

**PEMBUATAN SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA BAYU (PLTB) SKALA KECIL UNTUK MEDIA
PEMBELAJARAN**

(Tugas Akhir)

Oleh:

Rachmat

1905101019



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

**PEMBUATAN SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA BAYU (PLTB) SKALA KECIL UNTUK MEDIA
PEMBELAJARAN**

**Oleh :
RACHMAT**

Tugas Akhir

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
AHLI MADYA TEKNIK**

**Pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2022

ABSTRAK

PEMBUATAN SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) SKALA KECIL UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN

Oleh

Rachmat

Listrik merupakan energi pokok bagi masyarakat. Salah satunya yaitu untuk penerangan. Keadaan kelistrikan di Indonesia sekarang ini sangat memprihatinkan apalagi sumber energi fosil yang merupakan bahan sumber energi utama listrik sudah mulai sangat terbatas, dan pada suatu saat akan habis. Banyak penelitian yang melakukan untuk menemukan sumber energi alternatif yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan. Salah satu energi alternatif yaitu energi dengan pemanfaatan udara yang bergerak atau Pembangkit Listrik Tenaga Bayu.

Turbin angin adalah sebuah kincir yang digunakan membangkitkan tenaga listrik, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui yaitu angin. Pemilihan jenis turbin yang sesuai untuk suatu pembangkit tenaga listrik tergantung pada kecepatan angin daerah tersebut. Pembuatan simulator turbin angin ini menggunakan bahan yang mudah didapat di sekitar masyarakat, rangka mesin terbuat dari besi siku. Kincir sebagai penggerak utama, dibawah kincir terdapat juga mesin kipas yang berfungsi menggerakkan baling-baling yang terdapat generator yang menghasilkan listrik. Untuk menyalurkan angin dari mesin kipas terhadap baling-baling menggunakan pipa sebagai media penyaluran untuk angin yang berasal dari mesin kipas dan menggerakkan baling-baling menyebabkan Lampu LED dapat menyala.

Kata kunci : **Turbin angin, Energi.**

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF SMALL-SCALE WIND POWER PLANT (PLTB) SIMULATOR FOR LEARNING MEDIA

By

Rachmat

Electricity is the main energy for society. One of them is for lighting. The current state of electricity in Indonesia is very concerning, especially since fossil energy sources, which are the main source of electricity, are starting to be very limited, and one day they will run out. Many studies have been conducted to find alternative energy sources that can be used as needed. One alternative energy is energy by utilizing moving air or wind power plants.

A wind turbine is a mill that is used to generate electricity, using the principle of energy conversion and using a renewable natural resource, namely wind. The selection of the appropriate type of turbine for a power plant depends on the wind speed of the area. Making this wind turbine simulator uses materials that are easily available around the community, the engine frame is made of angle iron. The wheel is the prime mover, under the wheel there is also a fan engine that functions to move the propeller which has a generator that produces electricity. To circulate wind from the fan engine to the propeller using a pipe as a medium for channeling the wind originating from the fan engine and moving the propeller causes the LED light to light up.

Keywords: **Wind turbines, Energy.**

**Judul Proyek Akhir : PEMBUATAN SIMULATOR PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) SKALA
KECIL UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN**

Nama Mahasiswa : Rachmat

Nomor Pokok Mahasiswa : 1905101019

Jurusan : Diploma III Teknik Mesin

Fakultas : Teknik



**Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Mesin**

Dosen Pembimbing

Agus Sugiri, S.T., M.Eng.

NIP : 197008041998031003

Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.

NIP : 197112142000121001

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Amrul, S.T., M.T.

NIP : 197103311999031003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing : **Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.**

Penguji : **Akhmad Riszal, S.Pd., M.Eng.**

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc J

NIP.197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Proyek Akhir: 19 Desember 2022

PERNYATAAN PENULIS

Proyek Akhir ini dibuat sendiri oleh penulis dan bukan hasil plagiat sebagaimana diatur dalam pasal 27 Peraturan Akademik Universitas Lampung dengan Surat Keputusan Rektor No. 3187/H26/DT/2010.

Yang Membuat Pernyataan



Rachmat

NPM. 1905101019

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 02 April 2001, merupakan anak ke empat dari empat bersaudara, dari pasangan bapak Sabar dan ibu Sahetinah. Penulis menyelesaikan pendidikan SD Negeri 1 Wates pada tahun 2013 dan selanjutnya penulis menyelesaikan pendidikan di SMP Negeri 1 Trimurjo pada tahun 2016. Kemudian pada tahun 2019 penulis menyelesaikan pendidikannya di SMA NEGERI 1

Trimurjo. Sejak 2019 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Penerimaan Mahasiswa Program Diploma (PMPD).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM) sebagai anggota Kreativitas (2020 – 2021) dan Ketua Devisi kreativitas (2021 – 2022).

Pada tanggal 02 Agustus hingga 02 September 2021 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit III Plaju Sungai-Gerong, Palembang, Sumatra Selatan dengan judul ***“FABRIKASI GEARBOX PENGGERAK FAN PADA COOLING TOWER DI PT. PERTAMINA (PERSERO) REFINERY UNIT III PLAJU SUNGAI-GERONG”***. Kemudian pada September tahun 2022 penulis mengerjakan Proyek Akhir dengan judul ***“PEMBUATAN SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) SKALA KECIL UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN”***. Dibawah bimbingan bapak Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T. dan dengan dosen penguji bapak Agus Sugiri, S.T., M.Eng.

MOTTO

“Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita”

(At-Taubah ayat 40)

“Butuh keberanian, keyakinan, daya tahan, dan tekad yang teguh untuk mengatasi semua rintangan yang membangun jembatan kehidupan.”

(John J. Watson)

“jangan pernah letih berbuat kebaikan kelak kebaikanmu mendapatkan kemuliaan”

(rachmat)

“Tidak peduli seberapa sulit atau mustahilnya itu, jangan pernah melupakan tujuanmu”

(Monkey D Fluffy)

PERSEMBAHAN

*Dengan kerendahan hati ini
ku persembahkan tugas akhirku ini untuk :*

Ayah, almh Ibu dan Keluargaku Tercinta

Dan

-

Almamater Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

Serta

Rekan - Rekan Teknik Mesin 2019

SANWACANA

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah mencurahkan nikmat, rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang bertempat di Universitas Lampung dan Sekolah Alam Way Huwi Lampung Selatan. Pada tanggal 28 Juli 2022 – 05 September 2022, dapat dilaksanakan dengan sebaik – baiknya.

Tujuan dari penyusunan Laporan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan mata kuliah Tugas akhir yang dilakukan oleh penulis. laporan ini disusun berdasarkan data yang sesungguhnya yang penulis dapatkan selama melaksanakan tugas akhir

Selama melakukan tugas akhir ini penulis banyak menerima bantuan, baik berupa moril maupun material dan bimbingan serta arahan dari semua orang terdekat. Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. ALLAH SWT, karena rahmat-Nya, hidayah-Nya, anugerah ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya, penulis mampu melaksanakan laporan kerja praktik dengan tepat waktu.
2. Orang Tuaku Bapak Sabar dan almh Ibu Sahetinah, atas nasehat, do'a restu, cinta dan kasih sayangnnya serta seluruh keluargaku yang telah memberikan dukungan, motivasi dan do'anya.
3. Bapak Dr. Amrul, S.T., M.T. Selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
4. Bapak Agus Sugiri, S.T., Eng. sebagai Ketua Program Studi Diploma III dan Koordinator Kerja Praktek Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Mesin Unila.

5. Bapak Muhamaad Irsyad, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas akhir.
6. Bapak Prof. DR. Soegiyanto, M.T. Dosen Pembimbing Akademik.
7. Bapak Subuh Tugiono, S.T.,M.T., selaku pembimbing lapangan di Sekolah Alam Lampung
8. Teman-teman proyek EBT, Farid Dicky Kurniawan, Tedy Roynaldo
9. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2019 yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu dan seluruh civitas akademika jurusan Teknik Mesin (Solidarity Forever).
10. Teman-tempat abang lab. Termodinamika yang telah membantu pengarahan dalam mengerjakan proyek akhir
11. Dan semua pihak yang telah memberikan do'a, bantuan serta motivasi yang mendukung penyelesaian dari laporan kerja praktek ini.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Bandar Lampung, September 2022

(Rachmat)

DAFTAR ISI

SANWACANA	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABLE	vii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulis.....	2
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Energi Angin	4
2.2 Turbin Angin	5
1. Definisi turbin angin.....	5
2. Klasifikasi Turbin Angin.....	6
3. Jenis – jenis turbin angin	6
4. Komponen dari turbin angin.....	9
2.3 Desain Sudu.....	11
2.4 Airfoil Sudu	11
a). NACA.....	11
b). NREEL	15
2.5 . Gaya angkat dan Gaya Hambat	17
2.6 Tip Speed Ratio (TSR)	18
2.7 Pengertian Arus	19
2.8 Pengertian Tegangan	20
2.9 Pengertian Daya	20

BAB III	22
METODOLOGI PROYEK AKHIR	22
3.1. Waktu dan Tempat	22
3.2. Alat dan Bahan	22
1. Alat.....	22
2. Bahan	24
3.3. Diagram Alur Proses Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) Dengan Skala Kecil	28
BAB IV	29
PEMBAHASAN	29
4.1 Rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB)	29
4.2. Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Angin.....	31
4.3 Perhitungan Daya Listrik PLTB.....	36
BAB V	40
PENUTUP	40
5.1. Kesimpulan.....	40
5.2. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Jenis Turbin Angin Horizontal.....	7
Gambar 2.2 Jenis-jenis turbin TASV	8
Gambar 2.3. Komponen Turbin Angin	10
Gambar 2.4. NACA Airfoil Geometry	12
Gambar 2.5 Ilustrasi gaya angkat dan gaya hambat	17
Gambar 3.1 Mesin Las dan Palu	23
Gambar 3.2. Gerinda Tangan dan Bor Tangan	23
Gambar 3.3 Kunci Pas.....	24
Gambar 3.4 Meteran	24
Gambar 3.5. Penggaris Siku dan Spidol	25
Gambar 3.6. Besi Siku	26
Gambar 3,7. Blower	26
Gambar 3.8. Pipa Pvc	27
Gambar 3.10 Stop kran <i>Ball valve</i>	27
Gambar 3.11. Baling-baling Kipas.....	28
Gambar 3.12. <i>Mini Wind Turbine</i>	28
Gambar 3.13. Kabel Serabut	29
Gambar 3.14. Lampu Led	29
Gambar 4.1. Rangka sebelum pasang komponen	32
Gambar 4.2. Rangka sesudah dipasang komponen	32
Gambar 4.3. Desain Rangka	33
Gambar 4.4. Pemotongan besi siku.....	33
Gambar 4.5. Pengelasan	34
Gambar 4.6. Prose pengeboran kerangka.....	34
Gambar 4.7. Pemotongan pipa pvc	35
Gambar 4.8. Pengecatan rangka	35
Gambar 4.9. Pemotongan plastic fiber	36
Gambar 4.10. Perakitan komponen.....	36

DAFTAR TABLE

Tabel 2.1. Family airfoil NREEL	15
Table 2.2 Hubungan TRS dengan jumlah sudu	18
Table 4.1 Deskripsi Bahan-bahan Pembangkit Listrik Tenaga Angin	31
Table 4.2. Hasil Pengujian	37

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik adalah suatu sumber energi dimana dapat memindahkan energi menjadi suatu bentuk elektronik yang lainnya. Energi listrik ini sangat dibutuhkan oleh berbagai tingkatan masyarakat. Listrik merupakan energi yang memengaruhi hidup dan kehidupan manusia saat ini, semakin bertambahnya kebutuhan akan adanya kebutuhan listrik dalam kehidupan di setiap daerah dari waktu ke waktu selalu berbeda bergantung pada pemakaian listrik di daerah tersebut, sehingga penyediaan tenaga listrik dan alokasi pembangkit yang digunakan juga berbeda di daerah satu dengan yang lainnya.

Di Indonesia kebutuhan energi diatur oleh Perusahaan Listrik Negara (PT. PLN) sebagai penyedia tunggal energi listrik harus bisa memprediksi kebutuhan beban listrik tiap harinya. Peranan yang sangat besar saat ini energi fosil yang selama ini menjadi sumber utama. Upaya-upaya pencarian sumber energi alternatif selain fosil untuk mencari energi lain yang disebut dengan istilah energi terbarukan. Energi terbarukan dapat didefinisikan sebagai energi yang secara cepat dapat diproduksi kembali melalui proses alam. (Rizal Fachri,2017)

Salah satu daya potensi energi terbarukan adalah energi angin, energi ini dapat untuk menghasilkan listrik yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, elemen pembangkit ini disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Turbin angin adalah sebuah kincir yang digunakan membangkitkan tenaga listrik, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui yaitu angin. (Maidi Saputra, 2016).

Pemanfaatan PLTB juga dapat digunakan untuk proses kegiatan belajar mengajar siswa sekolah. Di Sekolah Alam Lampung terdapat tingkatan belajar dari tingkat Pendidikan Anak Usia Dini, Taman Kanak-kanak, Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama, dan Sekolah Menengah Atas. Pada tingkatan Sekolah Menengah Pertama dan Sekolah Menengah Atas, dilakukannya pelatihan energi baru dan terbarukan dengan harapan dapat mengenal dan menerapkan teknologi tersebut. Oleh sebab itu dibuatlah simulator PLTB dengan tujuan menjadi objek siswa agar dapat memenuhi target yang diinginkan.

1.2 Tujuan

Tujuan dilaksanakan dari proyek akhir. Adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui proses Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan skala kecil
2. Mengetahui daya yang dihasilkan dari proses pengujian pembangkit listrik tenaga angin dengan skala kecil

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, hanya dibatasi pada pembuatan simulator pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB).

1.4. Sistematika Penulis

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam menyusun laporan proyek akhir ini sebagai berikut: Bab I. Pendahuluan, Terdiri dari latar belakang, tujuan, waktu dan tempat pelaksanaan proyek akhir, batasan masalah dan sistematika penulisan. Bab II. Tinjauan Pustaka berisikan tentang teori-teori dari beberapa literatur tentang PLTB, dan macam-macam yang berhubungan dan mendukung pembahasan studi kasus yang diambil. Bab III. Metodologi Proyek

Akhir berisikan membahas tentang metode-metode yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir Bab IV. Hasil dan Pembahasan berisikan penjelasan pembuatan Proyek akhir dari tahap awal hingga akhir Bab V. Simpulan dan Saran, berisikan kesimpulan atas studi kasus yang dibahas, Daftar pustaka berisikan sebagai pendukung penulisan laporan ini

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi Angin

Energi memiliki beberapa pengertian, Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja (misal untuk energi listrik dan mekanika) ; daya (kekuatan) yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan, misal dapat merupakan bagian suatu bahan atau tidak terikat pada bahan (seperti sinar matahari) tenaga. Sedangkan menurut Michael J. Moran, energi merupakan konsep dasar dari termodinamika yang menjadi aspek yang penting dari analisis teknis. Pengertian energi secara umum adalah kekuatan yang dimiliki oleh sesuatu benda sehingga mampu untuk melakukan kerja.

Energi memiliki berbagai macam jenis, energi yang diketahui oleh manusia sampai saat ini diantaranya yaitu: energi cahaya, energi kimia, energi panas, energi suara, energi listrik, energi nuklir, energi potensial, dan energi gerak (energi kinetik). Energi gerak muncul pada objek bergerak atau substansi, ketika benda bergerak atau substansi ada gerakan energi, hal ini sejalan dengan perubahan energi air (gerakan air di sungai) untuk memutar turbin untuk menghasilkan listrik. Energi gerak memiliki contoh lain yaitu gerakan turbin angin yang berputar untuk menghasilkan listrik pada pembangkit listrik tenaga angin.

Angin adalah udara yang bergerak akibat adanya rotasi bumi dan juga adanya perbedaan tekanan udara disekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke tempat yang bertekanan udara rendah, atau dari daerah yang bersuhu rendah ke wilayah bersuhu tinggi. Buys Ballot seorang ahli ilmu cuaca dari Francis berpendapat bahwa angin adalah udara yang bergerak dari tempat bertekanan tinggi ke tempat bertekanan rendah. Anemometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin. Satuan dari

kecepatan angin adalah km / jam atau knot (1 knot = 0,5148 m / det = 1,854km / jam).

Angin mempunyai banyak jenis, diantaranya yaitu: angin Passat (trade wind), angin anti Passat, angin barat (westernlies), angin timur kutub (polar easterlies), angin muson (monsun) dan angin lokal. Angin lokal terdiri dari: angin jatuh, angin gunung dan angin lembah, serta angin darat dan angin laut. Angin darat dan angin laut merupakan jenis angin yang biasa dirasakan dalam kehidupan sehari – hari, terutama penduduk yang menetap di daerah pesisir. Angin darat bertiup dari darat menuju ke laut, sedangkan angin laut bergerak dari laut menuju ke darat. Pada malam hari daratan lebih cepat dingin dari pada laut, karena suhu di daratan pada malam hari lebih rendah menyebabkan tekanan di daratan tinggi (maksimum) sedangkan tekanan dilautan rendah, inilah yang menyebabkan angin darat terjadi pada malam hari. Suhu di lautan saat siang hari lebih rendah ketimbang di daratan, maka angin bertiup dari laut menuju ke daratan atau yang biasa kita sebut dengan angin laut .

Dari ulasan diatas, dapat disimpulkan bahwa energi angin adalah pengumpulan energi yang berguna dari angin. Tenaga angin banyak jumlahnya, tidak terbatas, tersebar luas, bersih dan tidak menimbulkan efek rumah kaca. Di Indonesia, pembangkit listrik yang memanfaatkan tenaga angin di sebut dengan pembangkit listrik tenaga bayu. (amir ruslan,2011)

2.2 Turbin Angin

1. Definisi turbin angin

Turbin angin adalah sebuah kincir yang digunakan membangkitkan tenaga listrik, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui yaitu angin. (Maidi Saputra, 2016)

2. Klasifikasi Turbin Angin

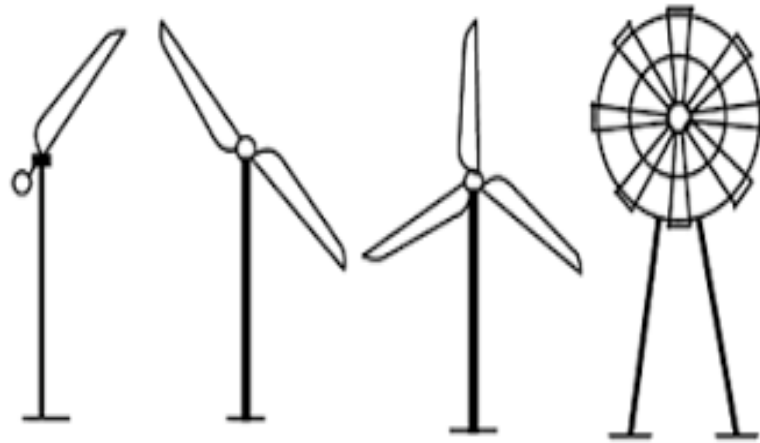
Turbin angin sebagai mesin konversi energi dapat digolongkan berdasarkan prinsip aerodinamik yang bekerja pada rotornya. Berdasarkan prinsip aerodinamik, turbin angin menjadi dua bagian yaitu jenis drag (tipe drag) dan jenis lift (tipe lift) (Hermani, 2012). Kedua prinsip aerodinamik yang dimanfaatkan turbin angin memiliki perbedaan putaran pada rotornya, dengan prinsip gaya drag memiliki putaran rotor relatif rendah dibandingkan turbin angin yang rotornya menggunakan prinsip gaya lift. Jika dilihat dari arah sumbu rotasi rotor, turbin angin dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu horizontal axis wind turbine (HAWT) dan vertical axis wind turbine (VAWT) (Mathew, 2006).

3. Jenis – jenis turbin angin

Berdasarkan arah sumbu Turbin angin di bagi menjadi 2, yaitu :

a) Turbin angin sumbu horizontal

Turbin angin sumbu horizontal (TASH) memiliki poros utama yang menghubungkan blade ke generator berbentuk horizontal. semua komponen tersebut berada di puncak tower atau menara penyangga. turbin angin ini memiliki jumlah blade yang bervariasi mulai dari satu sampai delapan bergantung dari nilai tip speed ratio nya. Jenis-jenis dari TASH dapat dilihat pada Gambar 2.1 . jenis turbin angin sumbu horizontal (TASH)



Gambar 2.1 : jenis turbin angin sumbu horizontal (TASH)
 Sumber : R.gupta,2006.

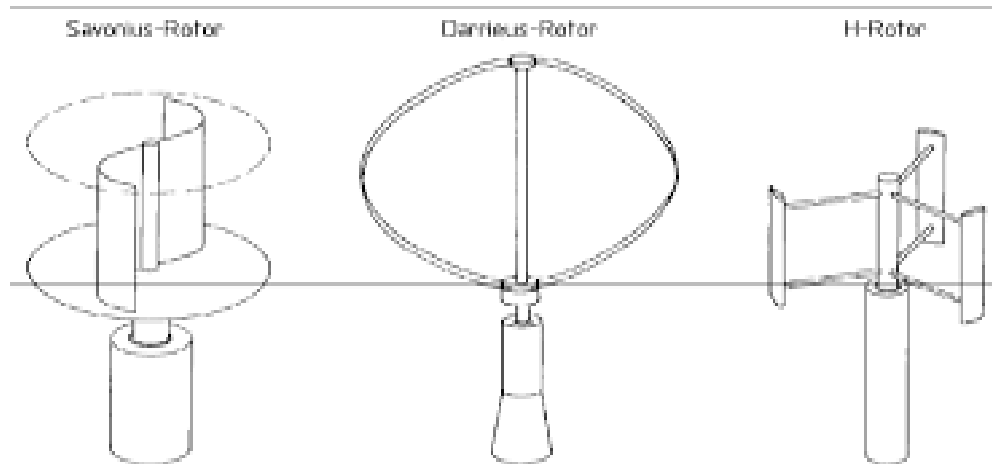
- Kelebihan turbin angin sumbu horizontal
 - 1) Dasar menara yang tinggi lebih kuat dibandingkan TASV.
 - 2) Semakin tinggi tower, semakin tinggi pula daya yang dihasilkan (kecepatan angin meningkat 20% setiap 10 m keatas, di beberapa wilayah geseran angin).

- Kekurangan turbin angin sumbu horizontal
 1. memerlukan biaya pemasangan yang lebih mahal dari pada TASV
 2. Pemasangan blade yang relatif lebih sulit dari pada TASV.
 3. membutuhkan konstruksi menara yang kuat untuk menyangga blade, motor, tail dan trnsmsisi.
 4. membutuhkan ekor pengarah untuk mengarahkan turbin angin agar sesuaidengan arah angin.

b) Turbin angin sumbu vertical

Turbin angin sumbu vertikal (TASV) memiliki poros utama yang menghubungkan blade ke generator berbentuk vertikal. Turbin angin jenis ini memiliki jumlah blade minimal 2 buah dan jumlah blade tergantung dari nilai tip speed ratio nya. Turbin angin sumbu vertikal

memiliki beberapa jenis, yaitu tipe H – rotor, Darrieus, dan Savonius. Jenis-jenis dari TASV dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 : jenis - jenis turbin TASV
Sumber: R. gupta,2006.

- Kelebihan turbin angin sumbu vertical
 1. Tidak membutuhkan struktur menara yang besar.
 2. Perawatan komponen yang lebih mudah karena turbin lebih dekat ke tanah dibandingkan TASH.
 3. TASV mampu menghasilkan listrik pada kecepatan angin mulai dari 10 km/jam.
 4. Memiliki *Tip Speed Ratio* yang rendah sehingga kecil kemungkinan rusak saat angin kencang.
 5. TASV dapat menyesuaikan dengan arah datangnya angin, sehingga tidak membutuhkan ekor pengarah.

- Kekurangan turbin angin sumbu vertical
 1. TASV tidak mendapat keuntungan dari angin yang berhembus kencang pada elevasi yg lebih tinggi.
 2. membutuhkan energi yang cukup besar untuk mulai berputar, karena TASV memiliki torsi awal yang rendah.

4. Komponen dari turbin angin

Seperti yang kita tahu, setiap mesin atau alat pasti terdiri dari berbagai komponen penyusun nya, begitu pula dengan turbin angin ini. Adapun komponen dari turbin angin adalah sebagai berikut:

- *Blade* (Baling – baling / sudu)

Blade turbin angin berfungsi untuk menerima energi dari angin (energi kinetik) dan merubah nya menjadi energi putar untuk kemudian diteruskan ke generator melalui *gearbox*.

- *Hub*

Fungsi utama dari *hub* yaitu menghubungkan *blade* atau sudu dengan poros input turbin angin.

- *Pitch* (Kontrol *pitch* sudu)

Pitch berfungsi untuk mengatur posisi sudut pada blade saat angin bertiup mengenai turbin angin tersebut.

- *Brake*

Brake berfungsi untuk mengatur kecepatan blade agar tetap stabil saat kondisi kecepatan angin terlalu tinggi atau terlalu rendah.

- Poros

Poros turbin angin memiliki fungsi utama yaitu meneruskan putaran dari *Blade* menuju ke generator. Poros ini terdapat di dalam gear box.

- *Gear box*

Gear box berfungsi sebagai tempat atau wadah untuk poros input dan output, *gear* input dan output, serta bantalan input dan output. Di dalam *Gear box* putaran dari sudu di ubah agar sesuai

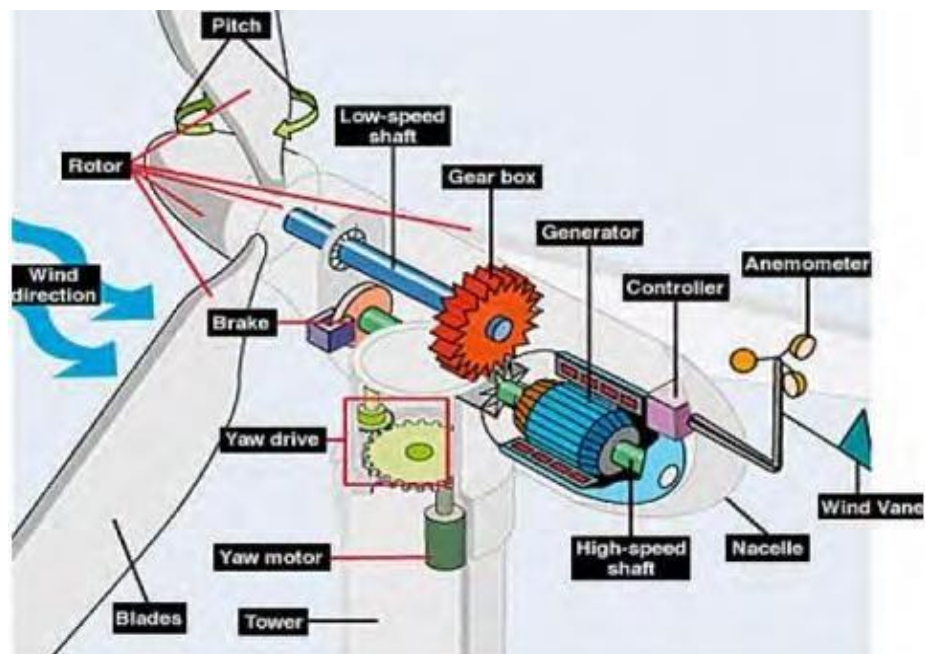
dengan spesifikasi rpm generator yang dipakai dengan menggunakan roda gigi pembeding

- Generator

Generator adalah komponen yang penting di dalam turbin angin. Komponen ini berfungsi untuk merubah energi gerak menjadi energi listrik. Generator menggunakan prinsip induksi elektromagnetis untuk menghasilkan arus listrik.

- Tower

Tower berfungsi sebagai penyangga komponen – komponen dari turbin angin seperti Blade, Generator, dan Tail. Untuk turbin angin jenis horizontal, Semakin tinggi tower maka daya yang akan dihasilkan juga akan semakin meningkat. Komponen dari turbin angin dapat dilihat pada gambar 2.4 pada dibawah ini



Gambar 2.3: komponen turbin angin
Sumber: R Gupta,2006.

2.3 Desain Sudu

Sudu adalah bagian dari turbin angin yang bertugas menerima energi kinetik angin dan merubahnya menjadi energi gerak putar (mekanik) pada poros penggerak. Pada sebuah turbin angin jumlah sudu dapat berjumlah 1,2,3 atau lebih. Turbin angin memanfaatkan prinsip *lift* (gaya angkat yang dihasilkan) dan *drag* (gaya yang menahan pergerakan) untuk memutar rotor. Energi yang dibangkitkan oleh turbin angin ditunjukkan dalam rumus dibawah dimana P adalah power (watt), T adalah torsi (Nm), dan ω (rad) adalah kecepatan angular blade turbin angin.

$$P = T \cdot \omega \quad (2.1)$$

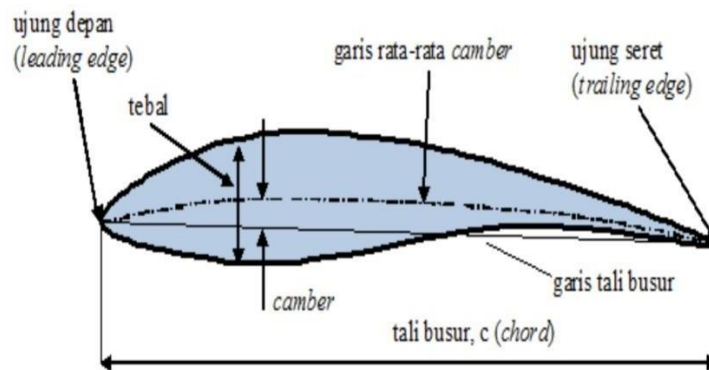
2.4. Airfoil Sudu

Airfoil adalah bentuk geometri aerodinamis yang menghasilkan gaya angkat yang besar dengan gaya hambatan sekecil mungkin ketika melalui fluida. Secara umum turbin angin menggunakan dua macam jenis *airfoil* yaitu NACA dan NREL. Berikut adalah uraian dari dua macam *airfoil* yang digunakan dalam turbin angin

a). NACA

Airfoil NACA (*National Advisory Committee for Aeronautics*) adalah salah satu bentuk bodi aerodinamika sederhana yang berguna untuk dapat memberikan gaya angkat tertentu terhadap suatu bodi lainnya dan dengan bantuan penyelesaian matematis sangat memungkinkan untuk memprediksi berapa besarnya gaya angkat yang dihasilkan oleh suatu bodi *airfoil*. Geometri *airfoil* memiliki pengaruh besar terhadap karakteristik aerodinamika dengan parameter penting berupa CL, dan kemudian akan terkait dengan lift (gaya angkat yang dihasilkan) (Mulyadi, 2010). *airfoil* yang banyak digunakan adalah hasil riset Gottingen. Banyak pengujian *airfoil* dilakukan diberbagai

negara, namun hasil riset NACA lah yang paling terkemuka. Pengujian yang dilakukan NACA lebih sistematis dengan membagi pengaruh efek kelengkungan dan distribusi ketebalan atau *thickness* serta pengujiannya dilakukan pada bilangan Reynold yang lebih tinggi dibanding yang lain. Hal ini sering dirangkum oleh beberapa parameter seperti: ketebalan maksimum, maksimum bentuk melengkung, posisi max ketebalan, posisi maks bentuk melengkung, dan hidung jari-jari.



Gambar 2.4 NACA airfoil geometry

Sumber: M. Mulyadi, 2010

Dalam *airfoil* NACA terdapat angka-angka dari sebuah seri berikut ini adalah identifikasi angka-angka dari seri NACA tersebut:

1) Seri satu

- Angka pertama menunjukkan serinya.
- Angka kedua menunjukkan letak tekanan minimum dalam persepuluh chord dari trailing edge.
- Angka ketiga menunjukkan koefisien gaya angkat C_l rancangan dalam persepuluh chord.
- Dua angka terakhir menunjukkan ketebalan maksimum (maximum thickness) dalam perseratus chord.

Contoh airfoil dengan NACA 16-123, angka 1 adalah serinya (seri satu angka), memiliki letak tekanan minimum 60 % chord dari trailing edge, memiliki koefisien gaya angkat rancangan 0.1 dan mempunyai ketebalan maksimum 23 % chord

2) Seri enam

- Angka pertama menunjukkan serinya.
- Angka kedua menunjukkan letak tekanan minimum dalam sepersepuluh trailing edge.
- Angka ketiga menunjukkan koefisien gaya angkat (c_l) rancangan dalam sepersepuluh chord.
- Dua angka terakhir adalah maksimum thickness dalam seperseratus chord.

Misalnya untuk airfoil dengan NACA 65-218, angka 6 adalah serinya (seri enam angka), tekanan minimum terjadi pada $0.5c$ untuk distribusi tebal simetrik/dasar pada gaya angkat nol, memiliki koefisien gaya angkat rancangan c_l $0.2c$, dan tebal maksimum 18% chord. Airfoil jenis ini dirancang sebagai airfoil laminar untuk kecepatan tinggi, dirancang untuk menghasilkan c_{lmax} yang tinggi dan c_d yang lebih rendah pada c_l yang tinggi.

3) Seri tujuh

- Angka pertama adalah serinya.
- Angka kedua adalah letak tekanan minimum pada bagian upper surface perseratus chord.
- Angka ketiga adalah letak tekanan minimum pada bagian lower surface perseratus chord.
- Satu huruf menunjukkan profil standar dari airfoil.
- Angka kelima adalah koefisien gaya angkat rancangan dalam persepuluh chord.
- Dua angka terakhir adalah ketebalan maksimum dalam perseratus chord.

Contoh airfoil NACA 71-2A315, angka 7 adalah serinya, mempunyai letak tekanan minimum 10 % chord dari trailing edge pada upper surface, letak tekanan minimum pada lower

surface pada 20 % chord dari trailing edge, menggunakan standar “A” airfoil, memiliki koefisien gaya angkat rancangan 0.3, dan mempunyai ketebalan maksimum 15 % chord

4) Seri delapan

Identifikasi pada airfoil ini sama dengan airfoil pada seri 7, namun angka 8 merupakan serinya. Airfoil seri delapan merupakan airfoil superkritis, di desain supaya aliran udara yang melewati bagian upper dan lower surface pada airfoil dibuat lebih maksimum dan drag yang dihasilkan seminim mungkin. Ciri-ciri airfoil ini mempunyai chamber yang besar dan radius yang besar pada leading edge, biasanya digunakan pada pesawat yang mempunyai kecepatan transonic ($1 < M < 1.5$).

5) Seri empat angka

- Angka pertama adalah maksimum camber dalam perseratus chord.
- Angka kedua adalah posisi maksimum camber pada chord line dalam sepersepuluh chord dari leading edge.
- Dua angka terakhir dalam maksimum thickness dalam perseratus chord.

Misalnya untuk airfoil dengan NACA 2412 (seri empat angka) memiliki camber maksimum $0.02c$ terletak di $0.4c$ dari leading edge, dan maximum thickness atau tebal maksimum $0.12c$. Dalam praktek, umumnya angka- angka ini dinyatakan dalam persen tali busur, yaitu: camber 2% di 40% c dengan tebal 12%

6) Seri lima angka

- Bila angka pertama dikalikan $3/2$ memberikan koefisien gaya angkat (c_l) rancangan dalam sepersepuluh.

- Dua angka berikutnya, bila dibagi dua menunjukkan letak maksimum camber di chord line dalam seperseratus chord diukur dari leading edge.
- Dua angka terakhir menunjukkan maksimum thickness dalam seperseratus chord.

Misalnya untuk airfoil dengan NACA 23012, memiliki koefisien gaya angkat rancangan 0.3, camber maksimum terletak di 0.15c, dan tebal maksimum 0.12c. Koefisien gaya angkat rancangan adalah koefisien gaya angkat teoritis airfoil dengan arah aliran bebas sejajar dengan garis singgung mean camber line di leading edge.

b). NREEL

Selama beberapa dekade penggunaan famili airfoil NACA 44XX, NACA 23XXX, NACA 63XXX dan NASA LS (1) untuk turbin angin sumbu horizontal telah mengalami penurunan performa dari efek kekasaran akibat kontaminasi tepi depan sudu. Penurunan performa ini berakibat fatal dan berakibat pada menurunnya Cl (*coefficient lift*) sepanjang sudu. Maka untuk meminimalisir efek penurunan performa ini maka NREL (*National Renewable Energy Laboratory*) mengembangkan airfoil jenis baru. Tujuh famili airfoil NREL telah diciptakan sejak tahun 1984 dan memiliki 23 jenis airfoil. Airfoil yang dimulai dengan S801 sampai S823 adalah kode yang mewakili airfoil yang didesain dari tahun 1984 hingga tahun 1993.

table 2.1 famili airfoil NREEL

Blade Length (meters)	Generator Size (kW)	Thickness Category	Airfoil Family (root-----tip)			
1-5	2-20	thick		S823		S822
5-10	20-150	thin		S804	S801	S803
5-10	20-150	thin	S808	S807	S805A	S806A
5-10	20-150	thick		S821	S819	S820
10-15	150-400	thick	S815	S814	S809	S810
10-15	150-400	thick	S815	S814	S812	S813
15-25	400-1000	thick		S818	S816	S817

a) Sudu dengan panjang 1-5 meter

Famili airfoil yang terdiri dari airfoil pangkal S823 dan airfoil ujung S822 didesain pada tahun 1993 untuk turbin angin berkapasitas 2-20 kW. Famili ini mempunyai Cl maksimum 1,0 dan Cd minimum 0,010 serta memiliki bilangan reynold 600.000. jenis airfoil ini sangat cocok digunakan untuk turbin dengan variabel rpm yang kecil.

b) Sudu dengan panjang 5-10 meter

Famili airfoil ini didesain khusus untuk turbin berkapasitas 20-100 kW. Famili ini didesain khusus memiliki Cl yang rendah (1,0) dan memiliki bilangan reynold lebih dari 1.000.000. Famili airfoil ini sangat cocok digunakan untuk blade bertipe stall regulated.

c) Sudu dengan panjang 10-15 meter

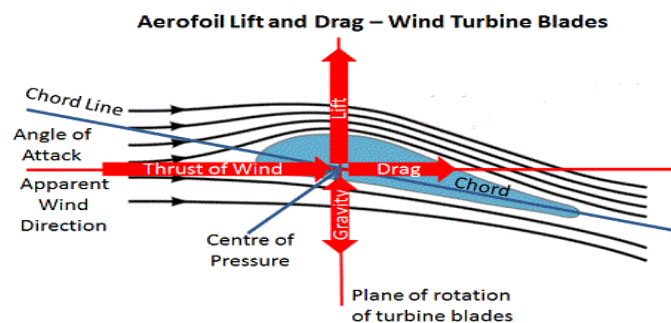
Famili ini didesain untuk rotor dengan kapasitas besar (100-400 kW). Famili pertama didesain pada tahun 1986 termasuk seri S809, S810 dan S811. Famili kedua didesain pada tahun 1988 yaitu seri S812, S813, S814 dan yang paling baru seri S815.

- d) Sudu dengan panjang 15-25 meter

Famili ini digunakan hanya untuk rotor berukuran sangat besar, biasanya berkapasitas 400-1000 kW. Seri yang termasuk famili ini diantaranya: S816, S817 dan S818

2.5 . Gaya angkat dan Gaya Hambat

Ketika sebuah benda apapun bergerak melalui sebuah fluida, suatu interaksi antara benda dengan fluida terjadi. Gaya resultan dengan arah yang sama (sejajar) kecepatan hulu disebut sebagai gaya hambat (drag), D , dan gaya resultan yang tegak lurus terhadap arah kecepatan hulu disebut sebagai gaya angkat (lift), L . Untuk turbin angin bertipe horizontal membutuhkan gaya angkat (lift) yang besar dan sebisa mungkin membuat gaya hambat (drag) kecil. Sedangkan untuk turbin angin bertipe vertikal dilakukan hal sebaliknya



Gambar 2.5 Ilustrasi gaya angkat dan gaya hambat

Sumber: Afif, 2017

Hambatan atau drag bisa terjadi karena geseran viskos yakni hambatan gesekan kulit pada aerofoil atau bilah sudu akibat tekanan (aliran normal terhadap permukaan rata), akibat efek gravitasi, atau akibat efek kompresibilitas. Jika kecepatan angin V_i mengenai airfoil dengan luas bidang bagian bawah A mengakibatkan adanya perbedaan tekanan dan hambatan viskos pada ujung bagian belakang, maka perbandingan gaya hambatan terhadap terhadap energi kinetik angin disebut sebagai koefisien hambatan

Koefisien gaya hambat adalah:

$$C_D = \frac{D}{\frac{1}{2}\rho V^2 A} \quad (2.2)$$

Koefisien gaya angkat adalah:

$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2}\rho V^2 A} \quad (2.3)$$

Dimana:

CD = koefisien gaya hambat (drag)

CL = koefisien gaya angkat (lift)

ρ = densitas fluida (kg/m³)

A = luasan acuan (m²)

C = panjang chord (m)

V = kecepatan fluida relatif terhadap objek (m/s)

2.6. Tip Speed Ratio (TSR)

Tip speed ratio adalah perbandingan antara kecepatan ujung blade dengan kecepatan angin yang melaluinya. Bila $TSR > 1$ artinya lebih banyak bagian blade yang mengalami gaya angkat. Apabila $TSR < 1$ artinya lebih banyak bagian blade yang mengalami gaya hambat. Sebisa mungkin kita mendesain blade dengan $TSR > 1$ guna mendapat gaya angkat lebih banyak. TSR dapat ditulis dalam persamaan:

$$\lambda = \omega \cdot \frac{R}{v} \quad (2.4)$$

Dimana:

λ = Tip Speed Ratio

ω = kecepatan sudut turbin (rad/s)

R = jari-jari turbin (m)

v = kecepatan angin (m/s)

Dibawah ini diperlihatkan hubungan antara TSR dengan jumlah bilah atau sudu:

Table 2.2 hubungan TRS dengan jumlah sudu

λ	1	2	3	4	5-8	8-15
B	6-20	4-12	3-6	2-4	2-3	1-2

2.7. Pengertian Arus

Arus dalam bahasa kelistrikannya disebut Ampere (I) mengartikan banyaknya muatan listrik yang mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Satuan arus listrik tersebut disebut Coulomb atau Ampere. Karena arus listrik diartikan sebagai banyaknya muatan listrik yang mengalir, maka tentu saja sangat dipengaruhi oleh besarnya tegangan dan ketahanan suatu penghantar. Supaya lebih mudah, bisa dibayangkan air yang akan mengalir jika posisi titik air utama lebih tinggi menuju ke titik lebih rendah. Bayangkan jika posisi titik utama dan titik selanjutnya sejajar. Maka arus hanya akan mengalir jika ada tegangan. Adapun cara menghitung arus dengan menggunakan rumus, sebagai berikut :

$$I = \frac{P}{V} \quad (2.5)$$

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.6)$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} \quad (2.7)$$

$$I = \frac{Q}{t} \quad (2.8)$$

Keterangan :

- I = Arus listrik (ampere)
- V = Tegangan listrik (volt)
- R = Tahanan (ohm)
- P = Power /daya (watt)
- Q = Muatan listrik (Coulomb)
- t = waktu (detik)

2.8. Pengertian Tegangan

Tegangan dalam bahasa kelistrikannya disebut Volt atau Voltase (V) mengartikan perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik dan dinyatakan dalam satuan V (Volt). Besaran ini mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Tergantung pada perbedaan potensial listriknya, suatu tegangan listrik dapat dikatakan sebagai ekstra rendah, menengah, tinggi hingga ekstra tinggi. Supaya lebih mudah dipahami, bisa dibayangkan pistol air mainan anak-anak. Air akan keluar jika ada tekanan pada alat picu pistol. Sebaliknya, jika tidak ada tekanan pada alat picu pistol maka air tidak akan keluar. Tekanan pada alat picu pistol itu dapat diasumsikan sebagai tegangan. Adapun cara menghitung tegangan dengan menggunakan rumus, sebagai berikut :

Jika yang diketahui arus listrik dan hambatan listriknya:

$$V = I \cdot R \quad (2.9)$$

Jika yang diketahui daya listrik dan arus listrik:

$$V = \frac{P}{I} \quad (2.10)$$

Keterangan :

I = Arus listrik, satuan ampere (A)

V = Tegangan listrik, satuan volt (V)

R = Hambatan, satuan ohm (Ω)

P = Daya listrik , satuan watt (W)

2.9. Pengertian Daya

Daya dalam bahasa kelistrikannya disebut Watt (P) mengartikan laju energi yang dihantarkan atau kerja yang dilakukan per satuan waktu. Daya dilambangkan dengan P (Power). Dengan kata lain, daya listrik merupakan tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Sebagai contoh lampu pijar menyerap daya listrik yang diterimanya dan mengubahnya menjadi cahaya Rumus

umum yang digunakan untuk menghitung daya listrik dalam sebuah rangkaian listrik adalah sebagai berikut :

$$P = V \cdot I \quad (2.11)$$

$$P = I^2 \cdot R \quad (2.12)$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (2.13)$$

Keterangan :

P = Daya (watt)

I = Arus (ampere)

R = Hambatan (ohm)

V = Tegangan/beda potensial (Volt)

Jadi, jika yang diketahui hanya arus listrik (I) dan hambatan (R) saja, dapat menggunakan rumus:

$$P = V \cdot I \quad (2.14)$$

$$P = (I \cdot R) \cdot I \quad (2.15)$$

$$P = I^2 \cdot R \quad (2.16)$$

Jadi, jika yang diketahui hanya tegangan (V) dan hambatan (R) saja, dapat menggunakan rumus:

$$P = V \cdot I \quad (2.14)$$

$$P = V \cdot \left(\frac{V}{R}\right) \quad (2.15)$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (2.16)$$

BAB III

METODOLOGI PROYEK AKHIR

3.1. Waktu dan Tempat

Pada proses pembuatan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala mini, dilaksanakan pada tanggal 25 Juli- 9 September 2022 di Lab. Teknik mesin Universitas Lampung dan pemasangan alat di Sekolah Alam Lampung, Way Huwi Lampung Selatan

3.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil adalah sebagai berikut:

1. Alat

Alat-alat yang diperlukan pada pembuatan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil di antaranya ialah sebagai berikut:

a) Mesin las dan palu

Mesin las ini digunakan untuk menyambungkan bagian-bagian antara besi siku dan besi siku yang digunakan untuk membuat rangka pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil. Kemudian palu digunakan untuk memukul bagian yang kurang rata atau senter serta untuk memukul kotoran dari

hasil pengelasan pada bagian rangka. Mesin las dapat dilihat pada gambar 3.1. mesin las dan palu



Gambar 3.1 mesin las SMAW

b) Gerinda Tangan Dan Bor Tangan

Kegunaan dari mesin gerinda tangan ini digunakan untuk memotong besi siku serta dapat di gunakan untuk meratakan hasil pengelasan dan bekas hasil pengelasan yang akan dilakukan pengecatan. Kemudian bor digunakan untuk melubangi besi siku rangka dari pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil. Gambar 3.3 merupakan gambar gerinda tangan dan bor tangan.

c) Kunci Pas

Kunci pas digunakan untuk mengencangkan baut atau sekrup yang menggabungkan komponen yang menempel pada rangka pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala mini.

d) Meteran

Meteran digunakan untuk mengukur panjang dari besi siku, serta bahan-bahan lainya yang dilakukan pemotongan.

e) Penggaris Siku Dan Spidol

Spidol ini digunakan untuk membuat garis tipis pada besi yang sedang diukur dengan meteran agar mudah menandainya. Kemudian penggaris siku digunakan untuk meratakan sudut- sudut yang ada pada rangka yang akan

dilakukan pengelasan agar tidak terjadi kemiringan yang membuat rangka menjadi presisi dan pada rangka akan kokoh. Gambar 3.7 merupakan gambar siku dan spidol.

2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan untuk pembuatan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil adalah sebagai berikut:

a) Besi Siku

Besi siku adalah bahan penting dalam pembuatan rangka mesin karena dengan besi siku rangka dapat menahan beban mesin blower yang berat dan juga mampu meredam atau menahan getaran yang di timbulkan oleh putaran generator mini yang memutar kipas. Besi ini memiliki ketebalan 3-5 mm dan juga dengan harganya yang terjangkau atau relatif murah serta besi siku juga banyak ditemui lingkungan masyarakat luas sehingga masyarakat yang ingin membuat rangka mesin pemecah biji jagung ataupun rangka mesin lainnya tidak kesulitan untuk mendapatkan bahan tersebut.



Gambar 3.6 besi siku

b) Blower

Blower adalah alat yang bisa digunakan untuk menghasilkan suatu aliran udara yang terfokuskan pada arah tertentu. Blower merupakan bahan penting dalam pembuatan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) skala kecil karena merupakan sumber utama angin yang diciptakan oleh mesin sebagai pengganti angin dari alam. Pada blower kali ini yang digunakan adalah blower dengan ukuran 2inch dengan voltase sebesar 220 v dengan kecepatan angin yang keluar sebesar 3000- 3600 rpm dapat menggerakkan sebuah kipas untuk penggerak pembangkit tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil.

c) Pipa Pvc

Pipa pvc merupakan bahan yang digunakan untuk pembuatan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil dengan cara menyalurkan angin dari mesin blower menuju kipas. Pipa pvc yang digunakan adalah pipa dengan ukuran 2inch menyesuaikan dengan blower

d) Stop kran *ball valve*

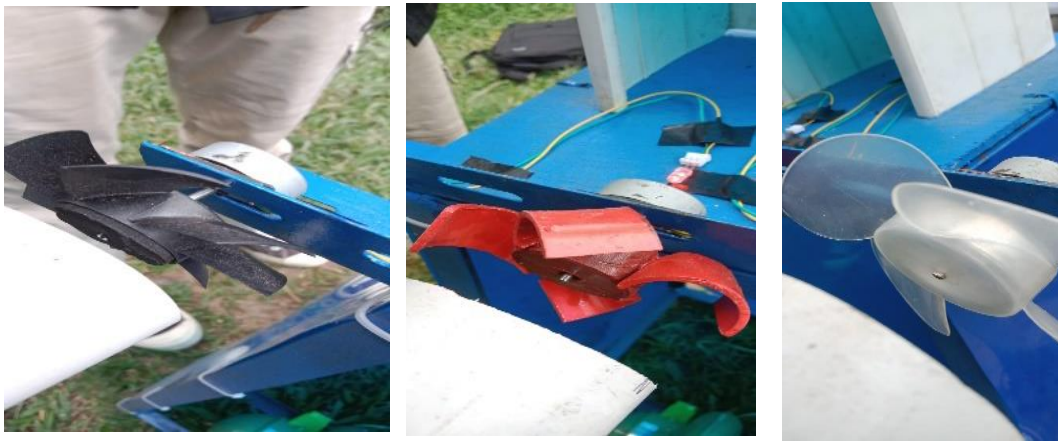
Stop kran *ball valve* adalah sebuah katup penutup dengan tujuan mengatur arah keluar angin yang berasal dari angin blower karena pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil ini menggunakan tiga kipas dengan penempatan yang sejajar, agar angin dapat memutar salah satu kipas maka diperlukan stop kran ini



Gambar 3.9 stop kran *ball valve*

e) Baling Kipas

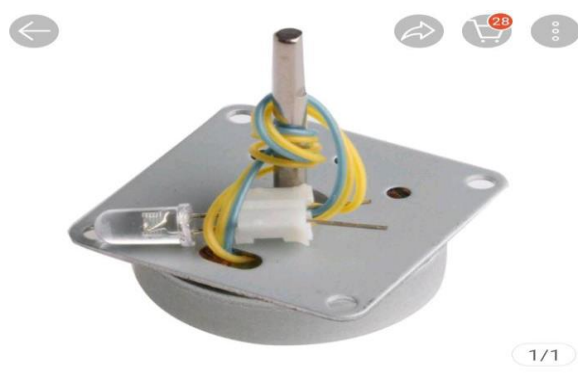
Baling kipas merupakan bahan yang berperan penting dalam pembuatan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dalam skala kecil. Baling kipas berfungsi menggerakkan generator kecil yang mana generator tersebut akan menghasilkan sebuah arus listrik. Dalam pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil ini menggunakan 3 jenis baling kipas yang berbeda dengan tujuan dapat mengetahui kestabilan sebuah lampu dalam bentuk baling kipas yang berbeda-beda tersebut, jenis baling kipas yang digunakan adalah, baling kipas untuk pendingin laptop dengan baling-baling 7 menyirip, lalu baling baling kipas mini dengan baling-baling 4 menyirip, dan baling baling 4 cembung yang dibuat dengan menggunakan pipa pvc sisa.



Gambar 3.10 baling-baling kipas

f) mini wind turbine (Generator)

mini wind turbine (generator) merupakan bagian terpenting dalam pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil. Pada proses pembuatan menggunakan generator berarus AC 3phase dengan tegangan 3v-24v.



Gambar 3.11 *mini wind turbine* (generator)

g) Kabel

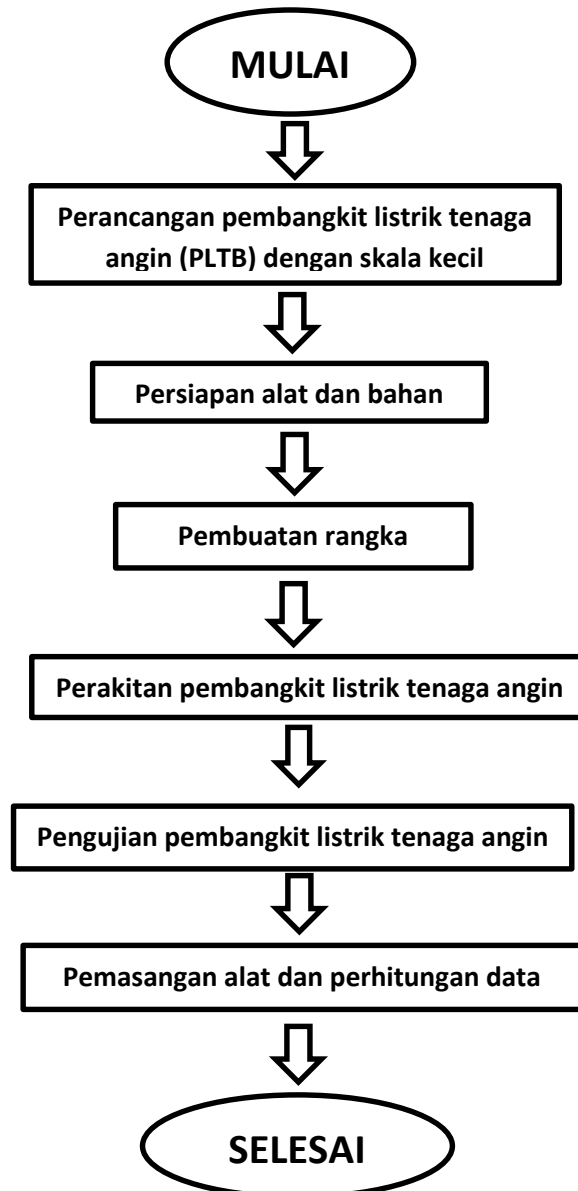
Kabel adalah bahan yang digunakan selanjutnya. Kabel berperan menghantarkan arus yang berasal dari generator menuju ke lampu, kabel yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dalam skala kecil adalah kabel mini dengan kawat searabut.

h). Lampu LED

Lampu LED adalah hasil *output* dari pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil. Lampu berfungsi sebagai indikator bahwa pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil tersebut adalah salah satu contoh dari energi terbarukan

3.3. Diagram Alur Proses Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) Dengan Skala Kecil

Pada proses pembuatan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil ini terdapat beberapa alur proses yang diantaranya adalah



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pelaksanaan pembuatan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada proses pembuatan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil menggunakan bahan besi siku, kipas blower, pipa, sambungan pipa, dan kabel merupakan bahan yang sering dijumpai dipasaran sehingga memudahkan untuk pembuatan pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil. terdapat generator berarus ac sebagai media dari PLTB tersebut

2. Dari hasil pengujian pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dengan skala kecil ini menghasilkan daya listrik sebagai berikut:
 - turbin ke 1 dengan kipas baling-baling 7 menyirip mengasilkan daya sebesar 0,010
 - turbin ke 2 dengan kipas baling-baling 4 cekung menghasilkan daya sebesar 0,004
 - turbin ke 3 dengan kipas baling-baling 4 menyirip menghasilkan daya sebesar 0,009

dengan begitu kipas pemutar generator dengan daya yang tinggi dihasilkan oleh kipas baling-baling ke 1.

5.2. Saran

Adapun saran dari rancang bangun ini adalah sebagai berikut:

1. Saat pemilihan kipas blower sebaiknya menggunakan kipas yang pengeluaran lebih besar karena akan terbagi menjadi 3 aliran pengeluaran yang menyebabkan putaran dari masing-masing kipas kurang maksimal
2. Pembuatan kipas sebaiknya menggunakan bahan plastik atau bahan pipa dengan peletakan baling-baling menyirip agar laju putaran lebih efisien
3. Penempatan alat sebaiknya didalam ruangan agar lebih tahan lama

DAFTAR PUSTAKA

- Burton, Tony. Sharpe, David. Jenkins, Nick. Bossanyi, Ervin., Wind Energy Handbook, Wiley: New York, 2001
- Daryanto, Y., 2007. Kajian Potensi Angin untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu. Yogyakarta: Balai PPTAGG –UPT-LAGG
- Esye Y., Lesmana S, 2021, Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan
- F.R. Muhammad, Hendrayana., 2017, Analisa Potensi Energi Angin Dengan Distribusi Weibull Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Banda Aceh
- Mulyadi Muhhamad., 2010, Analisis Aerodinamika Pada Sayap Pesawat Terbang Dengan Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamics
- Saputro D.A., Rukmakso P., 2021, Uji Coba Performa AirFoil Menggunakan Software QBlade Terhadap Turbin Angin Tipe Sumbu Horizontal