

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Arfarisi (2016), melakukan penelitian tentang “Kincir Angin HAWT Kapasitas 1000 Watt” dengan Sudu Berjumlah 3 buah. Diameter rotor kincir tersebut adalah 2.28 m dan *airfoil* yang dipakai adalah tipe NACA 4415. Material yang dipakai dalam pembuatan *blade* adalah *fiber glass*. Dari data pengujian yang dilakukan kincir angin tersebut dapat menghasilkan daya terendah pada kecepatan angin 2.67 m/s dengan daya sebesar 4.4 watt. Daya tertinggi dari kincir tersebut adalah sebesar 65.6 watt pada kecepatan angin 9.2 m/s.

Dahlan (2016), melakukan penelitian tentang “ Rancang Bangun Baling- Baling Kincir Angin Menggunakan *airfoil* NACA 4412 Dan 4415 Dari Bahan Kayu Mahoni (*Swietenia Macrophylla*) Dan Pinus (*Pinus Merkusii*) “ menjelaskan bahwa dalam penelitian ini pada *airfoil* NACA 4412 lebih baik dari pada NACA 4415, *airfoil* NACA 4412 jenis *taperless* lebih baik dari pada jenis *taper* pada simulasi pengujian C_p -TSR untuk TSR 7 *taperless* bernilai C_p 52% dan *taper* bernilai C_p 50%. Sementara itu hasil simulasi daya-kecepatan angin dengan kecepatan angin 12 m/s *taperless* memiliki daya 1549,88 Watt dan *taper* memiliki daya 1235,31 Watt. Pada penelitian ini *blade* dibuat dengan jenis *blade taperless airfoil* NACA 4412 berbahan kayu Mahoni dan Pinus. Hasil pengujian untuk kayu mahoni menunjukkan keretakan pada salah satu *blade*, sedangkan untuk kayu pinus tidak terjadi keretakan pada semua *blade*

Arisandi dkk (2019), melakukan penelitian tentang “Rancang Bangun dan Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Mini Sebagai Media Pembelajaran (*Blade taperless* berbahan kayu) menjelaskan bahwa *blade* turbin angin memakai jenis *airfoil* NACA 4412 berbahan kayu menggunakan jumlah *blade* sebanyak 3 buah, dengan lebar *blade* 7 cm, panjang *blade* 40 cm dan tebal *blade* 1,3 cm. Pada *blade* bahan kayu saat pengujian angin alami *blade* bisa berputar sendiri saat kecepatan angin 6 m/s, sedangkan pada angin buatan pada jarak 80 cm dengan kecepatan angin sebesar 5,3 m/s. Hasil pengukuran dengan kecepatan angin

sebesar 6,1 m/s dapat menghasilkan tegangan listrik sebesar 15 volt, arus sebesar 0,6 ampere dan putaran sebesar 1612 rpm. Dari analisa perhitungan dapatlah luas sapuan blade sebesar 7,42 m², daya angin sebesar 1029,04 watt, daya angin simulasi sebesar 1024,13 dengan persentase error daya angin sebesar 0,0047%. Daya generator sebesar 7,5 watt, energi kinetik sebesar 22,73 watt, efisiensi turbin sebesar 0,0072%, dan persentase error putaran sebesar 0,14%.

Multazam dkk (2019), tentang “Rancang Bangun Turbin Angin sumbu Horizontal pada Kecepatan Angin Rendah Untuk Meningkatkan Performa *Permanent Magnet Generator*” memaparkan tentang perbandingan 2 turbin angin bermaterial *fiber* dan kayu pinus (*Pinus Merkusii*), dimana turbin angin bermaterial *fiber* menunjukkan hasil tegangan yang diperoleh, dimulai dengan kecepatana angin minimal yaitu 2 m/s dengan nilai tegangan sebesar 1.96 volt, pada kecepatan angin sebesar 14 m/s hingga 15 m/s, nilai tegangan yang dihasilkan yaitu 11.48 volt. Sedangkan dengan *blade* berbahan kayu pinus (*Pinus Merkusii*) menunjukkan tegangan yang dihasilkan dimulai pada kecepatan angin minimal yaitu 2 m/s dengan nilai tegangan sebesar 2.50 volt, pada kecepatan 14 m/s hingga 15 m/s, nilai tegangan yang dihasilkan yaitu 12.15 volt. Didapat bahwa, nilai tegangan yang dihasilkan oleh turbin angin bermaterial kayu pinus (*Pinus Merkusii*) lebih tinggi dibandingkan dengan turbin angin bermaterial *fiber*. Dimana nilai tegangan pada kecepatan terendah selisih hasil tegangan yaitu sebesar 0.54 volt, sedangkan pada kecepatan angin tertinggi selisih tegangan yaitu sebesar 0.67 volt. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa turbin dengan bahan kayu pinus (*Pinus Merkusii*) memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan dengan bahan lainnya, sehingga turbin jenis ini dapat dikembangkan untuk wilayah Aceh terutama di Aceh Besar dan Banda Aceh.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Turbine

Turbine angin merupakan suatu bagian dari sistem pembangkit tenaga angin dimana berperan sebagai penangkap energi angin untuk ditransformasikan menjadi energi gerak rotasi untuk memutar generator. Energi angin (*Pwind*)

merupakan hasil dari setengah kali masa jenis udara (ρ) dengan luas penampang cakupan dari turbin angin (A) dan pangkat tiga dari angin (V^3). Jadi, sedikit saja selisih kecepatan anginnya, maka perbedaan energi yang di hasilkan dapat berkali lipat besar.

Daya angin adalah daya yang dihasilkan oleh angin terhadap luas sapuan *blade* dengan satuan Watt, dengan kurva keadaan tekanan dan kecepatan angin melewati rotor turbin angin. jika tebal *blade* turbin diasumsikan x , kecepatan dan tekanan angin akan berkurang setelah melewati *blade*,

2.2.2 Aliran Fluida

Fluida dapat didefinisikan sebagai suatu zat yang terus menerus berubah bentuk apabila mengalami tegangan geser fluida tidak mampu menahan tegangan geser tanpa berubah bentuk. Begitu dengan bahan-bahan seperti oli, cat,ter dan larutan polimer yang menunjukkan karakteristik zat padat atau fluida yang dipengaruhi oleh tegangan geser yang dialami. Jenis aliran suatu fluida dapat dilihat pada *Reynold number* yang terdapat pada fluida tersebut. *Reynold number* merupakan nilai non-dimensional yang didefinisikan sebagai rasio gaya inersia dengan viskositas. Aliran terbagi menjadi 3 aliran menurut dari nilai *Reynold* yaitu:

a. Aliran laminar

Aliran fluida dapat dikatakan laminar jika aliran fluida yang bergerak searah dan konstan melintas secara beraturan, tidak memotong antara aliran 1 dengan aliran lainnya yang dipengaruhi dengan mudah diamati pergerakan partikel fluidanya. Laju aliran laminar memiliki bilangan *Reynold* lebih kecil dari 2300 ($Re < 2300$).

b. Aliran turbulen

Aliran turbulen adalah aliran fluida yang bergerak tidak beraturan (fluktuatif), dimana pada kondisi aliran turbulen ini partikel fluida yang bergerak menunjukkan pola acak tidak beraturan sehingga pergerakannya sulit diamati. Laju aliran turbulen memiliki bilangan *Reynold* lebih besar dari laminar dan trasisi yaitu > 4000 ($Re > 4000$)

c. Aliran transisi

Adapun diantara proses terjadinya aliran secara laminar dan turbulen yang terjadi terdapat daerah yang dikenal dengan daerah transisi yaitu daerah dimana terjadinya jarak (*space*) waktu perubahan dari aliran laminar menuju turbulen. Proses transisi tersebut dapat dilihat dari, laju aliran transisi memiliki bilangan *Reynold* lebih besar dari laminar $Re > 2300$ lebih kecil dari turbulen $Re < 4000$ (Muson, 2009)

2.2.3 Blade

Blade merupakan bagian penting dalam suatu sistem turbin angin sebagai komponen yang berinteraksi langsung dengan angin. secara umum terdiri dari dua tipe yaitu *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT) dan *Vertical Axis Wind Turbine* (VAWT).

Berdasarkan desain *blade* mempunyai tiga jenis bentuk yaitu :

- a. *Taper* (mengecil keujungnya)
- b. *Tapperless* (pangkal dan ujungnya memiliki lebar yang sama)
- c. *Inverse-taper* (membesar keujungnya)

Ketiga *blade* ini memiliki kapasitasnya masing-masing, seperti *blade taper* cocok untuk angin kecepatan tinggi, sementara *inverse-taper* cocok untuk kecepatan angin rendah (putaran rendah, torsi tinggi) dan *blade taper-less* diantara keduanya. Setelah mengetahui jenis-jenis *blade* dapat dilakukan perancangan sesuai dengan bentuk yang kita inginkan.

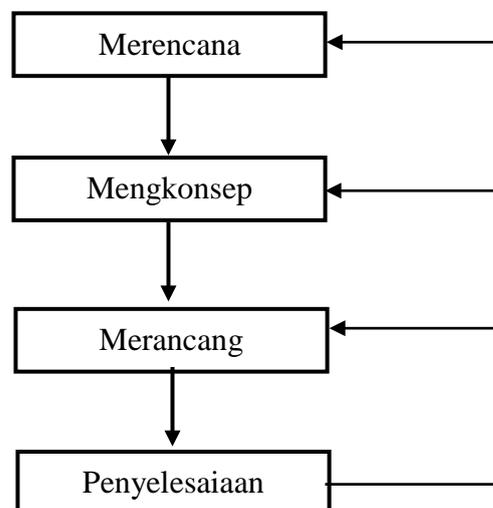
2.2.4 Generator

Generator adalah salah satu mesin listrik yang bekerja berdasarkan energi gerak/mekanik dan mengubahnya menjadi energi listrik yang dapat di manfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Generator menggunakan prinsip eksperimen *Faraday* yang memutar medan magnet secara relatif terhadap kumparan atau sebaliknya. Ketika medan magnet digerakkan perbedaan potensial antara ujung kumparan. Perubahan fluksi magnetin dapat di akibatkan oleh gerakan yang memanfaatkan sumber energi eksternal, seperti angin atau air yang memutar bilah turbine yang terkopel dengan genrator.

Generator induksi merupakan salah satu jenis generator AC yang menerapkan kebalikan prinsip motor induksi untuk menghasilkan tenaga. Generator induksi dioperasikan dengan menggerakkan rotor lebih cepat dari pada kecepatan sinkronnya yang mengakibatkan slip negatif. Generator induksi menerapkan prinsip induksi elektromagnetik dalam operasinya. Meskipun demikian dengan modifikasi tertentu, generator ini dapat juga bekerja dengan kecepatan rendah dan kecepatan tidak tetap. Sehingga generator induksi banyak digunakan pada pembangkit listrik tenaga angin. Adapun prinsip pembangkitan tegangan pada generator adalah jika sebuah konduktor diputar memotong medan magnet, maka pada penghantar tersebut akan dibangkitkan tegangan.

2.2.5 Proses Perancangan Menurut VDI 2222

VDI merupakan singkatan dari *Verein Deutsche Ingenieuer* yang artinya adalah Persatuan Insinyur Jerman. Perancangan menurut VDI 2222 lebih sederhana dan lebih singkat (Pahl, G., dkk. 2007). Tahap perancangan menurut VDI 2222 ditunjukkan pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Perancangan menurut VDI 2222 (Pahl, G., dkk. 2007) Uraian

tahapan perancangan menurut VDI 2222 adalah sebagai berikut

a. Merencana

Sebuah proses merencanakan desain yang akan dibuat. Tahap ini berisi tentang masukan desain dan rencana realisasi desain tersebut. Tahap ini sama dengan tahap input desain dan rencana desain.

Kegiatan dari merencana ini adalah:

1. Pemilihan pekerjaan (studi kelayakan, analisa pasar, hasil penelitian, konsultasi pemesan, pengembangan awal, hak paten dan kelayakan lingkungan.)
2. Penentuan kelayakan.

b. Mengkonsep

Memberikan sketsa dan spesifikasi teknis terhadap ide desain yang sudah ditetapkan. Spesifikasi perancangan berisi syarat-syarat teknis produk yang disusun dari daftar keinginan pengguna yang dapat di ukur.

Tahap-tahap mengkonsep adalah sebagai berikut:

1. Memperjelas pekerjaan
2. Membuat daftar tuntutan.
3. Penguraian fungsi
4. Membuat alternatif fungsi bagian.
5. Variasi konsep
6. Menilai alternatif konsep berdasarkan aspek teknik ekonomis.
7. Pengambilan keputusan alternatif konsep rancangan.

c. Merancang

Memberikan desain wujud dan desain rincian terhadap ide desain. Ide ini sudah melewati analisa, pemilihan dan penentuan ide desain. Tahapan dalam merancang adalah sebagai berikut:

1. Membuat pra-desain berkala
2. Menghilangkan bagian kritis
3. Membuat perbaikan pra-desain
4. Menentukan pra-desain yang telah disempurnakan.

d. Penyelesaian

Melakukan *finishing* terhadap rancangan desain, dengan melakukan verifikasi terhadap konsumen/*marketing* dan menyiapkan dokumen untuk disampaikan kepada lini produksi. Tahap-tahap penyelesaian akhir adalah:

1. Membuat gambar susunan
2. Membuat gambar bagian/detai dari daftar bagian.

2.2.6 Gambar Teknik

Gambar merupakan sebuah alat untuk menyatakan maksud dari seorang perancang. Fungsi gambar adalah bahasa teknik dan pola informasi, tugas gambar digolongkan dalam tiga golongan berikut:

a. Penyampai Informasi

Gambar mempunyai tugas meneruskan informasi dari perancang dengan tepat kepada orang-orang yang bersangkutan, kepada perencana proses, pembuat, pemeriksaan, perakitan.

b. Pengawet, penyimpanan dan penggunaan keterangan

Gambar merupakan data teknis yang sangat ampuh untuk teknologi dari suatu perusahaan didapatkan dan dikumpulkan. Oleh karena itu gambar bukan saja di awetkan untuk mensuplai bagian-bagian produk untuk perbaikan atau diperbaiki, tetapi gambar-gambar diperlukan juga untuk disimpan dan dipergunakan sebagai bahan informasi untuk rencana-rencana baru dikemudian hari.

c. Cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi

Dalam perencanaan, konsep abstrak yang melintas dalam pikiran diwujudkan dalam bentuk gambar melalui proses pemikiran dari perencanaan dan gambar. Kemudian gambarnya diteliti dan dievaluasi.

Gambar teknik juga mempunyai tujuan-tujuan gambar sebagai berikut:

1. Internasional gambar

Peraturan-peraturan gambar dimulai dengan persetujuan bersama antara orang-orang bersangkutan, dan kemudian telah menjadi bentuk standar perusahaan. Bersama dengan meluasnya dunia usaha, keperluan standar perdagangan dan standar internasional.

2. Mempopulerkan gambar

Dalam lingkungan teknologi tinggi, akibat dikenalnya teknologi, golongan yang harus membaca dan mempergunakan gambar meningkat jumlahnya. Akibatnya diperlukan mempopulerkan gambar, dan gambar harus jelas dan mudah, peraturan-peraturan dan standar sederhana dan ekplisit sangat diperlukan.

3. Perumusan gambar

Hubungan yang erat antara bidang-bidang industri seperti permesinan, struktur, perkapalan, perumahan atau arsitektur, dan teknik sipil, masing-masing dengan kemajuan masyarakat teknologinya, tidak memungkinkan menyelesaikan suatu proyek dari suatu bidang saja secara bebas, bahkan dari itu telah menjadi keharusan untuk menyediakan keterangan-keterangan gambar yang dapat dimengerti terlepas dari bidang-bidang di atas. Untuk tujuan ini masing-masing bidang akan mencoba untuk mempersatukan dan mengidentisir standar-standar gambar.

4. Sistematika gambar

Meningkatkan gambar kerja saja isi gambar menyajikan banyak oerbedaan-perbedaan, tidak hanya dalam penyajian bentuk dan ukuran, tetapi tanda-tanda toleransi ukuran, toleransi bentuk dan keadaan permukaan juga.

5. Penyederhanaan gambar

Penghematan tenaga kerja dalam menggambar adalah penting, tidak hanya untuk mepetsingkat waktu, tetapi juga untuk meningkatkan mutu rencana. Oleh karena itu penyederhanaan gambar menjadi masalah penting untuk menghemat tenaga mengambar.

6. Modernisasi gambar

Bersamaan dengan kemajuan teknologi, standar gambar juga telah dipaksa mengikutinya. Dapat disebutkan disini cara-cara baru yang telah dikembangkan seperti misalnya pembuatan film mikro, berbagai macam mesin gambar otomatis dengan bantuan komputer, perencanaan dengan bantuan komputer (*CAD – Computer Aided Design*) (Shigley, J. E; & Mitchel, L. D.)

2.2.7 Solidworks

Solidworks adalah salah satu *Computer Aided Design (CAD) software* yang dibuat oleh *Dassault Systems* digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk mempresentasikan *part* sebelum *real part* nya dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses pemesinan. *Solidworks* mempunyai tiga *mode* untuk merancang, yaitu:

a. *Part*

Mode part berfungsi untuk menggambar *sketch* 2D dan 3D komponen- komponen yang akan dibuat.

b. *Assembly*

Mode assembly berfungsi untuk merakit atau menggabungkan komponen yang sudah digambar pada *mode part*.

c. *Drawing*

Mode drawing berfungsi untuk membuat gambar *detail* dari komponen yang sudah digambar pada *mode part* dan *mode assembly*.

2.2.8 Proses Produksi

Definisi produksi adalah suatu proses yang terdapat kegiatan pengolahan bahan mentah (input), dengan serangkaian tahapan-tahapan untuk menghasilkan produk (output), yang lebih bernilai maknanya. Sedang pengertian dari produk itu sendiri adalah hasil akhir dari proses pengolahan. Sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia : “Produk adalah barang atau jasa yang dibuat dan ditambahkan gunanya atau nilainya dalam proses produksi dan menjadi hasil akhir dari proses produksi itu (Noviyasari, C, 2013)

2.2.9 Proses Pengelasan

Las adalah cara penyambungan dua benda padat melalui pencairan dan perpaduan dengan menggunakan panas. Berdasarkan terminology di atas, maka berlaku dua syarat yang menentukan dalam pengelasan, yakni:

- a. Bahan yang disambung harus dapat mencair oleh panas dan bahan yang disambung harus cocok (compatible) satu dengan yang lainnya.

- b. Penyambungan dua buah bahan yang tidak cocok harus menggunakan bahan antara yang cocok bagi kedua bahan yang akan disambung.

2.2.10 Proses Perakitan

Alfadhlani (2009), proses perakitan adalah proses penggabungan dari beberapa bagian komponen untuk membebtuk suatu konstruksi yang diinginkan. Proses perakitan untuk komponen-komponen dominan terbuat dari pelat-pelat tipis dan pelat tebal ini membutuhkan teknik-teknik perakitan tertentu yang biasanya dipengaruhi oleh beberapa faktor. Diantaranya faktor-faktor yang paling berpengaruh adalah :

- a. Jenis bahan yang akan dirakit
- b. Pemilihan metode penyambungan yang tepat.
- c. Pemilihan metode penguatan pelat yang tepat.
- d. Penggunaan alat-alat bantu perakitan.
- e. Toleransi yang diinginkan.
- f. Keindahan bentuk
- g. Ergonomis konstruksi

2.2.11 Proses *finishing*

Maran Zevy (2007) *finishing* adalah proses terakhir dalam pembuatan suatu produk dengan cara merapihkan dan melapisi hasil produk dengan cat yang bertujuan agar produk terlihat lebih menarik. Adapun alat-alat yang di gunakan pada proses *finishing* sebagai berikut :

1. Spray Gun

Spray gun adalah alat yang berfungsi untuk mencampur bahan cat dengan udara dan kemudian menyembrotkan cairan cat pada permukaan benda kerja.

2. Kompresor

Kompresor dalam pengecatan berfungsi sebagai penyedia udara bertekanan, cara kerjanya dengan menekan udara kedalam tangki tekan yang telah dilengkapi dengan katup pengaman. Katup pengaman berfungsi untuk menjaga tekanan udara dalam tanki. Katup akan membuka jika tekanan udara dalam tnakgi

telah melampaui batas maksimal. Kompresor di lengkapi dengan *manometer*, kran gas, baut untuk mengeluarkan air regulator dan selang karet.