

# **TUGAS AKHIR**

## **Analisis Pengaruh Kecepatan Putaran Angin Terhadap Daya Keluaran Yang Dihasilkan Turbin Pada PLT Bayu Di Masjid Taqwa Muhammadiyah Kecamatan Sawit Sebrang Langkat**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh*

*Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik*

*Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**ZUL ARDIANSYAH**  
**1607220016**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Zul Ardiansyah  
NPM : 1607220016  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Kecepatan Putaran Angin Terhadap Daya  
Keluaran yang dihasilkan Turbin pada PLT Bayu Masjid  
Taqwa Muhammadiyah Kecamatan Sawit Sebrang Langkat  
Bidang ilmu : Energi Baru Terbarukan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 21 September 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing

M. Adam S.T.,M.T

Dosen Penguji I

Zulfikar S.T.,M.T

Dosen Penguji II

Partonon Harahap S.T.,M.T

Program Studi Teknik Elektro  
Ketua,

Faisal Idris Pasaribu, S.T.,M.T



### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Zul Ardiansyah  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 04 April 1998  
NPM : 1607220016  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

**“Analisis Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap Daya Keluaran Yang Dihasilkan Turbin Pada PLT Bayu Masjid Taqwa Muhammadiyah Kecamatan Sawit Sebrang Langkat”,**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro/Mesin/Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 21 September 2021

Saya yang menyatakan

 *Zul Ardiansyah*  
Zul Ardiansyah

## ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga angin yaitu suatu pembangkit listrik yang menggunakan energi angin sebagai sumber energi untuk menghasilkan energi listrik. Pembangkit ini dapat mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Listrik dikenal sebagai sumber energi pembawa suatu substansi atau system yang memindahkan energy dalam suatu bentuk dari satu tempat ke tempat yang lain. Listrik dibangkitkan oleh suatu pembangkit, dari sebuah energy primer dikonversikan dalam energy listrik. Sebagai contoh sumber energi primer adalah bahan bakar fosil batubara, minyak bumi, dan gas alam, air, sinar matahari, angin biomassa, dan lain-lain. Penggunaan energi fosil mulai dikurangi dikarenakan dampaknya yang tidak bersahabat dengan lingkungan dan jumlah ketersediannya di alam yang semakin hari semakin berkurang. Menurut logika sederhana, Semakin cepat angin berhembus maka semakin besarlah daya yang dihasilkan oleh generator yang digerakkan oleh turbin angin. Namun, Hal itu harus dibuktikan dengan data yang aktual dan terukur. Berdasarkan data pengujian yang telah didapat, maka dapat dilihat kesimpulan Daya keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Bayu yang paling tinggi menghasilkan 0,2 Watt. Kecepatan rata – rata angin yang paling tinggi terjadi pada hari minggu yaitu 6,42 m/s. Semakin tinggi kecepatan angin maka semakin besar juga daya yang dihasilkan oleh PLTB. Kecepatan angin berbanding lurus dengan daya keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

Kata kunci: PLTB, Angin, Turbin

## **ABSTRACT**

*Wind power is a power plant that uses wind energy as an energy source to produce electrical energy. This generator can convert wind energy into electrical energy using wind turbines or windmills. Electricity is known as a source of energy carrying a substance or system that moves energy in a form from one place to another. Electricity is generated by a generator, from a primary energy converted into electrical energy. For example, primary energy sources are fossil fuels, coal, petroleum, and natural gas, water, sunlight, wind, biomass, and others. The use of fossil energy has begun to be reduced due to its unfriendly impact on the environment and the amount of availability in nature which is decreasing day by day. According to simple logic, the faster the wind blows, the greater the power generated by a generator driven by a wind turbine. However, it must be proven by actual and measured data. Based on the testing data that has been obtained, it can be seen that the highest output power of the Bayu Power Plant produces 0.2 Watt. The highest average wind speed occurs on Sundays, namely 6.42 m / s. The higher the wind speed, the greater the power generated by the PLTB. The wind speed is directly proportional to the output power of the Bayu Power Plant*

*Keywords: PLTB, Wind, Turbin*

## **KATA PENGANTAR**

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Pengaruh Kecepatan Putaran Angin Terhadap Daya Keluaran Yang Dihasilkan Turbin Pada PLT Bayu Di Masjid Taqwa Muhammadiyah Kecamatan Sawit Sebrang Langkat” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ayahanda ALM.Hampindi, Ibunda tercinta Hamidah dan Kakak dan Abang tersayang Dedek Handayani dan Praka M.Yaris, serta seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan moril maupun materil serta nasehat dan doanya untuk penulis demi selesainya Tugas Sarjana ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.

3. Bapak M.adam S.T,M.T, selaku Pembimbing dalam tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingannya, masukan dan bantuan sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Zulfikar, S.T,.M.T., selaku Pembanding I dalam tugas akhir ini sekaligus ketua program studi teknik elektro UMSU yang telah memberikan bimbingannya, masukan dan bantuan sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Partaonan Harahap S.T,M.T, selaku Pembanding II dalam tugas akhir ini yang telah memberikan bimbingannya, masukan dan bantuan sehingga tugas sarjana ini dapat terselesaikan dengan baik.

6. Seluruh staff Tata Usaha, ,Seluruh Dosen dan rekan – rekan laboratorium Teknik Elektro UMSU, Bang Yoga S.T,M.T, Irfan Nofri S.T, Fredy S.T, Dhiora S.T dan Billy S.T
7. Kepada seluruh rekan – rekan Mahasiswa Seperjuangan di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara terutama kelas A3 Malam TE Stambuk 2016. Terimakasih atas dukungan bantuan dan motivasi dalam penyelesaian skripsi dan kebersamaan selama ini.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimasa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia energi baru terbarukan

Medan, 21 September 2021

Zul Ardiansyah



# DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	4
1.5. Ruang Lingkup	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2. Angin	8
2.2.1. Angin Sebagai Sumber Daya Energi	8
2.2.2. Proses Terjadinya Angin	8
2.2.3. Angin Menurut Jenisnya	9
2.2.4. Potensi Energi Angin	12
2.3. Energi Alternatif dan Terbarukan	17
2.4. Pembangkit Listrik Tenaga Angin	18
2.4.1. Turbin Angin Horizontal	18
2.4.2. Turbin Angin Sumbu Vertikal	19
2.4.3. Generator	20
2.4.4. Baterai	21
2.5. Daya	26
BAB 3 METODOLOGI	28
3.1 Waktu dan Tempat	28
3.1.1. Waktu	28
3.1.2. Tabel Jadwal Penelitian	28
3.1.3. Tempat	29
3.2 Bahan dan Alat	29

3.3	Bagan Alir Penelitian	36
3.4	Metode Pengumpulan Data	37
3.5	Metode Pengolahan Data	37
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>40</b>
4.1	Pengukuran Kecepatan Angin, Tegangan dan Arus Keluaran Pada PLTB	40
4.1.1	Data Hari Ke-1 Jum'at 25/09/2020	41
4.1.2	Data Hari Ke-2 Sabtu 26/09/2020	42
4.1.3	Data Hari Ke-3 Minggu 27/09/2020	44
4.1.4	Data Hari Ke-4 Senin 28/09/2020	45
4.1.5	Data Hari Ke-5 Selasa 29/09/2020	47
4.1.6	Data Hari Ke-6 Rabu 30/09/2020	48
4.1.7	Data Hari Ke-7 Kamis 1/10/2020	49
4.2	Rata – Rata Kecepatan Angin dan Daya Keluaran	51
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>54</b>
5.1.	Kesimpulan	54
5.2.	Saran	54
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>55</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	
	<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
	<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Turbin Angin Sumbu Horizontal	18
Gambar 2.2. Turbin Angin Sumbu Vertikal	19
Gambar 2.3. Gaya Gerak Listrik	21
Gambar 2.4. Konstruksi Baterai	24
Gambar 2.5. Proses Pengosongan dan Pengisian Baterai	25
Gambar 3.1. Turbin Ventilato	29
Gambar 3.2. <i>Charger Controlling</i>	30
Gamabr 3.3. Baterai	31
Gambar 3.4. Kabel	31
Gambar 3.5 Anemometer	32
Gambar 3.6. Multimeter	33
Gambar 3.7. Tang Amper	34
Gambar 3.8. Generator DC	35
Gambar 3.9. Diagram Alir	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beaufort Angin	14
Tabel 3.1. Jadwal Penelitian	28
Tabel 4.1 Tabel Percobaan Hari Ke-1	41
Tabel 4.2 Tabel Percobaan Hari Ke-2	43
Tabel 4.3 Tabel Percobaan Hari Ke-3	44
Tabel 4.4 Tabel Percobaan Hari Ke-4	45
Tabel 4.5 Tabel Percobaan Hari Ke-5	47
Tabel 4.6 Tabel Percobaan Hari Ke-6	48
Tabel 4.7 Tabel Percobaan Hari Ke-7	49
Tabel 4.8 Rata – Rata Kecepatan Angin dan Daya	51

## **DAFTAR GRAFIK**

Grafik 4.1 Kecepatan Angin Terhadap Daya Keluaran

53

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1. Latar Belakang

Pembangkit listrik tenaga angin yaitu suatu pembangkit listrik yang menggunakan energi angin sebagai sumber energi untuk menghasilkan energi listrik. Pembangkit ini dapat mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Sistem utama dari pembangkit listrik tenaga angin (bayu) merupakan salah satu sumber energi alternatif yang sangat berkembang cukup pesat, mengingat angin merupakan salah satu energi yang tidak terbatas di alam semesta. Pada pembangkit listrik tenaga angin, terdapat beberapa komponen yang dibutuhkan untuk menghasilkan listrik. Komponen itu meliputi turbin angin, generator, kontrol daya, baterai, tiang penyangga, inverter, dan beban. Baterai merupakan komponen penyimpan energi listrik yang bersifat portable dan dapat menahan energi listrik sedemikian rupa melalui proses kimia sehingga energi listrik dapat digunakan di waktu yang lain. Saat ini penggunaan baterai sangatlah penting karena sifat baterai yang memiliki mobilitas yang sangat tinggi sehingga sangat dibutuhkan oleh peralatan elektronika terbaru. Apalagi dengan perkembangan teknologi baterai yang menghadirkan baterai yang dapat diisi kembali sehingga memungkinkan untuk menggunakannya berulang kali hingga dapat menghemat biaya. Pada prinsipnya pengisian muatan baterai adalah dengan cara mengaliri baterai dengan arus listrik secara terus menerus. Pengisian dihentikan ketika tegangan baterai telah sampai pada tegangan maksimum (muatan penuh), jika baterai telah mencapai

tegangan maksimumnya tetapi tetap dilakukan pengisian maka akan menimbulkan kerugian yaitu pemborosan energi listrik serta akan terjadi pemanasan berlebihan pada baterai yang akan memperpendek umurnya. Untuk menghindari kerugian tersebut, maka akan lebih baik jika charger dapat bekerja secara otomatis untuk mengisi baterai jika baterai itu kosong muatannya (tegangan dibawah nilai nominalnya) serta berhenti mengisi jika baterai telah penuh dan juga indikator pada arus harus diberi karena pada saat tidak ada arus yang mengalir hal ini menunjukkan bahwa baterai tersebut sudah penuh. Pada Desa Sei Litur Kecamatan Sawit Sebrang Kabupaten Langkat, termasuk desa yang sering terjadi pemadaman listrik yang sangat lama sekitaran 1 sampai 5 jam, akibat

dari pemadaman tersebut banyak aktifitas yang dilakukan oleh masyarakat yang berada di desa tersebut menjadi terhambat. Serta pada mesjid yang berada disana aktifitasnya juga ikut terhambat seperti pada saat tiba waktu sholat suara adzan jarang terdengar akibat dari pemadaman listrik tersebut.

Listrik dikenal sebagai sumber energi pembawa suatu substansi atau system yang memindahkan energy dalam suatu bentuk dari satu tempat ke tempat yang lain. Listrik dibangkitkan oleh suatu pembangkit, dari sebuah energy primer dikonversikan dalam energy listrik. Sebagai contoh sumber energi primer adalah bahan bakar fosil batubara, minyak bumi, dan gas alam, air, sinar matahari, angin biomassa, dan lain-lain. Penggunaan energi fosil mulai dikurangi dikarenakan dampaknya yang tidak bersahabat dengan lingkungan dan jumlah ketersediannya di alam yang semakin hari semakin berkurang

Menurut logika sederhana, Semakin cepat angin berhembus maka semakin besarlah daya yang dihasilkan oleh generator yang digerakkan oleh turbin angin. Namun, Hal itu harus dibuktikan dengan data yang aktual dan terukur. Maka dari itulah penulis mengangkat judul “**Analisis Pengaruh Kecepatan Putaran Angin Terhadap Daya Keluaran Yang Dihasilkan Mikro PLT Bayu (Studi Kasus Di Mesjid Taqwa Muhammadiyah Kecamatan Sawit Sebrang Langkat)**” untuk membuktikan apakah kecepatan angin yang telah diukur berbanding lurus dengan daya yang dihasilkan oleh generator.

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari judul yang ingin penulis ajukan adalah :

1. Seberapa besar pengaruh kecepatan angin terhadap daya keluaran generator?
2. Apakah waktu menentukan besarnya daya yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga angin?
3. Seberapa besar PLTA efektif digunakan di mesjid taqwa muhammadiyah sawit sebrang langkat?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah



1. Menganalisis pengaruh kecepatan angin terhadap daya keluaran yang dihasilkan pembangkit listrik angin yang optimal.
2. Mengetahui pada pukul brapakah PLT Angin menghasilkan daya yang paling besar
3. Mengetahui apakah PLT Angin ini efektif digunakan pada desa tersebut dan dapat membebani beban pada masjid.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dalam tugas akhir ini adalah :

1. Dapat mengetahui pengaruh kecepatan angin terhadap daya keluaran
2. Dapat mengetahui apakah pembangkit listrik tenaga angin ini efektif digunakan untuk membebani beban masjid
3. Dapat mengetahui waktu angin yang menghasilkan daya paling besar

#### 1.5. Ruang Lingkup Masalah

Karena luasnya permasalahan, penulis merasa perlu untuk membatasi masalah yang akan dibahas dalam laporan ini, mengingat keterbatasan waktu, tempat, kemampuan dan pengalaman.

Adapun hal-hal yang akan dibatasi dalam tugas sarjana ini adalah sebagai berikut:

1. Analisa pengaruh kecepatan angin terhadap daya keluaran PLT Angin
2. Analisa beban pada Masjid Taqwa Muhammadiyah Desa Seilitur

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka Relevan**

Penelitian mengenai PLTA dilakukan oleh (Andini 2018) melakukan penelitian tentang Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Generator Drillini Terhadap Empat Sumbu Horizontal. Dari hasil penelitian satu kincir angin diperoleh Tegangan 0,76 Volt dengan kecepatan Kincir angin High. Kemudian dilakukan penelitian dengan menambah empat kincir angin dihubungkan secara seri yang bertujuan untuk menambah tegangan yang dicapai. Hasil pengukuran dari empat buah kincir angin menghasilkan Tegangan sebesar 2,46 Volt dengan kecepatan kipas angin High.

Penelitian selanjutnya oleh (Made Padmika, I Made Satriya Wibawa & Ni Lu Putu Trisnawati 2017). melakukan penelitian tentang Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Menggunakan Turbin Ventilator sebagai Penggerak Generator yang memanfaatkan kecepatan angin sebagai penggerak. Dari hasil penelitian yang dilakukan menghasilkan tegangan dc antara 0 sampai dengan 7,46 Volt. Kecepatan angin yang dipakai dari kecepatan angin 0 m/s sampai dengan 6 m/s. Keluaran maksimal alat ini dari kecepatan angin 6 m/s adalah 7,46 Volt.

Kemudian penelitian mengenai PLTS dilakukan oleh (Bambang Hari Purwoto, Jatmiko, Muhammad Aliful, Ilham Fahmi Huda 2018). melakukan penelitian tentang Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran yang jelas mengenai

efisiensi penggunaan Panel Surya sebagai sumber energi alternatif jika dibandingkan dengan penggunaan generator/genset sebagai sumber energi untuk peralatan listrik. Dalam penelitian ini digunakan Panel Surya dengan kapasitas 100 WP, kemudian disimpan dalam baterai berkapasitas 12 Volt 70 Ah. Menggunakan inverter berkapasitas 2000 Watt untuk mengubah tegangan DC 12 Volt ke AC 220 Volt, yang kemudian akan digunakan sebagai sumber energi listrik untuk peralatan listrik berupa blender dan lampu listrik.

Penelitian oleh Fredrikus M. Bere, dkk. Analisis Performansi Turbin Angin Poros Horizontal Model *Double Rotor Contra Rotating* dengan Posisi Rotor Saling Berhimpitan. Perubahan sudut pada blade turbin angin poros horizontal model *Contra rotating* dengan posisi rotor blade saling berhimpitan, daya mekanik yang dihasilkan turbin meningkat. Koefisien daya ( $C_p$ ) yang dihasilkan dari kerja turbin meningkat seiring dengan bertambahnya sudut blade, dengan koefisien daya maksimalnya 0,718 pada *tip speed ratio* 4.450 untuk sudut  $10^0$ . Kecepatan angin sangat berpengaruh pada *power output* atau daya mekanik, putaran rotor dan gaya pada rotor *thrust*, *power output* terendah 7.396 watt pada kecepatan angin 4.03 m/s, *power output* tertinggi 25.397 watt pada kecepatan angin 6.08 m/s, putaran rotor terendah dengan tanpa pembebanan 702 rpm pada kecepatan angin 4.03 m/s dengan sudut blade  $0^0$ , putaran rotor tertinggi 1484 rpm pada kecepatan angin 6.08 m/s dengan sudut blade  $10^0$ .

Hasil penelitian Apolinaris Epa, dkk. Analisa Pengaruh Kecepatan Putar Yang Dihasilkan Turbincyclone Terhadap Daya Gerator Sebagai Pembangkit Listrik Skala Rendah. Dari hasil penelitian dapat diketahui adanya pengaruh antara tinggi cerobong dan beda suhu udara terhadap kecepatan putar turbin semakin

tinggi cerobong dan suhu udara diperoleh daya, torsi dan efisiensi putaran yang semakin meningkat pula. *Turbin Cyclone* yang lebih tinggi pada ukuran cerobong tinggi 120 cm pada suhu udara  $55^{\circ}$ , yaitu menghasilkan lanjutan runner sebesar 139.5 Rpm dan juga menghasilkan daya listrik sebesar 5.471 Watt. Sementara untuk nilai efisiensi ( $\eta$ ) putaran paling tinggi yang diperoleh adalah sebanyak 58.784%.

## 2.2 Angin

Angin adalah gerak udara yang sejajar dengan permukaan bumi. Udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Angin memiliki besaran fisik kecepatan dan arah yang diakibatkan oleh perbedaan tekanan udara disuatu daerah.

### 2.2.1. Angin Sebagai Sumber Daya Energi

Angin merupakan energi yang terjadi dikarenakan adanya perbedaan suhu antara udara dingin dan panas yang mengalir. Angin adalah udara yang bergerak sehingga memiliki kecepatan, tenaga, dan arah. Penyebab dari pergerakan ini adalah pemanasan bumi oleh radiasi matahari. Pergerakan angin ini memiliki energi kinetik, oleh karena itu energi angin dapat dikonversi menjadi energi lainnya seperti energi listrik dengan menggunakan kincir angin atau turbin angin.

Angin seperti fluida yang lain pada umumnya mempunyai profil geseran atau profil kecepatan ketika mengalir melewati benda padat, misalnya permukaan bumi. Pada tepat di permukaan bumi, kecepatan relatif angin terhadap permukaan bumi sama dengan nol. Kemudian kecepatan ini menjadi semakin tinggi sebanding ketinggian dari permukaan bumi.

### 2.2.2. Proses Terjadinya Angin

Terjadinya angin dikarenakan adanya perbedaan tekanan udara atau perbedaan suhu udara pada suatu daerah. Hal ini berkaitan dengan besarnya energi panas matahari yang diterima oleh permukaan bumi. Pada suatu daerah yang menerima energi panas matahari lebih besar akan mempunyai suhu udara yang lebih panas dan tekanan udara yang cenderung lebih rendah. Sehingga akan terjadinya perbedaan suhu dan tekanan udara antara daerah yang menerima energi

panas lebih rendah dengan yang menerima energi panas yang besar, akibatnya akan terjadinya aliran udara pada daerah tersebut yang menghasilkan angin. Kondisi aliran angin dipengaruhi oleh permukaan bumi yang dilalui oleh aliran dan perbedaan temperatur permukaan bumi.

Terjadinya angin juga terjadi karena adanya perbedaan suhu antara udara panas dan dingin. Di daerah khatulistiwa yang panas, udaranya menjadi panas, mengembang dan menjadi ringan, menaik ke atas dan bergerak  $30^{\circ}$  hingga  $60^{\circ}$  ke daerah yang lebih dingin misalnya daerah kutub. Sebaliknya di daerah Kutub yang dingin, udaranya menjadi dingin dan turun ke bawah dengan demikian terjadi suatu perputaran udara berupa perpindahan udara dari kutub Utara ke garis Khatulistiwa menyusuri permukaan bumi sekitar  $30^{\circ}$  hingga  $60^{\circ}$ , dan sebaliknya suatu perpindahan udara dari garis Khatulistiwa Kembali ke Kutub Utara melalui lapisan udara yang lebih tinggi.

### 2.2.3. Angin Menurut Jenisnya

Angin terbagi menjadi dua jenis, yaitu angin musim dan angin lokal. Angin darat, laut, lembah dan jatuh merupakan beberapa jenis angin lokal.

#### a. Angin Gunung dan Angin Lembah

Perbedaan pemanasan suhu juga terjadi dikawasan pegunungan dengan kawasan lembah, berikut penjelasannya:

Ketika matahari terbit merupakan waktu dimana angin lembah terjadi, daerah pertama kali yang mendapatkan energi panas adalah puncak gunung dan proses tersebut berlangsung sepanjang hari, lembah mendapatkan energi panas lebih rendah dibandingkan lereng gunung. Sehingga terjadi perbedaan suhu antara lembah dan lereng gunung. Udara dingin dari lembah menggantikan udara panas

pada lereng gunung yang naik, akibatnya terjadi aliran udara dari lembah menuju gunung yang dinamakan dengan angin lembah. Sedangkan pada sore hari puncak gunung yang mendingin akan mengalirkan udara ke lembah dan lembah akan melepas energi panas. Aliran udara tersebut dinamakan angin gunung.

b. Angin Ribut atau Angin Puyuh

Angin ribut atau angin puyuh biasa juga disebut sebagai angin puting beliung, yaitu angin kencang yang datang secara tiba-tiba, mempunyai pusat gerak seperti spiral hingga menyentuh permukaan bumi dan hilang dalam waktu singkat (3 – 5 menit). Dengan kecepatan angina rata-rata berkisar antara 30-40 knots. Angin ini berasal dari awan Cumulonimbus (CB) yaitu awan yang bergumpal berwarna abu-abu gelap dan menjulang tinggi. Namun, tidak semua awan Cumulonimbus menyebabkan angin puting beliung. Puting beliung dapat terjadi dimana saja, di darat maupun di laut, dan jika terjadi di laut durasinya lebih lama daripada di darat. Angin ini lebih sering terjadi pada siang atau sore hari, terkadang pada malam hari dan lebih sering terjadi pada peralihan musim.

c. Angin Fohn

Angin Fohn adalah angin bersifat kering dan panas yang turun dari lereng pegunungan. Angin ini terjadi karena turunnya kelembaban udara yang mendapatkan pemanasan secara dinamis. Sehingga udara panas dan keringlah yang mengalir ke daratan. Selain itu jenis angin selain angin lokal merupakan angin yang bertiup dengan kawasan yang lebih luas seperti angin musim atau angin monsoon. Ada dua jenis angin monsoon yang terjadi di Indonesia, yaitu monsoon barat dan monsoon timur. Angin monsoon disebabkan oleh perbedaan tekanan udara pada benua yang mengapit Indonesia, yaitu Benua Australia dengan udara kering dan Benua Asia dengan udara yang relatif lembab.

d. Angin Monsun Barat

Pada bulan Oktober hingga April merupakan bulan dimana angin monsoon barat terjadi. Pada bulan tersebut belahan bumi bagian selatan tepat berada di bawah matahari, yang mengakibatkan suhu pada belahan bumi bagian selatan lebih tinggi dibandingkan dengan suhu bumi bagian utara, sehingga angin bertiup ke bumi bagian selatan.

e. Angin Monsun Timur

Pada bulan April hingga Oktober merupakan bulan dimana angin monsoon timur terjadi. Pada saat itu bumi bagian utara berkedudukan tepat dibawah matahari. Menyebabkan benua Australia mengalami musim dingin sehingga bertekanan tinggi. Sedangkan benua Asia lebih panas, sehingga tekanannya rendah.

f. Angin Laut dan Angin Darat

Angin darat merupakan angin yang bertiup mengalir dari darat ke lautan, sedangkan angin laut merupakan angin yang bertiup dari laut ke daratan. Adanya perbedaan sifat antara lautan dan daratan mengakibatkan terjadinya angin darat dan angin laut. Lautan menyerap dan melepas energi panas lebih lama daripada daratan. Proses terjadinya angin darat dan angin laut

- 1) Pada malam hari merupakan waktu terjadinya angin darat, dikarenakan daratan melepas energi panas yang diserap dari permukaan bumi lebih cepat yang mengakibatkan suhu udara menjadi dingin. Sedangkan energi panas di lautan sedang mengalami proses pelepasan energi ke udara. Udara yang naik dari lautan ke atas digantikan oleh udara dingin yang bergerak dari daratan, sehingga hal ini merupakan penyebab terjadinya aliran udara dari daratan



menuju ke lautan. Pada malam hari hingga dini hari merupakan waktu terjadinya angin darat.

- 2) Pada waktu pagi hingga sore merupakan waktu terjadinya angin laut, karena energi panas yang ada di daratan diserap lebih cepat daripada energi panas yang diserap di lautan, sehingga udara lebih panas terjadi di daratan daripada di lautan. Udara dingin dari lautan akan naik dan menggantikan udara panas di daratan.

#### 2.2.4. Potensi Energi Angin

Udara yang bergerak mempunyai massa, kerapatan, dan kecepatan, sehingga dengan adanya factor-faktor tersebut, angin mempunyai energy kinetic dan energy potensial. Akan tetapi factor kecepatan lebih mendominasi posisi massa terhadap permukaan bumi. Dengan demikian energy angin merupakan energy kinetic atau energy yang disebabkan oleh kecepatan angin untuk dimanfaatkan memutar sudut-sudut kincir angin.

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi energi listrik alami yang begitu besar, salah satunya adalah angin. Potensi angin dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi, mempunyai kecepatan diatas 5m/detik dan berada pada 120 lokasi yang tersebar di wilayah Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan, dan Pantai Selatan Jawa. Kecepatan angin di Indonesia kurang dari 5,9 per meter detik tapi bukan tidak bias dimanfaatkan. Indramayu memiliki 40 kincir angin yang hanya 3 meter per detik dapat memompa air 2,7 meter kubik perjamnya dan hanya memerlukan biaya 500 ribu untuk biaya perawatan setiap tahunnya. Pemanfaatan potensi anginseperti ini diharapkan mampu membantu

masyarakat untuk menekan biaya perawatan yang mulai sangat mahal di era globalisasi.

Peranan pemerintah juga sangat dibutuhkan untuk mendukung adanya suatu energi terbarukan di wilayah yang memiliki potensi tinggi seperti potensi angin. Di desa salah satu tempat yang memiliki potensi angin, dengan letak di pinggir pantai kawasan ini merupakan wilayah dengan potensi angin yang bagus sebagai penggerak blade turbin angin. Termasuk peranan pemerintah yang mengesahkan akan dibangunnya turbin angin di pinggir pantai samas sejak tahun 2015 namun belum terealisasi. Sehingga saya ingin menganalisa potensi angin disana untuk mengetahui apakah daerah tersebut berpotensi membangkitkan energi listrik sebagai energi alternatif.

(Bachtiar & Hayyatul, 2018) Indonesia adalah suatu negara yang dikarunia potensi alam yang begitu besar, salah satunya angin. Potensi angin yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi, mempunyai kecepatan diatas 5 m/detik dan itu berada pada 120 lokasi dan tersebar di wilayah Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan, dan Pantai Selatan Jawa (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, 2006). Energi angin merupakan energy alternative yang mempunyai prospek baik karena selalu tersedia di alam, dan merupakan sumber energy yang bersih dan terbarukan kembali. Proses pemanfaatan energy angin melalui dua tahapan konversi yaitu: 1. Aliran angin akan menggerakkan rotor (balingbaling) yang menyebabkan rotor berputar selaras dengan angin bertiup.

Putaran rotor dihubungkan dengan generator sehingga dapat dihasilkan listrik. Dengan demikian energy angin merupakan energy kinetic atau energy yang disebabkan oleh kecepatan angin untuk dimanfaatkan memutar sudu sudu kincir angin. Untuk memanfaatkan energy angin menjadi energy listrik maka

langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghitung energy angin dengan formula

$$E = \frac{1}{2} mv^2$$

Dimana: E = energi kinetik (joule)

M = massa udara (kg)

V = kecepatan angin (m/s)

Untuk mendapatkan daya efektif dari angin yang mungkin dihasilkan dari suatu kincir adalah:

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \cdot A \cdot C_p$$

$E_a$  = daya efektif yang dihasilkan kincir angin (watt)

$C_p$  = efisiensi blade 0,45

A = luas penampang (  $1 \text{ m}^2$  )

V = kecepatan angin (m/s)

$\rho$  = kerapatan udara ( $\text{kg}/\text{m}^3$  )

Syarat dan kondisi kecepatan angin dapat diukur dengan alat pengukur kecepatan dan arah angin. Selain dengan alat pengukur dapat juga diukur atau diperkirakan menggunakan tabel Skala Beaufort. Berikut tingkatan kecepatan angin menurut tabel Beaufort.

Tabel 2.1 Beaufort Angin

Skala Beaufort	Kategori	Satuan dalam km/jam	Satuan dalam knots	Keadaan di daratan	Keadaan di lautan
0	Udara	0	0	Asap bergerak	Permukaan laut

	Tenang			secara vertikal	seperti kaca
1~3	Angin lemah	$\leq 19$	$\leq 10$	Angin terasa di wajah; daun-daun berdesir; kincir angin bergerak oleh angin	riuk kecil terbentuk namun tidak pecah; permukaan tetap seperti kaca
4	Angin sedang	20~29	11~16	mengangkat debu dan menerbangkan kertas; cabang pohon kecil bergerak	Ombak kecil mulai memanjang; garis-garis buih sering terbentuk

5	Angin segar	30~39	17~21	pohon kecil berayun; gelombang kecil terbentuk di perairan di darat	Ombak ukuran sedang; buih berarak-arak
6	Angin kuat	40~ 50	22~ 27	cabang besar bergerak; siulan terdengar pada kabel telepon; payung sulit digunakan	Ombak besar mulai terbentuk, buih tipis melebar dari puncaknya, kadang-kadang timbul percikan

7	Angin rebut	51~ 62	28 ~33	pohon-pohon bergerak; terasa sulit berjalan melawan arah angin	Laut mulai bergolak, buih putih mulai terbawa angin dan membentuk alur-alur sesuai arah angin
8	Angin ribut sedang	63~ 75	34~ 40	ranting-ranting patah; semakin sulit bergerak maju	Gelombang agak tinggi dan lebih panjang; puncak gelombang yang pecah mulai bergulung; buih yang terbesar anginnya semakin jelas alur-alurnya
9	Angin ribut kuat	76~ 87	41~ 47	kerusakan bangunan mulai muncul; atap rumah lepas; cabang yang lebih besar patah	Gelombang tinggi terbentuk buih tebal berlajur-lajur; puncak gelombang roboh bergulung-gulung; percik-percik air mulai mengganggu penglihatan

10	Badai	88~ 102	48~ 55	jarang terjadi di daratan; pohon-pohon tercabut; kerusakan bangunan yang cukup parah	Gelombang sangat tinggi dengan puncak memayungi; buih yang ditimbulkan membentuk tampal-tampal buih raksasa yang didorong angin, seluruh permukaan laut memutih; gulungan ombak menjadi dahsyat; penglihatan terganggu
----	-------	---------	--------	--	--

### 2.3 Energi Alternatif dan Terbarukan

Energi alternatif merupakan pengganti dari energi yang berbahan konvensional. Energi terbarukan merupakan energi yang tidak dikhawatirkan jumlahnya karena energi ini berasal dari alam yang berkelanjutan. Semakin berkurangnya bahan bakar konvensional di masa kini tentu saja energi terbarukan dan energi alternatif sangat diperlukan. Sementara itu meningkatnya kebutuhan energi semakin melonjak. Semakin berkurangnya jumlah bahan bakar yang berasal dari minyak ataupun batu bara dan muncul berbagai alternatif sebagai substitusi dari energi minyak ataupun batu bara tersebut. Energi alternatif meliputi energi surya,

energi air, energi panas bumi, energi ombak, dan energi angin.

Walaupun pemanfaatan energi angin dapat dilakukan di mana saja, daerah-daerah yang memiliki potensi energi angin yang tinggi tetap perlu diidentifikasi agar pemanfaatan energi angin ini lebih kompetitif dibandingkan dengan energi alternatif lainnya. Oleh karena itu studi potensi pemanfaatan energi angin ini sangat tepat dilakukan guna mengidentifikasi daerah-daerah berpotensi. Angin selama ini dipandang sebagai proses alam biasa yang kurang memiliki nilai ekonomis bagi kegiatan produktif masyarakat.

#### **2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Angin**

Pemodelan turbin disesuaikan dengan kondisi turbin dan system pembangkit listrik tenaga angin yang sesuai dengan kondisi sebenarnya. System akan diberikan input kecepatan sesuai dengan hasil kecepatan sebenarnya di lapangan. Data kecepatan angin didapatkan dari hasil observasi selama 30 hari. Teknik pengendalian putaran rotor generator menggunakan kendali PI yang dapat mengontrol sehingga tidak melebihi daya nominal.

##### **2.4.1. Turbin Angin Sumbu Horizontal**

Turbin Angin Sumbu Horizontal Turbin angin sumbu horisontal (TASH) memiliki poros rotor utama dan generator listrik di puncak menara. Turbin berukuran kecil diarahkan oleh sebuah baling-baling angin (baling-baling cuaca) yang sederhana, sedangkan turbin berukuran besar pada umumnya menggunakan sebuah sensor angin yang digandengkan ke sebuah servo motor.



Gambar 2.1. Turbin Angin Sumbu Horizontal

Sebagian besar memiliki sebuah gearbox yang mengubah perputaran kincir yang pelan menjadi lebih cepat berputar. Karena sebuah menara menghasilkan turbulensi di belakangnya, turbin biasanya diarahkan melawan arah anginnya menara. Bilah-bilah turbin dibuat kaku agar mereka tidak terdorong menuju menara oleh angin berkecepatan tinggi. Sebagai tambahan, bilah-bilah itu diletakkan di depan menara pada jarak tertentu dan sedikit dimiringkan. Karena turbulensi menyebabkan kerusakan struktur menara, dan realibilitas begitu penting, sebagian besar TASH merupakan mesin upwind (melawan arah angin). Meski memiliki permasalahan turbulensi, mesin downwind (menurut jurusan angin) dibuat karena tidak memerlukan mekanisme tambahan agar mereka tetap sejalan dengan angin, dan karena di saat angin berhembus sangat kencang, bilah-bilahnya bisa ditekuk sehingga mengurangi wilayah tiupan mereka dan dengan demikian juga mengurangi resintensi angin dari bilahbilah itu

#### 2.4.2. Turbin Angin Sumbu Vertikal

Turbin angin vertikal memiliki shaft rotor vertikal. Kegunaan utama dari



penempatan rotor ini adalah turbin angin tidak perlu diarahkan ke arah angin bertiup. Hal ini sangat berguna pada daerah dimana arah angin sangat variatif atau memiliki turbulensi. Dengan sumbu vertikal, generator dan komponen primer lainnya dapat ditempatkan dekat dengan permukaan tanah, sehingga tower tidak perlu support dan hal ini menyebabkan maintenance lebih mudah. Kekurangan utama dari turbin angin vertikal adalah menciptakan dorongan saat berputar. Sangat sulit untuk memasang turbin angin di tower, sehingga jenis tower ini biasanya di install dekat dengan permukaan. Kecepatan angin lebih lambat pada altitude yang rendah, sehingga energi angin yang tersedia lebih rendah



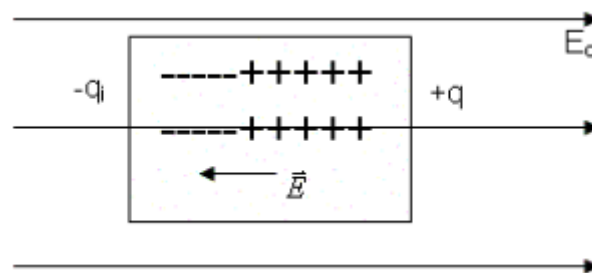
Gambar 2.2 Turbin Angin Sumbu Vertikal

#### 2.4.3. Generator

Generator adalah suatu alat yang dapat mengubah tenaga mekanik menjadi energi listrik. Tenaga mekanik bisa berasal dari panas, air, uap, dll. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator bisa berupa Listrik AC (listrik bolak-balik) maupun DC (listrik searah). Hal tersebut tergantung dari konstruksi generator yang dipakai oleh pembangkit tenaga listrik. Generator berhubungan erat dengan hukum faraday. Berikut hasil dari hukum faraday “ bahwa apabila sepotong kawat penghantar

listrik berada dalam medan magnet berubah-ubah, maka dalam kawat tersebut akan terbentuk Gaya Gerak Listrik ”

Bila sebatang logam panjang berada di dalam medan listrik, ( $E_0$ ), maka akan menyebabkan elektron bebas akan bergerak ke kiri yang akhirnya akan menimbulkan medan listrik induksi yang sama kuat dengan medan listrik (Gambar 1) sehingga kuat medan total menjadi nol. Dalam hal ini potensial kedua ujung logam menjadi sama besar dan aliran elektron akan berhenti, maka kedua ujung logam terdapat muatan induksi. Agar aliran elektron bebas berjalan terus maka harus muatan induksi ini terus diambil, sehingga pada logam tidak timbul medan listrik induksi. Dan sumber ggl (misal baterai) yang dapat membuat beda potensial kedua ujung logam harganya tetap, sehingga aliran electron tetap berjalan



Gambar 2.3 Gaya Gerak Listrik

Generator Arus Searah menghasilkan arus listrik DC karena pada konstruksi dilengkapi dengan komutator, biasanya berfungsi sebagai penguat pada generator utama di bengkel atau industri. Sedangkan Generator Arus Bolak-Balik menghasilkan arus listrik AC, hal ini disebabkan karena konstruksi pada generator menyebabkan arah arus akan berbalik pada setiap setengah putaran.

#### 2.4.4. Baterai

Baterai adalah suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian energi listrik diubah menjadi kimia dan saat pengeluaran/discharge energi kimia diubah menjadi energi listrik. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai atau akkumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia reversibel adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel. Baterai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder.

Adapun jenis – jenis baterai adalah :

##### a. Baterai Asam

Baterai asam yang bahan elektrolitnya adalah larutan asam belerang (sulfuric acid =  $H_2SO_4$ ). Didalam baterai asam, elektroda- elektrodanya terdiri dari plat-plat timah peroksida  $PbO_2$  sebagai anoda (kutub positif) dan timah murni  $Pb$  sebagai katoda (kutub negatif).

##### b. Baterai Alkali

Baterai alkali bahan elektrolitnya adalah larutan alkali yang terdiri dari :

1. Nickel iron alkaline battery Ni-Fe Battery.
2. Nickel cadmium alkaline battery Ni Cd

Battery Pada umumnya yang paling banyak digunakan adalah baterai alkali admium (NiCd).

Setiap baterai memiliki kapasitas nya tersendiri. Kapasitas baterai yaitu kemampuan baterai menyimpan daya listrik atau besarnya energi yang dapat disimpan dan dikeluarkan oleh baterai. Besarnya kapasitas, tergantung dari banyaknya bahan aktif pada plat positif maupun plat negatif yang bereaksi, dipengaruhi oleh jumlah plat tiap-tiap sel, ukuran, dan tebal plat, kualitas elektrolit serta umur baterai. Kapasitas energi suatu baterai dinyatakan dalam ampere jam (Ah), misalkan kapasitas baterai 100 Ah 12 volt artinya secara ideal arus yang dapat dikeluarkan sebesar 5 ampere selama 20 jam pemakaian. Besar kecilnya tegangan baterai ditentukan oleh banyak sedikitnya sel baterai yang ada di dalamnya. Sekalipun demikian, arus hanya akan mengalir bila ada konduktor dan beban yang dihubungkan ke baterai. Kapasitas baterai menunjukkan kemampuan baterai untuk mengeluarkan arus (discharging) selama waktu tertentu. Pada saat baterai diisi (charging), terjadilah penimbunan muatan listrik. Jumlah maksimum muatan listrik yang dapat ditampung oleh baterai disebut kapasitas baterai dan dinyatakan dalam ampere jam (Ampere hour). Kapasitas baterai dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah ini :

$$N \text{ (Ah)} = I \text{ (ampere)} \times t \text{ (hours)}$$

Dimana :

N = kapasitas baterai aki

I = kuat arus (ampere)

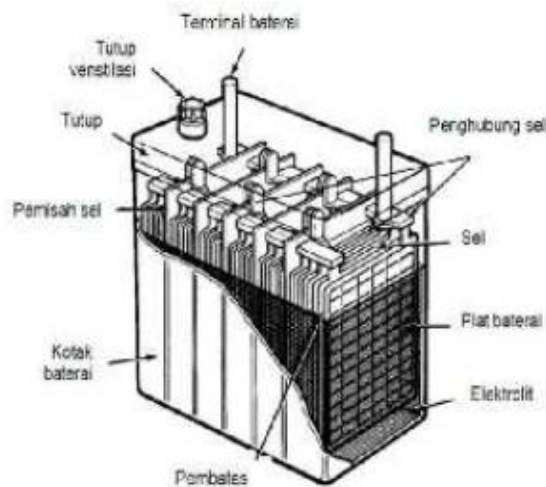
t = waktu (jam/sekond)

Baterai berfungsi sebagai penyimpan dan suplai arus listrik. Karena baterai

sebagai penyimpan dan suplai arus listrik yang sangat baik dan mudah dalam penggunaan, maka baterai sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Komponen-komponen baterai yang didesain untuk kendaraan terdiri atas :

- a. Kotak Baterai
- b. Elektrolit Baterai
- c. Sumbat Ventilasi
- d. Plat Positif dan Plat Negatif
- e. Separator
- f. Lapisan Serat Gelas (Fiber Glass)
- g. Sel Baterai



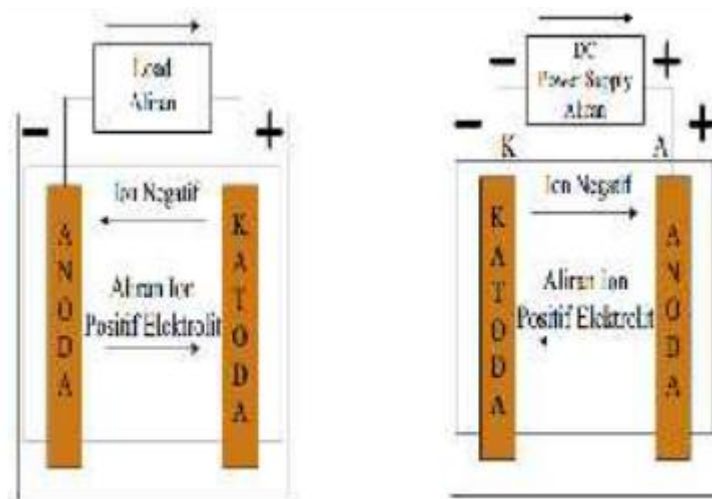
Gambar 2.4 Konstruksi Baterai

Baterai merupakan perangkat yang mampu menghasilkan tegangan DC, yaitu dengan cara mengubah energi kimia yang terkandung didalamnya menjadi energi listrik melalui reaksi elektro kimia, Redoks (Reduksi–Oksidasi). Baterai terdiri dari beberapa sel listrik, sel listrik tersebut menjadi penyimpan energi listrik dalam

bentuk energi kimia. Sel batere tersebut terdiri dari elektroda negatif dan elektroda positif. Elektroda negatif disebut katoda, yang berfungsi sebagai pemberi elektron. Elektroda positif disebut anoda yang berfungsi sebagai penerima elektron. Antara anoda dan katoda akan mengalir arus yaitu dari kutub positif (anoda) ke kutub negatif

(katoda). Sedangkan electron akan mengalir dari katoda menuju anoda.

Proses pengosongan pada sel berlangsung menurut gambar. Jika sel dihubungkan dengan beban maka, elektron mengalir dari anoda melalui beban melalui beban katoda, kemudian ion – ion negatif mengalir ke anoda dan ion – ion positif mengalir ke katoda. Pada proses pengisian menurut gambar dibawah ini adalah bila sel dihubungkan dengan power supply maka elektroda positif menjadi anoda dan elektroda negatif menjadi katoda dan proses kimia yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gambar 2.5 Proses Pengosongan dan Pengisian Baterai

- a. Aliran elektron menjadi terbalik, mengalir dari anoda melalui power supply ke

katoda.

- b. Ion-ion negatif mengalir dari katoda ke anoda.
- c. Ion-ion positif mengalir dari anoda ke katoda Jadi, reaksi kimia pada saat pengisian (charging) adalah kebalikan dari saat pengosongan (discharging).

Jenis baterai berdasarkan jenis elektrolitnya terdiri dari sel basah (baterai basah) dan sel kering (baterai kering). Baterai basah mempunyai ciri – ciri antara lain elektrolitnya berbentuk cair, kapasitas besar dan bentuk fisik besar. Sedangkan, baterai kering mempunyai ciri–ciri antara lain elektrolitnya berbentuk pasta, bentuk fisik umumnya lebih kecil dari baterai basah.

#### 2.4.5. *Charger Controller*

Charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian - karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya / solarcell. Charge Controller panel surya terbagi 2 yaitu PWM (Pulse With Modulation) dan MPPT (Maximum Power Point Tracker). Charge Controller PWM (Pulse Wide Modulation) merupakan charge controller yang menggunakan 'lebar' pulse dari on dan off electrical, sehingga menciptakan seakan-akan sine wave electrical form. Charge controller PWM (Pulse Width Modulation) adalah alat pengontrol pengisian yang berfungsi mengecaskan baterai dari panel surya dengan menggunakan modulasi pulsa untuk mengendalikan keberlangsungan pengisian.

## 2.5 Daya

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam satuan watt atau Horsepower (HP), Horsepower merupakan satuan daya listrik dimana 1 HP setara 746 Watt atau lbft/second. Sedangkan Watt merupakan unit daya listrik dimana 1 Watt memiliki daya setara dengan daya yang dihasilkan oleh perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt. Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, Sehingga besarnya daya dinyatakan :

$$P = V \times I$$

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times$$

$$\text{Cos } \phi \text{ P = Watt}$$



## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 1.1. Waktu dan Tempat

##### 1.1.1. Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu selama 8 bulan terhitung dari tanggal 3 November 2020 sampai 17 April 2021. Dimulai dengan persetujuan proposal ini sampai selesai penelitian. Penelitian diawali dengan kajian awal (tinjauan pustaka), perhitungan beban pada masjid, pembuatan alat perbandingan 1 dan 2, lalu analisa data, terakhir kesimpulan dan saran. Rincian dari penelitian ini seperti pada tabel berikut :

3.1.2. Tabel Jadwal Penelitian

No.	Uraian	Bulan Ke-								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Kajian literatur									
2.	Penyusunan proposal penelitian									
3.	Penulisan Bab 1 s/d Bab 3									
4.	Seminar proposal penelitian									
4.	Pengambilan Data PLTB									
5.	Analisa data hasil perbandingan									
6.	Seminar hasil penelitian									
7.	Sidang akhir									

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

### 3.1.3. Tempat

Penelitian dilaksanakan di Masjid Taqwa Muhammadiyah Desa Sei Litu Kecamatan Sawit Sebrang Kabupaten Langkat.

### 3.2. Bahan dan Alat

Untuk melakukan penelitian ini, bahan dan alat yang digunakan adalah :

#### 1. Turbin Ventilator

Turbin Ventilator digunakan sebagai alat penggerak mula generator. Dimana dari turbin penggerak mula akan disandingkan dengan generator, sehingga apabila turbin berputar maka generator juga ikut berputar berbanding lurus dengan putaran turbin.



Gambar 3.1. Turbin Ventilator

## 2. *Charger Controlling*

*charger controlling* sebagai alat yang digunakan untuk mengatur arus DC yang dihasilkan oleh Generator yang akan diisi ke baterai. Alat ini untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban.



Gambar 3.2. Charger Controller

## 3. Baterai

Baterai pada penelitian ini berfungsi sebagai alat penyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya. Energi DC yang disimpan ini yang akan dialirkan ke beban masjid. Adapun spesifikasi baterai yang akan digunakan adalah :

Type	:	Baterai Kering VRLA-AGM
Kapasitas Penyimpanan	:	100Ah
Tegangan Max	:	12V DC



Gambar 3.3. Baterai

#### 4. Kabel panel

Kabel panel ini digunakan pada generator, sebagai penghubung antara generator ke alat lainnya.



Gambar 3.4 Kabel Panel

## 5. Anemometer

Anemometer adalah sebuah alat pengukur kecepatan angin yang paling banyak dipakai dalam bidang Meteorologi dan Geofisika atau stasiun prakiraan cuaca, alat ini masih diyakini alat yang paling akurat untuk mengukur kecepatan angin. Nama alat ini berasal dari kata Yunani anemos yang berarti angin. Fungsi yang paling utama dari Anemometer ialah mengukur kecepatan angin, juga dapat digunakan untuk mengukur gas. Fungsi Anemometer ultrasonik dapat digunakan untuk mengukur kecepatan angin dan juga dapat menentukan arah mata angin, pengamatan cuaca dan meteorologi, tidak sedikit yang menggunakan Anemometer ultrasonik ini untuk kegiatannya.



Gambar 3.5. Anemometer

## 6. Multimeter Digital

Multimeter pada penelitian ini berfungsi sebagai pengukur arus keluaran dan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh generator



Gambar 3.6. Multimeter Digital

## 7. Tang Amper

Tang amper berfungsi untuk mengukur arus keluaran yang dihasilkan oleh baterai



Gambar 3.7. Tang Amper

## 8. Generator

Generator DC merupakan sebuah perangkat mesin listrik dinamis yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Generator DC menghasilkan arus DC/ arus searah. Generator DC dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan dari rangkaian belitan magnet atau penguat eksitasinya terhadap jangkar (anker)

Energi kinetik angin yang berhembus dalam satuan waktu adalah:

$$P_w = \frac{1}{2} A v^2$$

Dimana :

$P_w$  : Daya angin (W)

$v$  : kecepatan angin (m/s)

$A$  : luas penampang ( $m^2$ )

: kerapatan udara ( $1.1726 \text{ kg/m}^3$ )

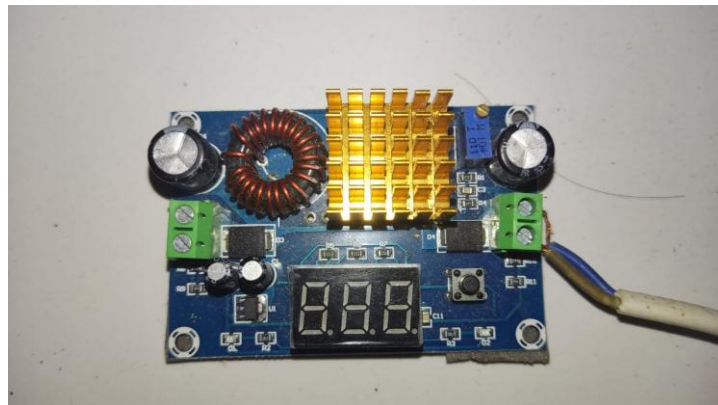


Gambar 3.8 Generator DC



#### 9. Step up DC to DC

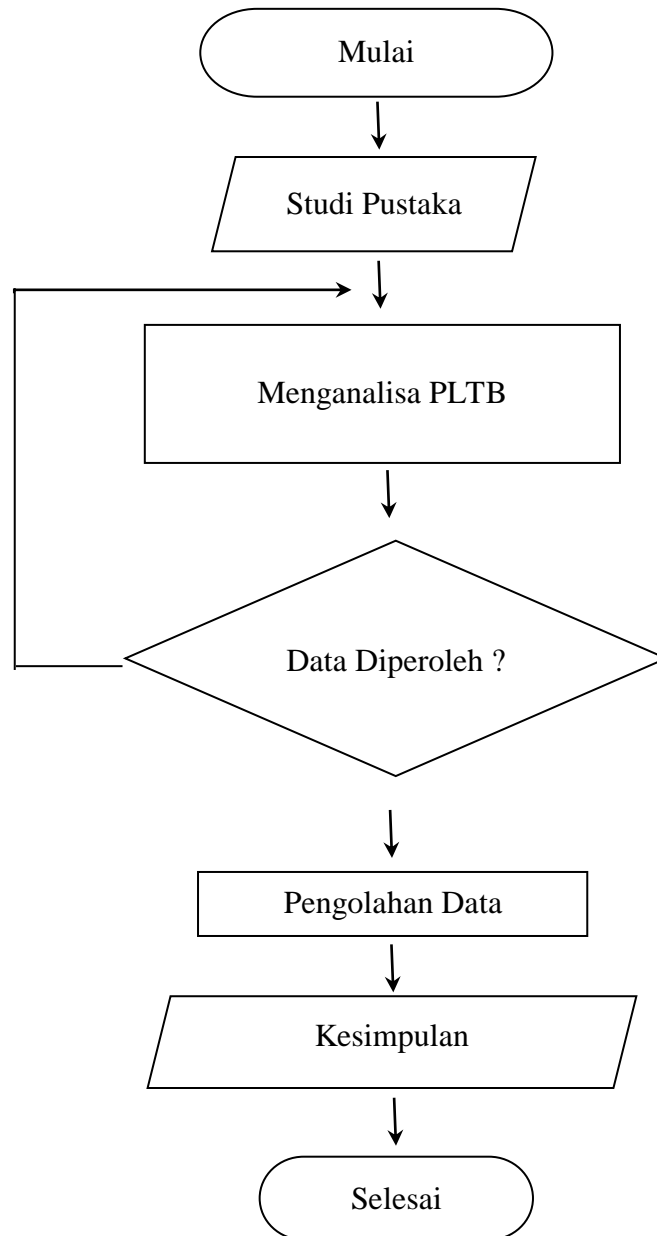
Dimana stepup DC to DC berfungsi sebagai menaikkan daya yang rendah menjadi lebih tinggi, dimana alat ini memiliki input tegangan minimal 3 Volt yang akan di Stepup ke Maksimal 14 Volt



Gambar 3.9. Stepup DC to DC



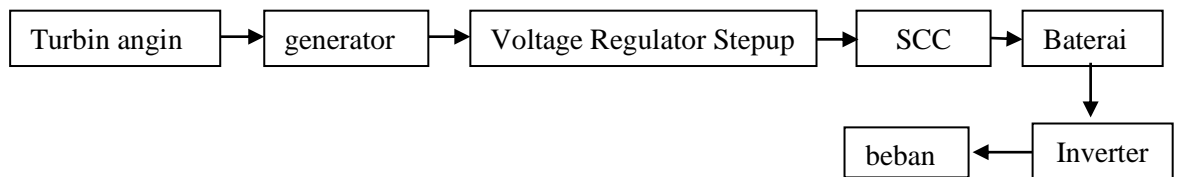
## 3.3. Bagan Alir



Gambar 3.9. Diagram Alir

### 3.4. Blok Diagram

Diagram blok dari pembangkit listrik tenaga angin dapat dilihat pada gambar dibawah iniberikut :



Gambar 3.10. Diagram Blok PLTB

### 3.5. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini ada dua tahap yaitu :

1. Pengukuran Kecepatan Angin, Pengukuran kecepatan angin dilakukan menggunakan alat anemometer. Dimana tujuang dari tahap ini adalah mengetahui tingkat kecepatan angin yang ada pada lokasi penelitian. Dimana metode ini dilakukan sebanyak 12 kali dalam 24 jam selama 7 hai.
2. Setelah mengukur kecepatan angin, kemudian diikuti dengan mengukur tegangan dan arus keluaran yang dihasilkan oleh generator yang diputar penggerak mula yaitu turbin ventilator. Metode ini juga dilakukan sebanyak 12 kali dalam 24 jam selama 7 hari

### 3.6. Pengolahan Data

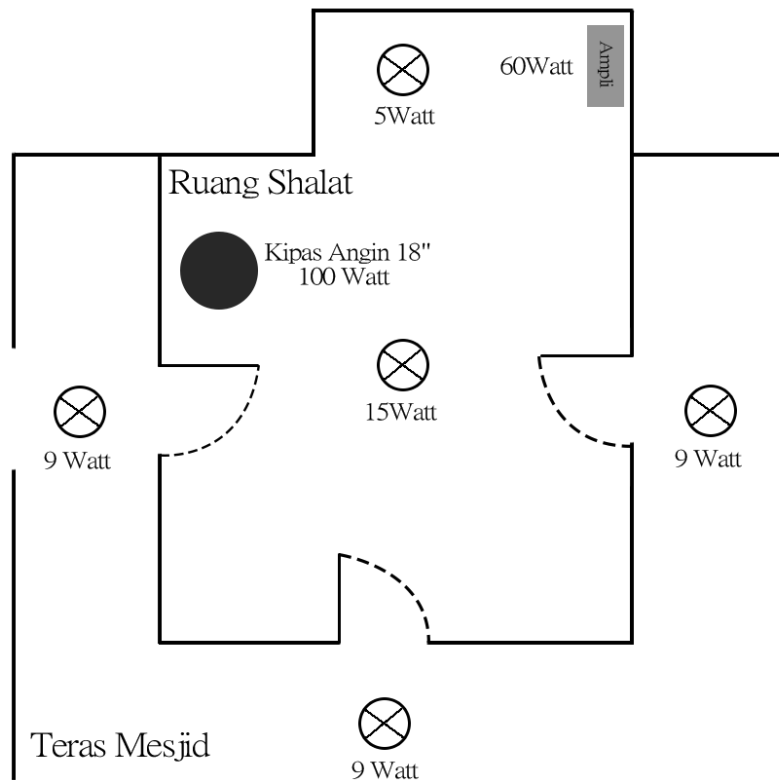
1. Data yang diperoleh dari generator dan anemometer (Tegangan, Arus dan kecepatan angin) akan dihitung rerata daya keluaran per harinya.
2. Kemudian akan dilihat pada pukul berapa kecepatan angin menghasilkan daya maximal pada generator.
3. Selanjutnya akan dilihat apakah kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap daya keluaran yang dihasilkan generator melalui data yang telah didapat
4. Akan ditentukan, apakah penggunaan PLTB menggunakan turbin ventilator dan generator terpasang efektif digunakan.

## BAB IV

### HASIL DAN ANALISA

#### 4.1. Menghitung Beban Pemakaian Pada Masjid

Adapun denah masjid beserta beban terpasang yang akan dihitung adalah sebagai berikut :



Masjid Taqwa yang terletak pada Desa Sei Litur Kecamatan Sawit Sebrang Kabupaten langkat Dusun 8 merupakan sebuah bangunan Masjid yang relatif kecil. bangunan ini hanya memiliki 5 Unit lampu, 1 unit kipas angin dan 1 unit ampli yang hanya digunakan ketika adzan dikumandangkan. Adapun total daya yang digunakan pada masjid ini adalah :

Diketahui : Lampu 5 Watt sebanyak 1 Unit

: Lampu 15 Watt sebanyak 1 Unit

: Lampu 9 Watt sebanyak 3 Unit

: Kipas angin 100 Watt sebanyak 1 unit

: Ampli 60 Watt sebanyak 1Unit

Dimana : 1 Unit lampu LED DC 5 Watt menyala selama 3 Jam / Hari

: 1 Unit lampu LED DC 15 Watt menyala selama 3 Jam / Hari

: 3 Unit lampu LED DC 9 Watt menyala selama 12 Jam / Hari

: 1 unit kipas angin 100 Watt menyala selama 3 jam / Hari

: 1 unit ampli 60 Watt menyala selama 1 Jam / Hari

Maka total beban yang digunakan pada masjid adalah :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{total}} &= (1.5.3) + (1.15.3) + (3.9.12) + (1.3.100) + (1.1.60) \\
 &= 15 + 45 + 324 + 300 + 60 \\
 &= 744 \text{ Watt / Hari atau } 31 \text{ Watt / Jam}
 \end{aligned}$$

Maka total beban yang digunakan pada masjid adalah sebanyak 120 Watt / Hari.

#### 4.2. Mengukur Kecepatan Angin, Tegangan dan Arus Keluaran Turbin Angin

Pada tahap ini pengukuran dilakukan selama 7 hari berturut turut. Adapun yang akan diukur meliputi kecepatan angin, arus, dan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh turbin angin selama 7 hari. Untuk mengukur kecepatan angin, menggunakan anemometer. Sedangkan untuk mengukur arus dan tegangan keluaran pada panel surya menggunakan multimeter.

Setelah memperoleh data (kecepatan angin, arus, dan tegangan) maka akan ditentukanlah nilai daya keluaran dari turbin angin dengan persamaan :

$$P = V \times I$$

Dimana :

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

P = Daya (Watt)

Kemudian untuk menentukan arus dan tegangan rata – rata pada setiap hari

pengambilan data dengan persamaan :

$$I_{\text{rata-rata}} = I_{\text{total}} / 11 \text{ (Jumlah pengambilan data/hari)}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = V_{\text{total}} / 11 \text{ (Jumlah pengambilan data/hari)}$$

Dari hasil daya keluaran , arus, dan tegangan yang dihasilkan oleh turbin angin dan ditampilkan dalam bentuk tabel perbandingan.

#### 4.2.1. Data Hari Ke-1 Jum'at 25/09/2020

Pada hari pertama pengambilan data yaitu pada hari Jumat 26/09/2020 cuaca pada desa lokasi pengambilan data nampak mendung dari pagi hingga sore.

Adapun tabel data yang diambil pada hari Jumat 26/09/2020 adalah sebagai berikut

:

<b>Jumat, 25/9/2020 (Mendung)</b>				
<b>Waktu</b>	<b>Rata- Rata Kecepatan Angin</b>	<b>Tegangan Keluaran (V)</b>	<b>Arus (I) mA</b>	<b>Tegangan keluaran dari Step Up DC to DC</b>
08:00 - 09:00	2,3	1,09	20	10,5
09:00 - 10:00	2,4	1,25	20	11,4
10:00 - 11:00	3,1	1,60	30	11,8
11:00 - 12:00	5,6	3,15	50	13,7
12:00 - 13:00	3,8	2,04	30	12,5
13:00 - 14:00	6,6	3,30	60	13,7
14:00 - 15:00	5,5	3,05	50	13,7
15:00 - 16:00	7,3	3,69	70	13,7

16:00 - 17:00	7,4	3,71	70	13,7
---------------	-----	------	----	------

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya

keluaran yang dihasilkan turbin ventilator pada tiap jam nya sebagai berikut :

A. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{\text{Banyaknya Pengujian}} \\
 &= \frac{20+20+30+50+30+60+50+70+70}{9} \\
 &= 44,44 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

B. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned}
 V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{\text{Banyaknya Pengujian}} \\
 &= \frac{1,09+1,25+1,60+3,15+2,04+3,30+3,05+3,79+3,71}{9} \\
 &= 2,55 \text{ V}
 \end{aligned}$$

C. Rata – Rata Daya Keluaran

$$\begin{aligned}
 P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}} \\
 &= 2,55 \cdot 0,04 \\
 &= 0,10 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Maka dari analisa diatas didapatlah arus, tegangan dan daya keluaran pada turbin ventilator ( $I_{\text{rerata}} = 44,44 \text{ mA}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 2,55 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 0.10 \text{ Watt}$ )

#### 4.2.2. Data Hari Ke-2 Sabtu 26/09/2020

Adapun tabel data yang diambil pada hari Sabtu 26/09/2020 adalah sebagai berikut :

<b>Sabtu, 26/9/2020 (Mendung)</b>				
<b>Waktu</b>	<b>Rata- Rata Kecepatan Angin</b>	<b>Tegangan Keluaran (V)</b>	<b>Arus (I) mA</b>	<b>Tegangan keluaran dari Step Up DC to DC</b>
08:00 - 09:00	2,1	1,05	20	10,5
09:00 - 10:00	2,7	1,43	20	11,8
10:00 - 11:00	3,4	1,87	30	12,0
11:00 - 12:00	2,2	1,07	20	10,5
12:00 - 13:00	3,7	2,01	30	12,5
13:00 - 14:00	4,1	2,20	40	12,8
14:00 - 15:00	4,4	2,54	40	13,7
15:00 - 16:00	6,3	3,25	60	13,7
16:00 - 17:00	8,4	4,72	80	13,7

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan turbin ventilator pada tiap jam nya sebagai berikut :

A Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{\text{Banyaknya Pengujian}} \\
 &= \frac{20+20+30+20+30+40+40+60+80}{9} \\
 &= 37,77\text{mA}
 \end{aligned}$$

B. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned}
 V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{\text{Banyaknya Pengujian}} \\
 &= \frac{1,05+1,43+1,87+1,07+2,01+2,20+2,54+3,25+4,72}{9} \\
 &= 2,23 \text{ V}
 \end{aligned}$$

C. Rata – Rata Daya Keluaran

$$P_{\text{rerata}} = V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}}$$



$$= 2,23 \cdot 0,03$$

$$= 0,06 \text{ Watt}$$

Maka dari analisa diatas didapatkan arus, tegangan dan daya keluaran pada turbin ventilator ( $I_{\text{rerata}} = 37,77 \text{ mA}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 2,23 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 0,06 \text{ Watt}$ )

#### 4.2.3. Data Hari Ke-3 Minggu 27/09/2020

Adapun tabel data yang diambil pada hari Minggu 27/09/2020 adalah sebagai berikut :

<b>Minggu, 27/9/2020 (Cerah)</b>				
<b>Waktu</b>	<b>Rata- Rata Kecepatan Angin</b>	<b>Tegangan Keluaran (V)</b>	<b>Arus (I) mA</b>	<b>Tegangan keluaran dari Step Up DC to DC</b>
08:00 - 09:00	1,8	1,01	10	9,8
09:00 - 10:00	3,8	2,04	30	12,5
10:00 - 11:00	2,6	1,37	20	11,5
11:00 - 12:00	4,2	2,32	40	12,7
12:00 - 13:00	5,6	3,15	50	13,7
13:00 - 14:00	6,7	3,32	60	13,7
14:00 - 15:00	5,5	3,06	50	13,7
15:00 - 16:00	7,3	3,69	70	13,7
16:00 - 17:00	7,5	3,84	70	13,7

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan turbin ventilator pada tiap jam nya sebagai berikut :

##### A. Rata – Rata Arus

$$I_{\text{rerata}} = \frac{\text{Total Arus}}{\text{Banyaknya Pengujian}}$$

$$= \frac{10+30+20+40+50+60+50+70+70}{9}$$

$$= 44,44 \text{ mA}$$

### B. Rata – Rata Tegangan

$$V_{\text{rerata}} = \frac{\text{Total Tegangan}}{\text{Banyaknya Pengujian}}$$

$$= \frac{1,01+2,04+1,37+2,32+3,15+3,32+3,06+3,69+3,84}{9}$$

$$= 23,8 \text{ V}$$

### C. Rata – Rata Daya Keluaran

$$P_{\text{rerata}} = V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}}$$

$$= 2,64 \cdot 0,04$$

$$= 0,10 \text{ Watt}$$

Maka dari analisa diatas didapatkan arus, tegangan dan daya keluaran pada turbin ventilator ( $I_{\text{rerata}} = 44,44 \text{ mA}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 2,64 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 0,10 \text{ Watt}$ )

#### 4.2.4. Data Hari Ke-4 Senin 28/09/2020

Adapun tabel data yang diambil pada hari Senin 28/09/2020 adalah sebagai berikut :

<b>Senin, 28/9/2020 (Cerah)</b>				
<b>Waktu</b>	<b>Rata- Rata Kecepatan Angin</b>	<b>Tegangan Keluaran (V)</b>	<b>Arus (I) mA</b>	<b>Tegangan keluaran dari Step Up DC to DC</b>
08:00 - 09:00	2,7	1,43	20	11,8
09:00 - 10:00	5,4	3,01	50	13,7
10:00 - 11:00	3,8	2,04	30	12,5
11:00 - 12:00	6,2	3,23	60	13,7

12:00 - 13:00	5,7	3,17	50	13,7
13:00 - 14:00	7,2	3,55	70	13,7
14:00 - 15:00	5,5	3,05	50	13,7
15:00 - 16:00	8,2	4,51	80	13,7
16:00 - 17:00	7,5	3,84	70	13,7

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan turbin ventilator pada tiap jam nya sebagai berikut :

A. Rata – Rata Arus

$$I_{\text{rerata}} = \frac{\text{Total Arus}}{\text{Banyaknya Pengujian}}$$

$$= \frac{20+50+30+60+50+70+50+80+70}{9}$$

$$= 53,33 \text{ mA}$$

B. Rata – Rata Tegangan

$$V_{\text{rerata}} = \frac{\text{Total Tegangan}}{\text{Banyaknya Pengujian}}$$

$$= \frac{1,43+3,01+2,04+3,23+3,17+3,55+3,05+4,51+3,84}{9}$$

$$= 3,09 \text{ V}$$

C. Rata – Rata Daya Keluaran

$$P_{\text{rerata}} = V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}}$$

$$= 3,09 \cdot 0,05$$

$$= 0,15 \text{ Watt}$$

Maka dari analisa diatas didapatkan arus, tegangan dan daya keluaran pada turbin ventilator ( $I_{\text{rerata}} = 53,33 \text{ mA}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 3,09 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 0,15 \text{ Watt}$ )

## 4.2.5. Data Hari Ke-5 Selasa 29/09/2020

Adapun tabel data yang diambil pada hari Selasa 29/09/2020 adalah sebagai berikut :

<b>Selasa, 29/9/2020 (Mendung)</b>				
<b>Waktu</b>	<b>Rata- Rata Kecepatan Angin</b>	<b>Tegangan Keluaran (V)</b>	<b>Arus (I) mA</b>	<b>Tegangan keluaran dari Step Up DC to DC</b>
08:00 - 09:00	2,5	1,31	20	11,6
09:00 - 10:00	2,3	1,09	20	10,5
10:00 - 11:00	5,6	3,15	50	13,7
11:00 - 12:00	6,1	3,17	60	13,7
12:00 - 13:00	5,4	3,01	50	13,7
13:00 - 14:00	4,3	2,40	40	12,8
14:00 - 15:00	7,8	3,93	70	13,7
15:00 - 16:00	6,4	3,30	60	13,7
16:00 - 17:00	7,2	3,55	70	13,7

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan turbin ventilator pada tiap jam nya sebagai berikut :

## A. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{\text{Banyaknya Pengujian}} \\
 &= \frac{20+20+50+60+50+40+70+60+70}{9} \\
 &= 48,88 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

## B. Rata – Rata Tegangan

$$V_{\text{rerata}} = \frac{\text{Total Tegangan}}{\text{Banyaknya Pengujian}}$$

$$= \frac{1,31+1,09+3,15+3,17+3,01+2,40+3,93+3,30+3,55}{9}$$

$$= 2,76 \text{ V}$$

### C. Rata – Rata Daya Keluaran

$$P_{\text{rerata}} = V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}}$$

$$= 2,76 \cdot 0,04$$

$$= 0,11 \text{ Watt}$$

Maka dari analisa diatas didapatkan arus, tegangan dan daya keluaran pada turbin ventilator ( $I_{\text{rerata}} = 48,88 \text{ mA}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 2,76 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 0,11 \text{ Watt}$ )

#### 4.2.6. Data Hari Ke-6 Rabu 30/09/2020

Adapun tabel data yang diambil pada hari Rabu 30/09/2020 adalah sebagai berikut :

<b>Rabu, 30/9/2020 (Mendung)</b>				
<b>Waktu</b>	<b>Rata- Rata Kecepatan Angin</b>	<b>Tegangan Keluaran (V)</b>	<b>Arus (I) mA</b>	<b>Tegangan keluaran dari Step Up DC to DC</b>
08:00 - 09:00	2,1	1,37	20	11,6
09:00 - 10:00	3,2	1,67	30	11,9
10:00 - 11:00	2,5	1,31	20	11,6
11:00 - 12:00	4,4	2,54	40	12,8
12:00 - 13:00	3,7	2,01	30	11,9
13:00 - 14:00	6,5	3,30	60	13,7
14:00 - 15:00	6,3	3,25	60	13,7
15:00 - 16:00	7,8	3,93	70	13,7
16:00 - 17:00	7,2	3,55	70	13,7

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan turbin ventilator pada tiap jam nya sebagai berikut :

A. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned} I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{\text{Banyaknya Pengujian}} \\ &= \frac{20+30+20+40+30+60+60+70+70}{9} \\ &= 44,44 \text{ mA} \end{aligned}$$

B. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned} V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{\text{Banyaknya Pengujian}} \\ &= \frac{1,05+1,67+1,31+2,54+2,01+3,30+3,25+3,93+3,55}{9} \\ &= 2,51 \text{ V} \end{aligned}$$

C. Rata – Rata Daya Keluaran

$$\begin{aligned} P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}} \\ &= 2,51 \cdot 0,04 \\ &= 0,10 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Maka dari analisa diatas didapatkanlah arus, tegangan dan daya keluaran pada turbin ventilator ( $I_{\text{rerata}} = 44,44 \text{ mA}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 2,51 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 0,11 \text{ Watt}$ )

#### 4.2.7. Data Hari Ke-7 Kamis 1/10/2020

Adapun tabel data yang diambil pada hari Rabu 30/09/2020 adalah sebagai berikut :

<b>Kamis, 1/10/2020 (Mendung)</b>				
<b>Waktu</b>	<b>Rata- Rata Kecepatan Angin</b>	<b>Tegangan Keluaran (V)</b>	<b>Arus (I) mA</b>	<b>Tegangan keluaran dari Step Up DC to DC</b>
08:00 - 09:00	2,6	1,37	20	11,6
09:00 - 10:00	2,4	1,25	20	11,4
10:00 - 11:00	5,4	3,01	50	13,4
11:00 - 12:00	4,3	2,40	40	12,5
12:00 - 13:00	6,2	3,23	60	13,7
13:00 - 14:00	5,7	3,17	50	13,7
14:00 - 15:00	7,9	4,15	70	13,7
15:00 - 16:00	8,2	4,51	80	13,7
16:00 - 17:00	7,3	3,69	70	13,7

Maka dari tabel diatas dapat dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan turbin ventilator pada tiap jam nya sebagai berikut :

A. Rata – Rata Arus

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Arus}}{\text{Banyaknya Pengujian}} \\
 &= \frac{20+20+50+40+60+50+70+80+70}{9} \\
 &= 51,11 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

B. Rata – Rata Tegangan

$$\begin{aligned}
 V_{\text{rerata}} &= \frac{\text{Total Tegangan}}{\text{Banyaknya Pengujian}} \\
 &= \frac{1,37+1,25+3,01+2,40+3,23+3,17+4,15+4,51+3,69}{9} \\
 &= 2,97 \text{ V}
 \end{aligned}$$

### C. Rata – Rata Daya Keluaran

$$\begin{aligned}
 P_{\text{rerata}} &= V_{\text{rerata}} \cdot I_{\text{rerata}} \\
 &= 2,97 \cdot 0,05 \\
 &= 0,14 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Maka dari analisa diatas didapatkan arus, tegangan dan daya keluaran pada turbin ventilator ( $I_{\text{rerata}} = 51,11 \text{ mA}$ ,  $V_{\text{rerata}} = 2,97 \text{ V}$  dan  $P_{\text{rerata}} = 0,14 \text{ Watt}$ )

### 4.3. Rata – Rata Arus, Tegangan dan Daya / Hari

Setelah dihitung rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya setiap harinya, maka didapatkan data rata – rata arus, tegangan dan daya keluaran panel surya pada tabel berikut :

Hari / Tanggal	Rata – Rata			
	Arus (mA)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)	Kecepatan Angin
Minggu	44,44	2,55	0,08	5,55
Senin	37,77	2,23	0,06	5,5
Selasa	44,44	2,64	0,10	5,6
Rabu	53,33	3,09	0,15	6,58
Kamis	48,88	2,76	0,12	6,23
Jumat	44,44	2,51	0,11	6,2
Sabtu	51,11	2,91	0,14	6,42

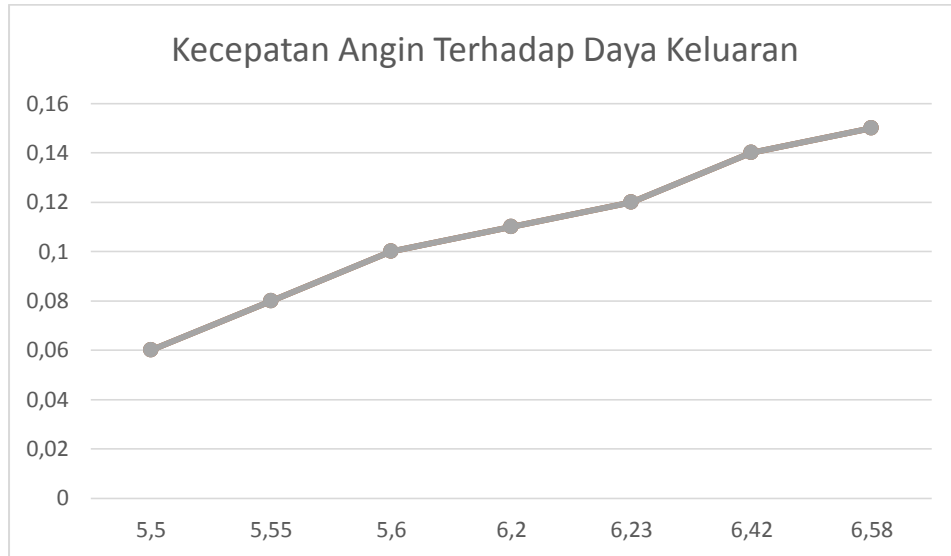
■ : Hasil Keluaran Terendah ■ : Hasil Keluaran Tertinggi



Pada tabel diatas, dapat dilihat bahwa pengambilan data hari ke-4 menghasilkan daya keluaran turbin ventilator yang paling besar. Sedangkan pengambilan data pada hari ke-2 merupakan hasil dari daya keluaran turbin ventilator yang paling kecil.

No	Waktu Pengambilan Data	Rata – Rata Kecepatan Angin (m/s)	Rata – Rata Daya Keluaran PLTB (Watt)
1	Senin	5,5	0,06
2	Minggu	5,55	0,08
3	Selasa	5,6	0,1
4	Jumat	6,2	0,11
5	Kamis	6,23	0,12
6	Sabtu	6,42	0,14
7	Rabu	6,58	0,15

Dari tabel diatas maka didapatkan grafik kecepatan rata – rata angin dengan rata – rata daya keluaran yang dihasilkan PLTB adalah sebagai berikut :



Grafik 4.1. Kecepatan Angin Terhadap Daya Keluaran

Dilihat dari grafik yang dihasilkan, dapat dilihat bahwa semakin tinggi kecepatan angin maka semakin besar pula daya keluaran yang dihasilkan PLTB. Artinya kecepatan angin berbanding lurus dengan daya yang dikeluarkan.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan data pengujian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat dilihat kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Bayu yang paling tinggi menghasilkan 0,2 Watt
2. Kecepatan rata – rata angin yang paling tinggi terjadi pada hari minggu yaitu 6,42 m/s
3. Semakin tinggi kecepatan angin maka semakin besar juga daya yang dihasilkan oleh PLTB
4. Kecepatan angin berbanding lurus dengan daya keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Bayu

#### 5.2. Saran

1. Perlu pengujian lebih lanjut untuk mendapatkan daya keluaran PLTB yang lebih besar
2. Perlunya pengujian pada tempat – tempat yang memiliki tingkat kecepatan angin yang tinggi demi hasil yang lebih besar
3. Pada rumah agar kiranya dapat menggunakan energi baru terbarukan yaitu PLTB untuk mengurangi krisis energi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M. R. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro*, 2(1), 30–36. <https://doi.org/10.30596/rele.v2i1.3648>
- Bachtiar, A., & Hayyatul, W. (2018). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 7(1), 34–45. <https://doi.org/10.21063/jte.2018.3133706>
- Hamid, R. M., Rizky, R., Amin, M., & Dharmawan, I. B. (2016). Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 4(2), 130. <https://doi.org/10.32487/jtt.v4i2.175>
- Nanang, R., Gunarto, & Sarwono, E. (2017). Study Eksperimental Berbagai Macam Jenis Sudu Turbin Angin Sumbu Horisontal Skala Laboratorium. *Repository Universitas Muhammadiyah Pontianak*, 3(2), 113–120.
- Sunarlik, W. (2017). Prinsip Kerja Generator Sinkron. *Prinsip Kerja Generator Sinkron*, 6.
- Padmika, M., Satriya Wibawa, I. M. and Trisnawati, N. L. P. (2017) ‘Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Ventilator Sebagai Penggerak Generator’, *Buletin Fisika*, 18(2), p. 68. doi: 10.24843/bf.2017.v18.i02.p05.
- Suryadi, A., Asmoro, P. T. and Raihan, R. (2019) ‘Pemanfaatan Turbin Ventilator sebagai Pembangkit Listrik Alternatif’, *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 4(January), pp. 0–5. doi: 10.22236/teknoka.v4i0.4124.
- Anwar, M.S., 2008. *Rancangan Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Pada Stasiun Pengisian Acc Mobil Listrik*. Tugas Sarjana. Surabaya:ITS

Bueche, F.J.; 1988; Fisika; Erlangga, Jakarta. Daryanto, 2007, “ *Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu*”. Balai PPTAGG-LAGG, Yogyakarta.

Khan,N.,Su,Y&Riffat,S.B.,2008 A IReviewon Wind Driven Ventilation Techniques, *Energy and Building and Factory Ventilation*. Energy and Building 35 (2003) 927-932.

Menoto, Tjukup. 2010. *Perancangan Kincir Angin Axis Vertikal Tipe Baru Untuk Generator Listrik Tenaga Angin*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.

Chamdani Irwan Saputra dkk “ *Pengembangan Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Triple-stage Savonius Dengan Poror Ganda*” Prosiding Seminar Nasional Fisika/Volume IV, Oktober 2015, SSN: 2339-0654 e-ISSN:2476-9398

Desriansyah, “*Analisis Teknik Sudut Kincir Angin Tipe Sumbu Horizontal Dari Bahan Fibreglass*, Indralaya, 2006