Purnomo, 2007) Perancangan konsep (*Conceptual design*).

## 2.) Mengkonsep

Memberikan sketsa dan spesifikasi teknis terhadap ide desain yang sudah ditetapkan. Menurut (Purnomo, 2007) pada tahap ini, informasi yang masuk pada input desain diterjemahkan oleh perancangan menjadi informasi yang bersifat detail dan teknis.

## 3.) Merancang

Memberikan desain wujud dan desain rinci terhadap ide desain. Ide ini sudah melewati analisa, pemilihan dan penentuan ide desain. Tahap desain wujud merupakan tahapan yang harus dilakukan perancang untuk memberikan visualisasi berupa gambar 3D, dimana data awal gambar diambil dari input desain dan spesifikasi desain. Sedangkan desain rinci adalah tahap memberikan atau melakukan penggambaran hasil rancangan kedalam gambar kerja/gambar teknik/gambar 2D. (Griffith, 2003).

## 4.) Penyelesaian

Penyelesaian yaitu melakukan finishing terhadap rancangan desain, dengan melakukan verifikasi terhadap konsumen, dan menyiapkan dokumen untuk disampaikan kepada lini produksi

### 2.2.8. *Solidworks*

Menurut Karimah (2019), *Solidworks* adalah salah satu *software* yang berbasis otomasi dalam pembuatan model solid 3D. *Software* ini sangat berguna dalam bidang keteknikan untuk membuat model 2D maupun 3D, selain itu *software* ini juga dapat melakukan simulasi yang sangat berguna untuk melakukan penelitian terhadap suatu mesin maupun material. Namun sebelum masuk pada tahap itu, harus mengenal terlebih dahulu perintah *toolbar* yang ada pada *software* ini sebelum masuk pada tahapan proses penggambaran, harus memilih *template* yang terdiri dari beberapa bagian yaitu *part*, *assembly*, dan *drawing*

### 2.2.9. Rangka

Rangka merupakan sebuah komponen penting dari sebuah mesin. Rangka ini terbuat dari batang yang ujungnya disambung kaku. Batang ini harus mampu menahan gaya yang bekerja pada rangka. Maka dari itu dibutuhkan material yang kuat untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Fungsi utama dari sebuah rangka yaitu

untuk menopang mesin, penggerak, sistem kelistrikan, dan komponen-komponen pendukung lainnya.

Berikut perhitungan mekanika teknik untuk mengetahui kekuatan rangka: (Sularso,2008)

a. Menghitung gaya yang bekerja

$$F = m \times g \quad (2.1)$$

dimana:

$F$  = gaya (N)

$m$  = massa (Kg)

$g$  = gaya gravitasi ( $m/s^2$ )

b. Momen yang bekerja

$$M = F \times d \quad (2.2)$$

dimana:

$M$  = momen (N.mm)

$F$  = gaya (N)

$d$  = Panjang dari titik ke titik (mm)

c. Tegangan geser yang diijinkan

$$\tau_{ijin} = \frac{\sigma}{S_{f1} \times S_{f2}} \quad (2.3)$$

dimana:

$\tau_{ijin}$  = tegangan yang diijinkan ( $N/mm^2$ )

$\sigma$  = tegangan luluh ( $N/mm^2$ )

$S_{f1}$  = faktor keamanan menurut harga bahan

$S_{f2}$  = faktor keamanan beban yang dikenakan

d. Tegangan lentur

$$\sigma_{beban} = \frac{M_{maks}}{I} \times C \quad (2.4)$$

dimana:

$\sigma_{beban}$  = tegangan lentur beban ( $N/mm^2$ )

$M_{maks}$  = momen lentur maksimal (N.mm)

$I$  = momen inersia ( $mm^4$ )

$C$  = jarak sumbu netral (mm)

e. Tegangan geser

$$\tau_{\text{beban}} = \frac{V_{\text{maks}}}{A} \quad (2.5)$$

dimana :

$\tau_{\text{beban}}$  = tegangan geser beban (N/mm)<sup>2</sup>

$V_{\text{maks}}$  = gaya vertikal maksimal (N)

$A$  = luas penampang (mm<sup>2</sup>)

### 2.3 Proses Produksi

Menurut Sunardi, A. T. P., & Suprianto, E. (2020) produksi diartikan sebagai suatu kegiatan atau proses yang mentransformasikan masukan (*input*) menjadi hasil keluaran (*output*). Produksi juga dapat diartikan sebagai kegiatan menghasilkan barang, baik barang jadi, barang setengah jadi, bahan industri, suku cadang dan komponen.

#### 2.3.1 Proses pengukuran

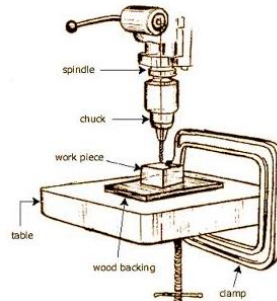
Pengukuran dapat diartikan dengan kegiatan untuk mengukur sesuatu. Pada hakikatnya, kegiatan ini adalah membandingkan sesuatu dengan atau sesuatu yang lain. Kegiatan pengukuran ini memerlukan suatu perangkat yang dinamakan *instrument* (alat ukur).

#### 2.3.2 Proses gerinda

Menurut Widarto (2008) mesin gerinda adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah/memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. Mesin ini dapat mengikis permukaan logam dengan cepat dan mempunyai tingkat akurasi yang tinggi sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Prinsip kerja mesin gerinda adalah suatu benda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan.



### 2.3.3 Proses gurdi (*drilling*)



Gambar 2.5 Mesin gurdi (Paryanto, 2019)

Menurut Widarto (2008) proses gurdi adalah proses pemesinan yang paling sederhana diantara proses pemesinan yang lain. Proses gurdi dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*). Sedangkan proses bor (*boring*) atau proses meluaskan/memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dilakukan pada mesin gurdi, tetapi bisa dengan mesin bubut, mesin frais, atau mesin bor. Berikut merupakan perhitungan gurdi: (Rochim, 2007)

- a. Kecepatan potong

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.1)$$

Dimana :

$v$  = kecepatan potong (mm/detik)

$n$  = kecepatan putar (rpm)

$\pi$  = 3,14

$d$  = diameter gurdi (mm)

- b. Gerak makan per mata

$$f_z = \frac{vf}{(zn)} \quad (2.2)$$

(3.<sup>2</sup>)

Dimana :

$f_z$  = gerak makan per mata potong (mm/putaran)

$v_f$  = kecepatan makan (mm/menit)

$z$  = jumlah mata potong (pcs)

$n$  = putaran spindle/poros utama (rpm)

c. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{lt}{vf} \quad (2.3)$$

Dimana :

$t_c$  = waktu pemotongan (menit)

$vf$  = kecepatan makan (mm/menit)

$l_t$  = panjang pemakanan (mm)

#### 2.3.4 Proses Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyambungan dua buah logam atau lebih dengan cara dipanaskan. Pengelasan digunakan untuk menyambung logam-logam menjadi barang yang bermanfaat. Las busur merupakan salah satu proses pengelasan yang banyak digunakan. Las listrik atau SMAW sering digunakan dalam proses manufaktur, bangunan, dan juga digunakan dalam perbaikan barang-barang mekanik. Adapun perhitungan proses pengelasan yang akan digunakan:

a. Menghitung daerah sambungan las

$$A = a.t \quad (2.6)$$

dimana:

$A$  = Luas daerah ( $\text{mm}^2$ )

$a$  = Jarak antara plat 1 dan plat 2 (mm)

$t$  = Tebal plat (mm)

b. Menghitung volume sambungan las

$$V_s = A . L \quad (2.7)$$

dimana:

$V_s$  = Volume sambungan las ( $\text{mm}^3$ )

$A$  = Luas penampang pengelasan ( $\text{mm}^2$ )

$L$  = Panjang pengelasan (mm)

c. Menghitung volume elektroda

$$V_E = \frac{\pi}{4} d^2.L \quad (2.8)$$

dimana:

$V_E$  = Volume elektroda ( $\text{mm}^3$ )

$d$  = Diameter elektroda (mm)

$L$  = Panjang elektroda (mm)

d. Menghitung banyaknya elektroda yang dibutuhkan

$$B_E = \frac{V_S}{V_E} \quad (2.9)$$

dimana:

$B_E$  = Banyak elektroda (batang)

$V_S$  = Volume sambunga las ( $\text{m m}^3$ )

$V_E$  = Volume elektroda ( $\text{mm}^3$ )

e. Menghitung waktu pengelasan kerangka

$$T = B_E \cdot T_{\text{batang elektroda}} \quad (2.10)$$

dimana:

$B_E$  = Banyak elektroda (batang)

$T_{\text{batang elektroda}}$  = Waktu pengelasan perbatang elektroda (menit/batang)

Jadi total waktu pengelasan adalah:

$$T_{\text{total}} = T + T_{\text{pemotongan}} + T_{\text{pengecekan}} + T_{\text{pembersihan}}$$

### 2.3.5 Finishing

Proses *finishing* merupakan sebuah proses pelapisan benda kerja dengan menggunakan cat. Alat yang digunakan untuk proses *finishing* yaitu mesin gerinda tangan, *spray gun*, cat dan kompresor.