

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Angin, atau energi angin, adalah bentuk energi yang tidak langsung berasal dari matahari, karena angin terbentuk akibat pemanasan tidak merata oleh matahari di permukaan bumi. Angin dapat bertiup di mana saja di bumi. Energi angin adalah sumber energi terbarukan yang menjanjikan karena sifatnya yang berkelanjutan dan melimpah. Di masa depan, energi angin diharapkan bisa memenuhi kebutuhan energi kita. Di negara tropis seperti Indonesia, kecepatan angin rata-rata hanya sekitar 3 m/s hingga 5 m/s, membuatnya sulit untuk memproduksi listrik dalam jumlah besar, kecuali di beberapa daerah dengan kecepatan angin yang lebih tinggi. Kecepatan dan arah angin sangat penting untuk turbin angin dalam menghasilkan listrik. Potensi angin di Indonesia diperkirakan mencapai 9.200 MW (Ardiyansyah, 2022). Di Sulawesi Selatan, potensi angin sangat tinggi, sehingga penting untuk mengembangkan pembangkit listrik tenaga angin. Pembangkit ini mengubah tenaga angin menjadi listrik dengan kincir atau turbin angin. Krisis energi saat ini menunjukkan pentingnya inovasi dalam energi terbarukan. kepada kita untuk mengembangkan dan menerapkan pemasok energi terbarukan, untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar dari fosil karena bahan bakar fosil yang ketersediaannya dapat diprediksi beda halnya dengan energi terbarukan yang ketersediaannya tidak dikhawatirkan lagi di samping itu juga pembangkit listrik energi terbarukan juga ramah lingkungan sehingga dapat

mengurangi dampak buruk dari penggunaan BBM (Nawawi, I., & Fatkhurrozi, B, 2017).

Padahal kampus universitas muhammadiyah pare-pare energi listrik memang sangatlah diperlukan dalam menunjang proses pembelajaran mahasiswa khususnya mahasiswa teknik elektro yang setiap hari menggunakan energi listrik untuk melakukan proses pembelajaran praktikum di laboratorium teknik elektro.

Oleh karna itu peneliti berinisiatif untuk merancang sebuah pembangkit listrik tenaga angin, dengan menggunakan dynamo kipas angin untuk mencermati bagaimana kinerja pembangkit energi listrik tenaga mikro pada kampus universitas muhammadiyah parepare dengan menggunakan turbin horizontal oleh sebab itu kedepanya dapat menghasilkan sebuah inovasi untuk pembangkit listrik energi terbarukan. Penelitian ini seiring dengan penelitian (sumiati dkk, 2013) yaitu rancang bangun miniatur turbin angin pembangkit listrik untuk media pembelajaran.

Mengamati dari rumusan masalah yang telah dibahas sebelumnya terkait pemanfaatan energi angin maka solusi yang ditawarkan oleh peneliti yaitu pemanfaatan motor kipas angin sebagai generator pembangkit listrik untuk memanfaatkan tenaga angin menjadi energi terbarukan di kampus universitas muhammadiyah parepare.

Kipas angin digunakan untuk menciptakan aliran udara. Selain itu, kipas angin juga berfungsi sebagai penyejuk udara, penyegar udara, ventilasi (exhaust fan), dan pengering (biasanya dilengkapi dengan komponen pemanas). Kipas angin juga dapat ditemukan dalam mesin penyedot debu serta berbagai dekorasi

untuk memperindah ruangan (Langi, 2014). Pemanfaatan energi angin dapat dilakukan salah satunya dengan memanfaatkan teknologi berupa turbin angin. Turbin angin adalah alat yang berfungsi untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik berupa putaran poros. Putaran poros ini kemudian dari pada itu digunakan juga untuk menggerakkan dinamo atau generator yang menghasilkan energi listrik. Turbin angin memanfaatkan Skema Konversi Energi Angin (SKEA) untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi yang menghasilkan listrik melalui generator. Cara kerja turbin angin berbeda dari kipas angin, karena kipas angin dirancang untuk menghasilkan aliran udara, bukan listrik. Dalam turbin angin, angin akan memutar sudut turbin dan menggerakkan poros yang terhubung oleh generator, sehingga menghasilkan listrik.

Berdasarkan posisi sumbunya, turbin angin dibagi menjadi dua jenis: turbin angin memiliki sumbu horizontal dan turbin angin juga memiliki sumbu vertikal, masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Turbin angin sumbu horizontal seiring waktu sering digunakan untuk pembangkit listrik berskala besar dengan kecepatan angin yang sedang hingga tinggi, sedangkan turbin angin sumbu vertikal lebih umum digunakan untuk sistem pembangkit listrik berskala kecil (Ardiyansyah, 2022).

Pembangkit listrik adalah sistem yang terdiri dari peralatan dan mesin yang berfungsi untuk menghasilkan energi listrik dengan mengubah energi dari berbagai sumber. Biasanya, pembangkit listrik ini menghasilkan tegangan listrik berupa arus bolak-balik tiga fase.. Sebagian besar sistem pembangkit

Listrik dihasilkan menggunakan generator sinkron yang dioperasikan oleh mesin penggerak yang mendapatkan energi dari bahan bakar atau sumber daya alam. Pembangkit listrik terdiri dari beberapa komponen utama, seperti instalasi untuk energi primer, mesin penggerak, sistem pendingin, dan instalasi listrik. Biasanya, jenis pembangkit listrik diberi nama berdasarkan sumber tenaga penggerak yang digunakan, sama halnya pembangkit listrik tenaga air (PLTA), diesel (PLTD), uap (PLTU), gas (PLTG), gas dan uap (PLTGU), panas bumi (PLTP), dan nuklir (PLTN). Pembangkit listrik tenaga angin ialah sebuah instalasi atau perangkat yang menggunakan energi angin untuk menghasilkan listrik. Metode ini melibatkan penggunaan turbin angin yang dipasang pada menara tinggi. Ketika angin dari daerah bertekanan tinggi mengenai turbin, baling-baling atau bilah turbin akan berputar. Rotasi ini kemudian diubah menjadi energi kinetik yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik melalui generator. Dengan menggunakan kipas angin sebagai pembangkit listrik, kita dapat mengurangi ketergantungan pada sumber listrik konvensional, karena kipas angin tersebut dapat menghasilkan listrik. Oleh sebab itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Pemanfaatan Kipas Angin Sebagai Generator Pembangkit Listrik,”** di mana kipas angin akan digunakan untuk menghasilkan listrik yang dapat digunakan dalam kehidupan yang normal.

## **B. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian adalah, bagaimana pemanfaatan motor kipas angin menjadi sebuah generator pembangkit listrik? Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi efisiensi konversi energi dari motor kipas angin menjadi energi listrik,

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah seperti berikut Pemanfaatan motor kipas angin menjadi sebuah generator pembangkit listrik

## **D. Batasan Penelitian**

Agar pembahasan materi dalam tugas akhir ini lebih terarah dan efektif dalam mencapai hasil yang diinginkan, maka beberapa batasan masalah ditetapkan sebagai berikut:

- 1.) Perancangan alat menggunakan motor kipas angin sebagai generator untuk menghasilkan energi listrik.
- 2.) Perancangan alat menggunakan Tachometer RPM untuk mengukur kecepatan generator.
- 3.) Perancangan alat menggunakan alat ukur multimeter untuk mengukur tegangan yang dihasilkan oleh generator.
- 4.) Perancangan alat, menggunakan alat ukur anemometer untuk mengukur kecepatan angin yang memutar turbin yang digunakan.

## **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat atau fungsi dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat atau fungsi penelitian ini terkait dengan pembangkit listrik tenaga angin skala mikro pada universitas Muhammadiyah parepare, diharapkan dapat dikembangkan dalam skala besar untuk memanfaatkan sumber energi angin terbarukan sehingga menghasilkan inovasi yang dapat ditawarkan dan diterapkan di lingkungan masyarakat setempat.
2. Untuk peneliti mencapai gelar strata 1 pada jurusan teknik elektro.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Motor Kipas Angin**

Motor kipas angin adalah elemen yang membuat kipas angin berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi kinetik (gerak). Selain itu, motor kipas angin juga berperan dalam mengatur kecepatan putaran kipas, baik cepat maupun lambat. Komponen ini sangat penting, karena tanpa motor, kipas angin tidak akan berfungsi dengan baik. Kipas angin tidak akan bisa beroperasi tanpa adanya motor serta beberapa komponen penyusun lainnya. Bagian-bagian dari motor kipas angin meliputi

##### **a. Rotor**

Rotor merupakan komponen motor yang ditugaskan untuk bergerak. Di dalam rotor, terdapat lilitan kawat yang berfungsi untuk mendukung pergerakan. Kecepatan pergerakan rotor bergantung pada jumlah lilitan kawat pada kumparan. Jika ingin meningkatkan kecepatan putarannya, jumlah gulungan kawat pada kumparan harus ditambah. Jika lilitan kawat, semakin besar medan magnet yang dihasilkan, dan dengan demikian, rotor dapat berputar lebih cepat. Oleh karena itu, pengaturan jumlah lilitan kawat menjadi faktor penting dalam mengatur kecepatan dan kinerja motor kipas angin...

b. Stator

Stator adalah bagian motor yang statis (diam). Stator ialah untuk menghasilkan medan magnet di sekitar rotor. Medan magnet yang dihasilkan oleh stator berinteraksi dengan lilitan kawat pada rotor, menciptakan gaya magnet yang menyebabkan rotor berputar. Stator biasanya terdiri dari inti besi dan meliputi kawat yang menghasilkan medan magnet ketika arus listrik mengalir melaluinya. Manfaat utama stator adalah untuk menyediakan medan magnet yang diperlukan agar rotor dapat berputar secara efisien dan menggerakkan bilah kipas

c. As Rotor

Rotor adalah sebuah komponen kipas angin yang berbentuk memanjang dan berfungsi sebagai penghubung antara rotor dan baling-baling. Rotor ini berperan dalam mentransmisikan putaran dari motor ke bilah kipas. Dengan berputarnya rotor, gerakan ini diteruskan ke baling-baling kipas sehingga dapat menghasilkan aliran udara..

d. Bearing

Bearing ini umumnya digunakan sebagai bantalan yang terletak di antara poros dan bushing. Fungsinya adalah untuk memastikan perputaran motor berlangsung lebih halus dan mengurangi gesekan

e. Kren

Kren adalah komponen yang bertugas menyimpan kumparan. Di dalam kren, terdapat lubang-lubang melingkar yang berfungsi sebagai tempat pemasangan kumparan.

f. Bushing

Bushing adalah bagian luar dari motor yang berfungsi sebagai pelindung untuk komponen-komponen internal motor. Komponen ini berperan sebagai rumah yang menjaga agar bagian-bagian di dalam motor tetap aman dan terlindungi.

g. Gear box

Adalah komponen yang disebut gear box, yaitu bagian yang membantu kipas untuk menghembuskan angin. Motor kipas angin umumnya dibedakan antara kipas angin konvensional, seperti kipas angin tangan, dan kipas angin listrik yang digerakkan dengan tenaga listrik.

Perkembangan kipas angin kini semakin beragam, baik dari segi ukuran, posisi penempatan, maupun fungsi. Ukuran kipas angin bermacam-macam mulai dari kipas angin mini (kipas angin listrik portabel yang menggunakan baterai) hingga kipas angin yang dipasang di dalam unit CPU komputer, seperti kipas untuk mendinginkan prosesor, kartu grafis, power supply, dan casing. Kipas-kipas ini berfungsi untuk menjaga suhu agar tetap berada dalam batas yang aman.

## 2. Generator

Generator adalah alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Ada dua jenis generator: generator AC yang menghasilkan listrik dengan tegangan bolak-balik, dan generator DC yang menghasilkan listrik dengan tegangan searah.

Arus listrik terdiri dari dua jenis: arus searah (DC) yang mengalir dalam satu arah, biasanya digunakan dalam proses industri seperti pemurnian dan pelapisan logam; dan arus bolak-balik (AC) yang mengalir bergantian, digunakan di rumah dan pabrik dengan tegangan biasanya 110 volt atau 220 volt. Arus AC lebih berbahaya dibandingkan arus DC.

Generator bekerja dengan mengubah tenaga mekanik menjadi listrik, baik dengan memutar kumparan kawat dalam medan magnet atau memutar magnet di antara kawat. Tenaga mekanik ini bisa berasal dari sumber seperti tenaga panas, air, motor diesel, motor bensin, atau motor listrik.

#### 1. Generator Penguat Terpisah

Generator penguat terpisah hanya dapat digunakan dalam kondisi tertentu. Dalam jenis generator ini, sumber magnet dipisahkan dari generator utama, sehingga besar kecilnya arus kemagnetan tidak dipengaruhi oleh arus atau tegangan yang dihasilkan oleh generator. Dengan kata lain, pengaturan arus kemagnetan dapat dilakukan secara independen tanpa tergantung pada output generator itu sendiri.

Dari rangkaian pada listrik generator penguat terpisah, diperoleh persamaan yang menjelaskan hubungan antara berbagai parameter dalam sistem ini, seperti arus kemagnetan dan tegangan keluaran. Persamaan tersebut dapat digunakan untuk menganalisis kinerja dan efisiensi generator dalam berbagai kondisi operasional (Arindya, 2012).

#### 2. Generator Kompon

Generator kompon adalah komponen jenis generator arus searah yang dilengkapi dengan lilitan penguat magnet terdiri dari lilitan penguat shunt dan lilitan penguat seri. Tegangan output dari generator ini tetap konstan meskipun arus beban meningkat, baik pada kondisi eksitasi penuh maupun eksitasi 50%. Hal ini disebabkan oleh lilitan penguat seri yang meningkatkan tegangan seiring dengan meningkatnya arus beban, sehingga mengimbangi penurunan tegangan yang biasanya terjadi pada generator shunt ketika arus beban bertambah. Dengan kata lain, lilitan penguat seri berfungsi untuk menstabilkan tegangan output generator terhadap variasi beban

### 3. .Generator Penguat Sendiri

Generator penguat sendiri mendapatkan arus kemagnetan dari bagian dalam generator itu sendiri, sehingga arus kemagnetan ini akan dipengaruhi oleh tegangan dan arus yang ada pada generator. Dalam hal ini, medan magnet yang ada menghasilkan GGL awal, yang disebabkan oleh adanya remanensi magnet pada kutub-kutubnya. Salah satu contoh generator penguat sendiri adalah generator shunt, di mana lilitan penguat magnetnya dihubungkan secara paralel dengan lilitan jangkar.

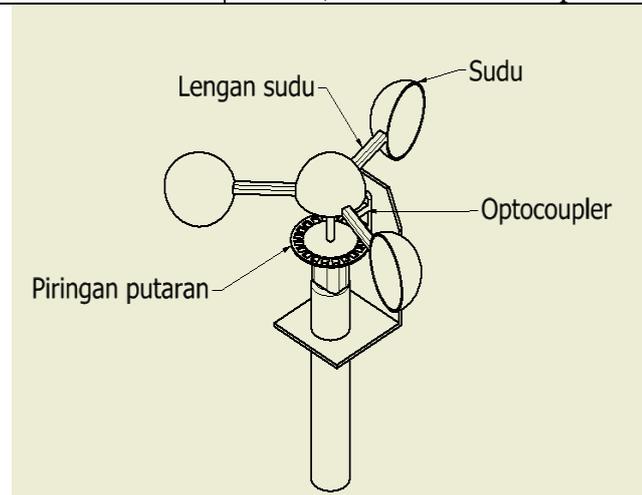
### 3. **Anemomter**

Anemometer adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengukur kecepatan angin, umumnya digunakan dalam meteorologi, geofisika, atau stasiun perkiraan cuaca. Percepatan angin yang dapat diukur dengan menggunakan anemometer cup, yaitu instrumen yang dilengkapi dengan tiga atau empat cangkir kecil yang cekung. Cangkir-cangkir ini menangkap angin dan menyebabkan rotasi

pada batang vertikal. Prinsip kerja sensor ini didasarkan pada gerakan mekanik yang dihasilkan oleh aliran angin, yang kemudian diterjemahkan menjadi pembacaan kecepatan angin (Irawan dkk, 2019).

**Tabel 2. 1** Spesifikasi anemometer(Irawan dkk, 2019)

No.	Spesifikasi	
1	Tegangan input	9-30 VDC
2	Tegangan kerja	5 VDC
3	V	0-5V
4	V1	1-5V
5	V2	0.1-5V
6	A1	4-20Ma
7	A2	0-20Ma
8	W1	RS232 (protocol Modbus standar ASCII opsional)
9	W2	RS485 (protocol Modbus standar ASCII opsional)
10	M	Pulsa (default NPNR output PNP opsional)



**Gambar 2. 1** Anemometer

Sumber : (Sahim & Sawalluddin, 2020)

#### 4. Tachometer DT-2234C<sup>+</sup>

Tachometer merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan putaran(RPM). Tachometer ini dilengkapi dengan tombol memory, tombol test, dan tampilan layar LCD, yang dilengkapi dengan battery 9 V. LCD dapat menampilkan 5 digit angka, kecepatan yang dapat dibaca yaitu 2,5 – 99999

(putaran/menit). Jarak pembacaan sensor yang digunakan alat ukur yaitu 50 Mm – 500 Mm. Tachometer pada penelitian ini digunakan untuk mengukur kecepatan putaran motor DC pada saat terbebani dan tidak terbebani. Adapun gambar dari tachometer ini dapat disaksikan sebagai berikut :



**Gambar 2. 2** Tachometer DT-2234C<sup>+</sup>

## 5. Multimeter

Multimeter digital adalah alat ukur yang dimana dapat digunakan untuk mengukur berbagai besaran listrik seperti tegangan, arus, dan hambatan dalam suatu rangkaian. Selain itu, alat ini juga berfungsi sebagai penguji elektronik yang mampu mengukur beberapa seperti tegangan AC/DC dan memberikan hasil pengukuran dalam bentuk numerik digital. Multimeter digital umumnya memiliki ukuran kecil, ringan, dan menggunakan baterai sebagai sumber daya.

Multimeter digital dikenal karena akurasinya yang tinggi dan kemampuannya untuk melakukan berbagai jenis pengukuran, menjadikannya alat yang sangat berguna dalam penelitian atau pekerjaan yang memerlukan pengukuran yang presisi. Meskipun demikian, salah satu kekurangan dari multimeter digital adalah kesulitan dalam memantau jika tegangan yang tidak stabil atau fluktuatif.

## **Fungsi Multimeter Digital**

### **1. Mengukur arus listrik**

Mendasar dari multimeter adalah untuk mengukur arus listrik. Multimeter dapat mengukur dua jenis arus listrik: arus searah (DC) dan arus bolak-balik (AC). Dengan menggunakan multimeter, pengguna dapat memantau arus listrik dalam rangkaian dan mendeteksi potensi masalah sebelum menyebabkan kerusakan. Manfaatnya adalah untuk mencegah atau mengurangi risiko kerusakan pada komponen elektronik dan memastikan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan aman. Multimeter juga berguna untuk mengukur tegangan dan hambatan, memberikan kemampuan tambahan untuk analisis dan perawatan rangkaian listrik.

### **2. Mengukur tegangan listrik**

Multimeter juga bisa berfungsi sebagai alat ukur tegangan atau voltase pada komponen listrik. Dengan menggunakan multimeter, pengguna dapat mengukur tegangan DC maupun AC dalam rangkaian listrik. Untuk memastikan akurasi dan mencegah kerusakan pada alat ukur, multimeter dilengkapi dengan batas maksimum pengukuran. Batasan ini bertujuan untuk memastikan bahwa saat mengukur tegangan suatu komponen, nilai tegangan tersebut tidak melebihi kapasitas maksimum yang dapat diukur oleh multimeter. Dengan mematuhi batasan ini, pengguna dapat menghindari potensi kerusakan pada multimeter dan memastikan hasil pengukuran yang tepat dan aman.

### **3. Mengukur hambatan listrik**

Multimeter ini juga dapat mengukur resistansi atau hambatan pada resistor. Selain itu, multimeter juga bisa digunakan untuk mengukur kapasitansi kapasitor. Namun, perlu diperhatikan bahwa ada batas maksimum untuk pengukuran kapasitansi, jadi pastikan kapasitor yang diukur tidak melebihi batas maksimum tersebut pada multimeter

#### 4. Mengukur frekuensi sinyal

Multimeter ini juga dapat digunakan untuk mengukur frekuensi sinyal pada komponen elektronik, sehingga Anda bisa mengetahui nilai frekuensinya dengan tepat.

### **\*Contoh cara penggunaan multimeter digital**

#### **a. melakukan pengukuran tegangan pada baterai 9 volt**

#### **Mengukur Tegangan pada Baterai 9 Volt**

Untuk mengukur tegangan pada baterai 9 volt, lakukan langkah-langkah berikut:

1. Pilih mode pengukuran tegangan DC pada multimeter, karena baterai menghasilkan tegangan searah (DC).
2. Sesuaikan kabel multimeter dengan kutub baterai: kabel merah di sambungkan ke kutub positif dan kabel hitam ke kutub negatif.
3. Periksa jika ada angka yang muncul pada multimeter. Jika mendekati 9.00V, berarti pengukuran Anda sudah benar.

#### **b..Melakukan pengukuran pada resistor rendah**

Untuk mengukur resistansi pada resistor rendah, seperti 22 ohm, ikuti langkah-langkah berikut:

1. Pilih mode pengukuran resistansi pada multimeter.
2. Resistansi tidak memiliki sisi positif atau negatif, jadi tidak masalah jika pengukuran dilakukan terbalik.
3. Tempatkan kedua kabel multimeter pada kedua sisi resistor.
4. Periksa angka yang muncul pada multimeter. Jika mendekati 22 ohm, berarti pengukuran Anda sudah benar.

#### **c. Melakukan pengukuran pada resistor tinggi**

Untuk mengukur resistansi pada resistor tinggi, seperti resistor dengan nilai 2200 ohm atau 2.2k ohm, langkah-langkahnya mirip dengan mengukur pada resistor yang rendah, yaitu:

1. Pilih mode pengukuran resistansi pada multimeter.
2. Resistansi tidak memiliki sisi positif atau negatif, jadi tidak masalah jika pengukuran dilakukan terbalik.
3. Tempatkan kedua kabel multimeter pada kedua sisi resistor.
4. Periksa angka yang muncul pada multimeter. Jika mendekati 2200 ohm, berarti pengukuran Anda sudah benar.

#### **d. Melakukan pengukuran pada diode**

1. Pilih mode pengukuran dioda pada multimeter.

2. Mengarahkan kutub multimeter pada ke bagian atas dan bawah dioda: letakkan kabel positif (merah) di bagian atas dioda dan kabel negatif (hitam) di bagian bawah dioda. Jika posisi kabel terbalik, hasil pengukuran tidak akan muncul jika layar multimeter.
3. Jika pengaturan sudah di pastikan benar, angka hasil pengukuran dioda akan



muncul pada multimeter.

**Gambar 4.1** multimeter ZT102A

## 7. Turbin

Turbin angin berfungsi untuk mengubah energi kinetik dari angin menjadi energi mekanis. Proses konversi energi ini dilakukan oleh bilah turbin. Meskipun demikian, turbin angin tidak bisa mengubah seluruh energi kinetik angin menjadi energi lain karena selalu ada kehilangan energi. Efisiensi turbin bisa ditingkatkan jika kehilangan energi akibat desain turbin dapat dikurangi. Energi mekanis yang dihasilkan oleh turbin diteruskan ke kotak roda gigi yang terhubung dengan generator listrik. Generator kemudian mengubah energi mekanis tersebut menjadi

energi listrik. Besar energi mekanis yang dihasilkan oleh turbin dapat diperkirakan dengan mengukur kecepatan angin. menggunakan anemometer.

Fungsi utama turbin adalah mengubah energi dari fluida menjadi energi mekanik. Fluida ini bisa berupa gas atau cairan yang mengalir melalui turbin. Proses ini terjadi saat fluida yang mengalir memberikan gaya pada bilah turbin, menyebabkan bilah tersebut berputar pada porosnya. Gerakan rotasi ini kemudian diubah menjadi energi mekanik yang dapat digunakan untuk menggerakkan mesin, peralatan industri, atau menghasilkan listrik di generator.

Dalam industri energi, turbin sangat penting untuk pembangkit listrik. Turbin uap dan gas digunakan dalam pembangkit listrik tenaga uap dan gas, sedangkan turbin air digunakan untuk pembangkit listrik tenaga air. Selain itu, turbin juga digunakan dalam industri minyak, kimia, dan manufaktur. Turbin juga digunakan dalam aplikasi militer, seperti pada pesawat tempur dan kapal perang, serta untuk menggerakkan kendaraan seperti pesawat, kapal, dan mobil balap..

Dalam bidang ilmiah, turbin digunakan untuk mengukur kecepatan fluida atau angin, seperti dalam anemometer atau pitot tube. Turbin memainkan peran penting dalam produksi energi listrik. Jenis turbin yang sering digunakan dalam pembangkit listrik termasuk turbin uap, turbin gas, dan turbin air. Dalam pembangkit listrik tenaga uap, uap air berfungsi sebagai fluida kerja yang mengalir melalui turbin uap untuk menghasilkan energi mekanik, yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator yang terhubung dengan turbin.

## 8. Energi Terbarukan

Energi Terbarukan adalah sumber daya yang digunakan untuk melaksanakan berbagai kegiatan, baik dalam bentuk bahan bakar maupun mekanik. Energi dapat memproduksi bentuk energi lain, baik secara langsung maupun melalui proses konversi. Biasanya, energi bersumber dari alam dan kemudian dikonversi menjadi bentuk energi lain, seperti energi angin yang dapat diubah menjadi energi listrik menggunakan turbin dan generator. Energi terbarukan adalah sumber energi yang sangat ramah lingkungan karena tidak menimbulkan pencemaran. Energi terbarukan bersumber dari alam dan tidak terbatas, seperti energi angin, energi air, dan energi gelombang laut, yang semuanya dapat dikonversi menjadi energi listrik (Azhar, M., & Satriawan, D. A, 2018).



**Gambar 2. 3** Pembangkit listrik tenaga angin Sumber : (Hayu dkk, 2018)

## 9. Magnet Neodymium (NdFeB)

Magnet neodymium (NdFeB) adalah jenis magnet permanen yang terbuat dari campuran neodymium (Nd), besi (Fe), dan boron (B), yang membentuk struktur kristal tetragonal  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ . Magnet ini juga dapat mengandung logam transisi tambahan seperti disprosium, niobium, aluminium, dan tembaga. Magnet neodymium merupakan magnet tanah jarang yang paling umum digunakan karena kekuatan magnetnya yang sangat tinggi. Kekuatan ini disebabkan oleh struktur kristal  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  yang terdiri dari lapisan bergantian atom besi dan senyawa neodymium-boron. Meskipun atom boron tidak secara langsung berkontribusi pada sifat magnetik, ia memperkuat kohesi melalui ikatan kovalen yang kuat.

Magnet neodymium dapat diproduksi dalam berbagai ukuran sambil mempertahankan kekuatan magnetnya. Proses pembuatan dimulai dengan melelehkan campuran neodymium, besi, dan boron, kemudian dituangkan menjadi ingot. Ingot tersebut digiling menjadi bubuk, yang kemudian disinter dan dimagnetisasi untuk menghasilkan magnet permanen. Dalam industri elektronik, magnet neodymium berperan penting dalam berbagai aplikasi seperti penyimpanan data, pembangkit listrik, motor listrik, sensor, serta pembuatan speaker dan mikrofon. Inti magnetik yang terbuat dari bahan feromagnetik seperti besi digunakan untuk meningkatkan intensitas medan magnet dalam generator, yang membantu meningkatkan efisiensi konversi energi mekanik menjadi energi listrik.



**Gambar 2.7** Magnet neodymium

## **10. Potensi Pembangkit Listrik**

Pembangkit listrik merupakan kebutuhan penting di seluruh dunia, dan listrik sangat berpengaruh dalam aktivitas sehari-hari, terutama di sektor industri yang terus-menerus menggunakan listrik. Di Indonesia, sistem tenaga listrik awalnya bergantung pada pendekatan sentralisasi (Listrik Interkoneksi), yang dapat menyebabkan risiko seperti pemadaman total (blackout). Oleh karena itu, pengembangan energi terbarukan, yang tidak bergantung pada batu bara atau bahan fosil lainnya, sangat penting dan berdampak signifikan pada potensi pembangkit listrik di Indonesia (Hakim, R, 2020).

Pemanfaatan energi angin yang melibatkan dua tahapan konversi energi. yaitu tahapan pertama adalah aliran angin yang menggerakkan rotor (baling-baling), menyebabkan rotor berputar sejalan dengan arah angin. Tahap kedua melibatkan penghubungan putaran rotor dengan generator akan menghasilkan arus listrik

yang bervariasi. Dengan demikian, konversi energi dapat dimulai dari energi kinetik angin menjadi energi gerak rotor, lalu menjadi energi listrik.

Energi listrik yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pertama, jenis rotor (kincir) pada turbin angin beragam, dan diameter rotor mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan—semakin besar diameter, semakin banyak listrik yang dihasilkan. Jumlah sudut rotor juga berpengaruh, dengan rotor yang memiliki sedikit sudut (antara 3-6) lebih umum digunakan. Kedua, kecepatan angin mempengaruhi kecepatan putaran rotor, yang pada gilirannya menggerakkan generator—kecepatan angin yang lebih tinggi menghasilkan putaran rotor yang lebih cepat. Ketiga, jenis generator yang digunakan juga bervariasi, dan juga dapat digunakan menjadi. Sistem Konversi Energi Angin (SKEA), generator yang efektif adalah yang dapat menghasilkan arus listrik pada putaran rendah.

Listrik dari Sistem Konversi Energi Angin bekerja paling baik saat angin bertiup kencang, terutama di siang hari, sementara penggunaan listrik sering meningkat di malam hari. Untuk mengatasi hal ini, sebaiknya energi listrik yang dihasilkan disimpan dalam baterai atau aki sebelum digunakan, untuk menjaga stabilitas dan memungkinkan penggunaan energi kapan saja.

Selain itu, kecepatan angin dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi alam di daratan. Skala ini menunjukkan tingkat kecepatan angin pada ketinggian 10 meter di atas permukaan tanah, serta kondisi alam yang terkait dengan masing-masing tingkat kecepatan angin.

## Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Pembangkit listrik tenaga angin mengubah energi angin menjadi energi mekanik menggunakan turbin, lalu mengubahnya menjadi energi listrik dengan generator. Proses ini memanfaatkan putaran turbin untuk menghasilkan listrik yang bisa digunakan (Hayu dkk, 2018). Sumber utama energi angin adalah matahari, dan proses terjadinya angin berkaitan dengan perbedaan tekanan di permukaan bumi. Perbedaan tekanan ini timbul akibat perbedaan panas radiasi matahari di berbagai daerah. Misalnya, daerah ekuator menerima panas matahari yang lebih intens dibandingkan dengan daerah kutub. Akibatnya, angin berputar dari daerah dengan tekanan tinggi ke daerah dengan tekanan rendah (Hakimi dkk, 2017).



**Gambar 2. 4** Proses terjadinya angin dan arah angin

Sumber : (Hakimi dkk, 2017)

### B. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini tidak lepas dari penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebagai bahan perbandingan dan kajian.

**“Perancangan Pembangkit Listrik Kincir Angin menggunakan Generator Dinamo Drillini Terhadapempat Sumbu Horizontal”**, oleh (Adriani, 2018)

kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Alat ini bekerja dengan memanfaatkan tiupan angin untuk memutar generator, yang pada gilirannya diputar oleh dinamo dan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.
2. Dan dari pengujian menggunakan kincir angin dengan kecepatan kipas angin tinggi, diperoleh tegangan maksimum sebesar 4,94 volt.
3. Pada mengukur output step-up, saat diberi beban dan penyimpanan, daya yang dihasilkan adalah 2,795 watt dengan kecepatan angin tinggi.
4. Keuntungan menggunakan pembangkit tenaga listrik tenaga angin adalah sifatnya yang terbarukan, sedangkan kekurangannya adalah memerlukan lahan yang luas.

**“Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator DC”** oleh (Adam, 2019). Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Pengaruh kecepatan angin terhadap daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) pada generator DC menunjukkan hasil yang signifikan. Berdasarkan hasil pengukuran tegangan, arus, dan putaran turbin selama pengujian dari pukul 09.00 hingga 19.00 WIB, diperoleh rata-rata tegangan sebesar 2,56 Volt. Daya angin yang terukur mencapai 27,6 Watt, sementara daya yang dihasilkan oleh generator mencapai 136,3 Watt.

Penelitian ini menunjukkan bahwa kecepatan angin juga berpengaruh secara langsung terhadap kinerja generator, dengan daya yang dihasilkan meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan angin.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pemanfaatan motor kipas angin sebagai pembangkit listrik. Penelitian ini juga merupakan pengembangan secara procedural yang bersifat deskriptif menunjukkan tahapan yang harus diikuti dalam menghasilkan sebuah produk tertentu dan mengujinya keektifitasan produk tersebut.

#### B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Parepare (UMPAR) dan memakan waktu sekitar 4 bulan.

**Tabel 3. 1** Jadwal Pelaksanaan Penelitian

NO	URAIAN KEGIATAN	Tahun 2024			
		APR	MEI	JUN	JULI
1	Sutudi Literatur	■			
2	Perancangan Alat	■			
3	Pengadaa Alat Dan Komponen		■		
4	Perakitan Dan Realisasi Alat		■		
5	Penentuan Parameter Pengujian			■	
6	Pengujian Unjuk Kerja			■	
7	Analisa Hasil Pengujian				■

### C. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini melibatkan beberapa pendekatan, yaitu:

1. **Observasi:** Atau metode yang dilakukan dengan mengamati dan mencatat fenomena yang terjadi secara langsung, teliti, dan sistematis. Observasi dilakukan di lokasi penelitian untuk mendapatkan data yang akurat tentang kondisi dan kejadian yang relevan.
2. **Dokumentasi:** Metode ini mencakup pengumpulan data dalam bentuk gambar, dokumen, atau catatan tertulis. Dokumentasi berguna untuk mendukung data observasi dengan bukti visual atau rekaman yang dapat diacu kemudian.

### D. Alat dan Bahan Penelitian

Untuk dilakukan penelitian, dibutuhkan alat dan bahan yang mendukung. Alat dan bahan yang diperlukan meliputi:

**Tabel 3. 2** Alat dan Bahan

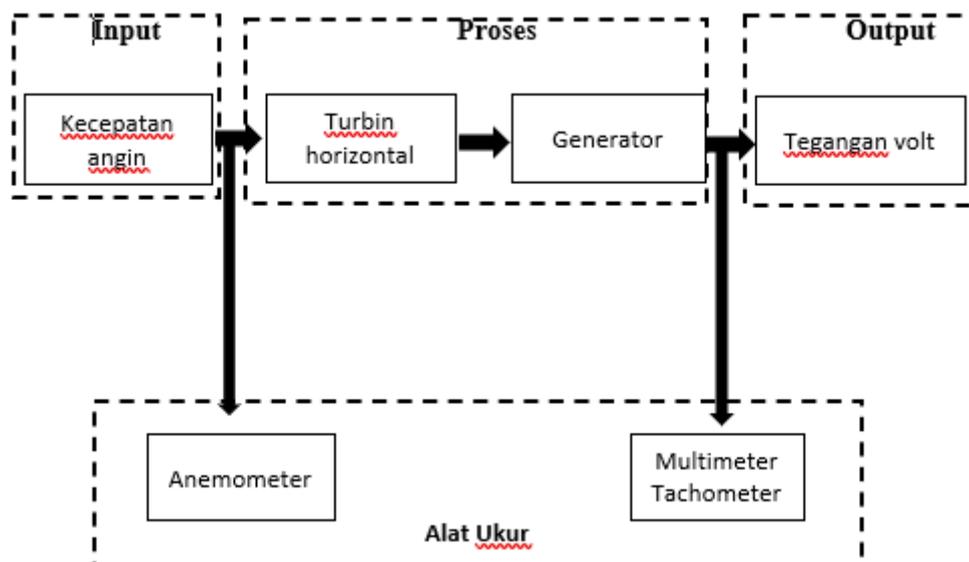
<b>Alat</b>	<b>Bahan</b>
1. <i>Laptop / PC</i>	1. Motor kipas angin
2. <i>Smartphone</i>	2. Turbin
3. <i>Anemometer</i>	3. Kabel jumper
4. <i>Tachometer</i>	4. Magnet Neodymium
5. <i>Multimeter</i>	5. Rangka besi
	6. Besi plat
	7. Pipa PCV
	8. Obeng

### E. Tahapan Penelitian

Memulai penelitian yang dimaksud dalam penelitian ini ada beberapa tahapan yaitu:

1. Akumulasi data atau Mengumpulkan data-data dan informasi untuk di jadikan acuan dalam melakukan penelitian pemanfaatan motor kipas angin sebagai generator pembangkit listrik yang dirancang.
2. Melakukan pengujian keefektifitasan dari motor dengan tegangan, putaran rpm dan kecepatan angin yang dihasilkan oleh pengujian motor kipas angin
3. Implementasi setelah pengujian menunjukkan bahwa tidak ada kekurangan, maka alat dan sistem siap digunakan.

### F.Sistem Yang Diusulkan

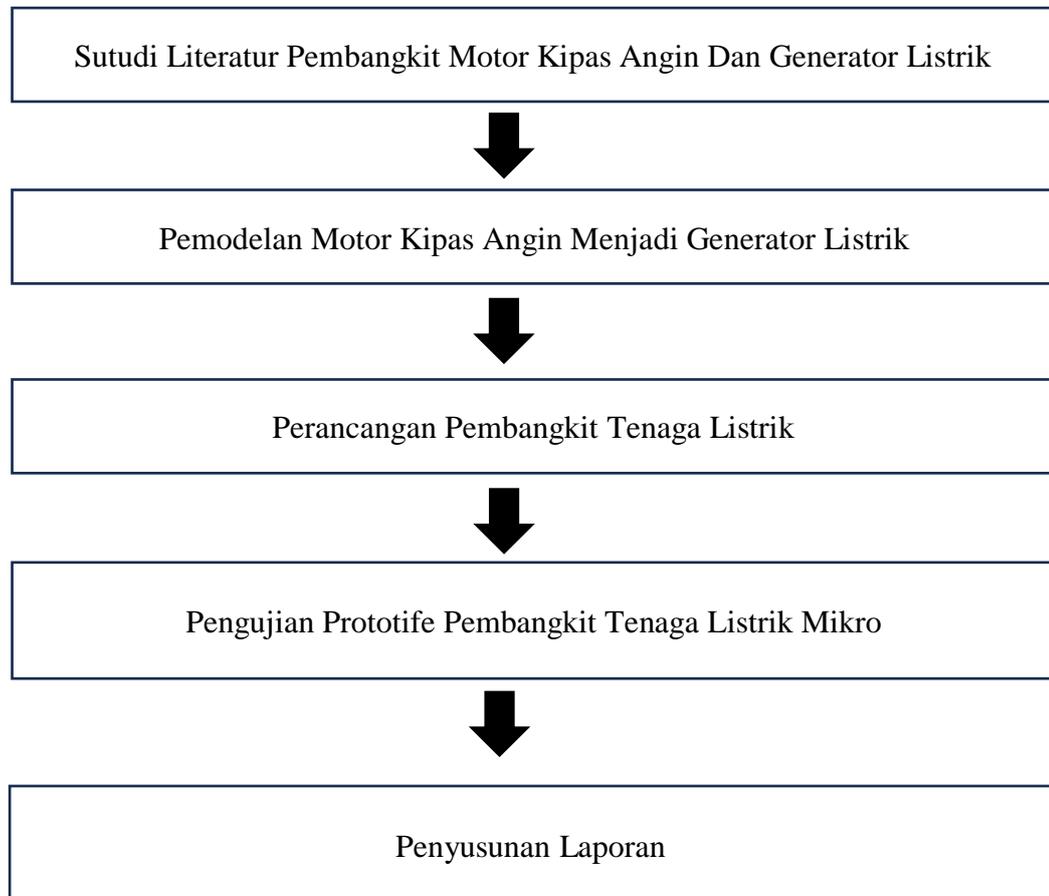


**Gambar 3.1** Desain dan Sistem

Skema diatas merupakan sistem blok diagram perancangan dimana turbin horizontal dengan tiga bilah berfungsi untuk menangkap energi mekanik dari aliran angin dan memutar generator. Akan menghasilkan tegangan dari

Kecepatan angin menggunakan anemometer, putaran generator mengukur menggunakan tachometer dan tegangan menggunakan multimeter.

### **Kerangka Pikir**



## BAB IV

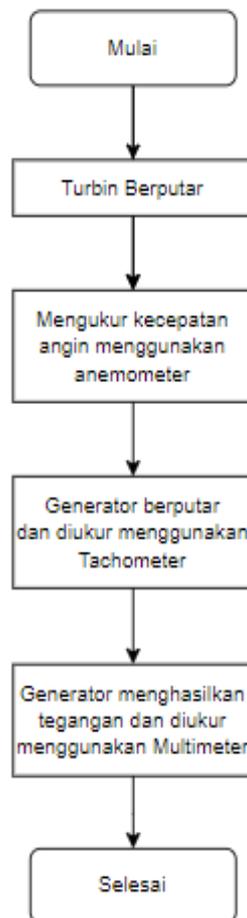
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Perancangan Hardware

Perancangan Hardware atau perangkat keras pada Pemanfaatan Motor Kipas Angin Sebagai Generator Pembangkit Listrik dapat dilihat pada Gambar 4.1.

#### B. Prinsip Kerja

Adapun prinsip kerja dari alat ini dapat dilihat pada gambar *flowchart* 4.2



**Gambar 4. 1** *Flowchart* Sistem

Dari flowchart diatas dapat dilihat bahwa prinsip kerja dari sistem yaitu yang pertama angin berhembus akan memutar turbin dan Ketika turbin berputar maka generator akan ikut berputar dan akan menghasilkan arus bolak balik (DC), selanjutnya mengukur berapa tegangannya.

### C. Pengujian

Pada pengujian alat Pemanfaatan Motor Kipas Angin Sebagai Generator Pembangkit Listrik dilakukan pengujian menggunakan anemometer untuk mengetahui berapa kecepatan angin, pengukuran menggunakan multimeter untuk mengetahui berapa tegangan dan menggunakan Tachometer untuk mengetahui kecepatan Generator yang dihasilkan, hasil kerja dari pengujian dapat dilihat pada table 4.1

#### **Tabel 4. 1** Pengujian Sistem

Hari/tanggal pengujian : Selasa, pukul 21.00-selesai 13 agustus 2024

Kecepatan angin (m/s)	Kecepatan Generator (Rpm)	Tegangan Generator (V)
1.2	44.2	0.613
1.5	65.4	1.383
1.7	83.1	2.318
2.1	140.9	3.369
2.7	180.4	4.040
3.2	197.7	5.204
3.5	249.6	6.81
4.1	280.2	7.61
4.6	303.2	8.14

Dari tabel hasil pengukuran diatas dapat kita Analisa bahwa, dari hasil pengukuran kecepatan angin (m/s), kecepatan generator(RPM),dan tegangan generator (V). yang dihasilkan dapat kita simpulkan bahwa semakin tinggi perputaran angin maka semakin tinggi pula nilai putaran generator dan tegangan generator yang dihasilkan dimana nilai kecepatan awal, kecepatan angin 1.2m/s, kecepatan generator 44.2rpm dan tegangan generator 0.613v. dan maksimal kecepatan angin 4.6m/s, kecepatan generator 303.2rpm dan tegangan generator 8.14v. Jadi nilai maksimum yang dihasilkan pada kecepatan angin 2.7m/s, kecepatan generator 171.6rpm dan tegangan generator 4,387v.

***Tabel 4. 2 Pengujian sistem***

Hari/Tanggal Pengujian : Senin 08.00-selesai, 19 Agustus 2024

<b>Kecepatan angin (m/s)</b>	<b>Kecepatan Generator (RPM)</b>	<b>Tegangan Generator (V)</b>
1.2	40.1	0.67
1.5	57.3	1.147
1.6	122.6	2.371
2.3	125.2	3.157
2.7	165.2	4.069
3.3	214.3	5.671
3.9	251.5	6.241

Dari tabel hasil pengukuran diatas dapat kita Analisa bahwa, dari hasil pengukuran kecepatan angin (m/s), kecepatan generator(RPM),dan tegangan generator (V). yang dihasilkan dapat kita simpulkan bahwa semakin tinggi perputarn angin maka semakin tinggi pula nilai putaran generator dan tegangan

generator yang dihasilkan dimana nilai kecepatan awal, kecepatan angin 1.2m/s, kecepatan generator 40.1rpm dan tegangan generator 0.67v. dan maksimal kecepatan angin 4.2m/s, kecepatan generator 290.2rpm dan tegangan generator 7.723v. Jadi nilai tengah yang dihasilkan pada kecepatan angin 2.6m/s, kecepatan generator 158.3rpm dan tegangan generator 3.881v.

***Tabel 4. 3 Pengujian sistem***

Hari/tanggal pengujian: Rabu, 16.30-Selesai 21 Agustus 2024

Kecepatan angin (m/s)	Kecepatan generator (RPM)	Tegangan generato (V)
0.9	70.7	0.752
1.7	88.2	1.079
2,2	113.6	2.712
2.9	133.1	3.730
3.2	151.3	4.512
3.7	189.1	5.179
4.0	203.1	6.022
4.2	229.3	7.26
4,6	271.2	8.12
4.8	337.4	9.050
5.1	395.2	10.122
5.9	452.3	11.010
6.9	462.8	14.15

Dari tabel hasil pengukuran diatas dapat kita Analisa bahwa, dari hasil pengukuran kecepatan angin (m/s), kecepatan generator(RPM),dan tegangan generator (V). yang dihasilkan dapat kita simpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan angin maka semakin tinggi pula nilai putaran generator dan tegangan generator yang dihasilkan dimana nilai kecepatan awal, kecepatan angin 1.3m/s, kecepatan generator 70,7rpm dan tegangan generator 0.752v. dan maksimal kecepatan angin 6.9m/s, kecepatan generator 462.2rpm dan tegangan generator 14.15v. Jadi nilai rata-rata yang dihasilkan pada kecepatan angin 3.8m/s, kecepatan generator 238.2rpm dan tegangan generator 6,438v.

***Tabel 4. 4 Pengujian sistem***

Hari/Tanggal Pengujian: Rabu 19.00-Selesai 21 Agustus 2024

Kecepatan angin (m/s)	Kecepatan generator (RPM)	Tegangan generator (V)
1.0	54.2	0.660
1.3	73.7	1.978
1.7	86.1	2.187
2.0	125.6	3.512
2.5	181.3	4.670
2.9	215.	5.621
3.7	247.3	6.51
4.1	289.2	7,352
4.9	312.4	8.150

Dari tabel hasil pengukuran diatas dapat kita Analisa bahwa, dari hasil pengukuran kecepatan angin (m/s), kecepatan generator(RPM),dan tegangan generator (V). yang dihasilkan dapat kita simpulkan bahwa semakin tinggi

kecepatan angin maka semakin tinggi pula nilai putaran generator dan tegangan generator yang dihasilkan dimana nilai kecepatan awal, kecepatan angin 1.0m/s, kecepatan generator 54.2rpm dan tegangan generator 0.660v. dan maksimal kecepatan angin 4.9m/s, kecepatan generator 312.4rpm dan tegangan generator 8.150v. Jadi nilai rata-rata yang dihasilkan pada kecepatan angin 2.6m/s, kecepatan generator 176.1rpm dan tegangan generator 4,515v.

**Tabel 4. 5 Pengujian sistem**

Hari/Tanggal Pengujian: rabu 21.00-Selesai 21 Agustus 2024

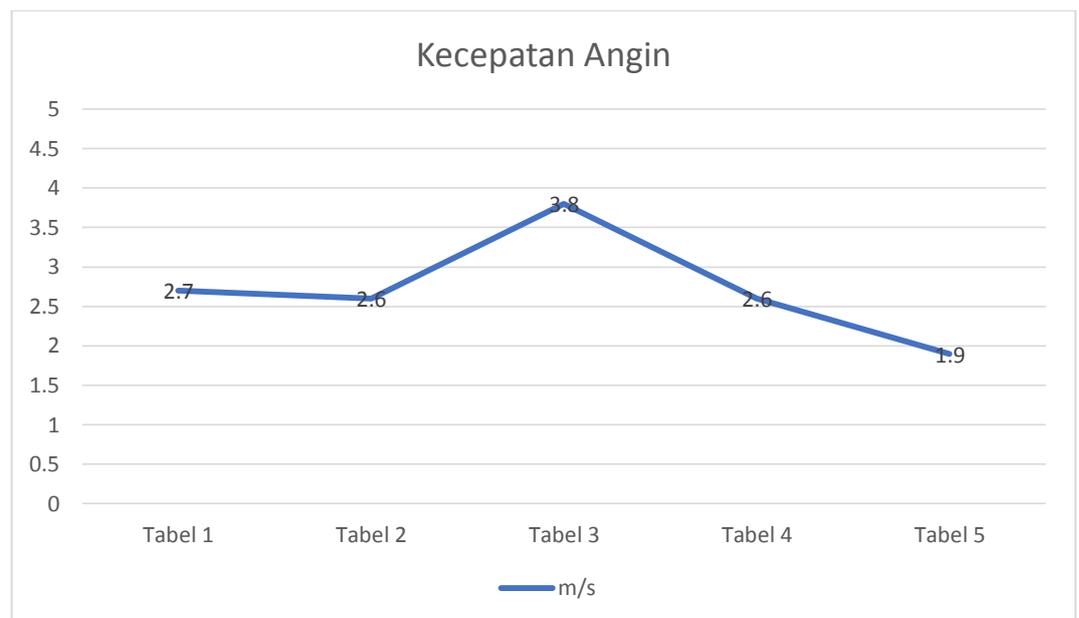
Kecepatan angin (m/s)	Kecapatan Generator (RPM)	Tegangan Generator (V)
1.1	43.8	0.970
1.3	72.3	1.785
1.5	94.1	2.290
1.8	133.1	3.467
2.0	151.2	4.394
2.4	194.1	5.491
3.5	235.2	6.632

Dari tabel hasil pengukuran diatas dapat kita Analisa bahwa, dari hasil pengukuran kecepatan angin (m/s), kecepatan generator(RPM),dan tegangan generator (V). yang dihasilkan dapat kita simpulkan bahwa semakin tinggi perputaran angin maka semakin tinggi pula nilai putaran generator dan tegangan generator yang dihasilkan dimana nilai kecepatan awal, kecepatan angin 1.1m/s,

kecepatan generator 43.8rpm dan tegangan generator 0.970v. dan maksimal kecepatan angin 3.5m/s, kecepatan generator 235.2rpm dan tegangan generator 6.632v. Jadi nilai rata-rata yang dihasilkan pada kecepatan angin 1,9m/s, kecepatan generator 132,0rpm dan tegangan generator 3.575v.

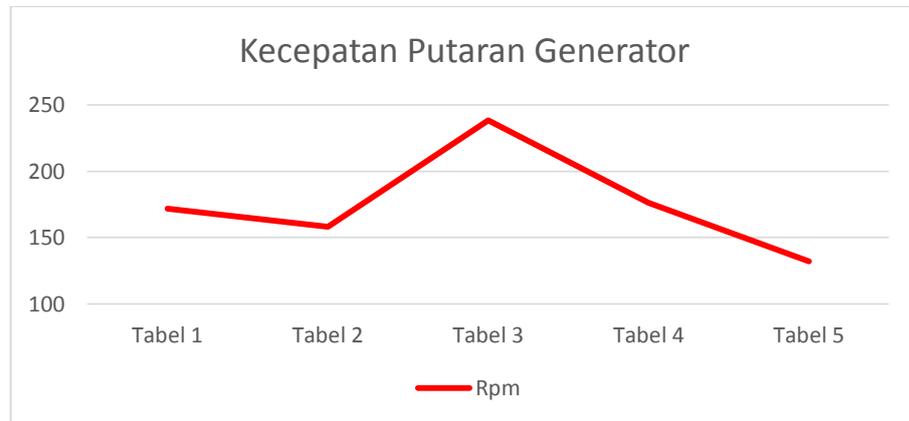
### Grafik Hasil Pengujian

- a. Grafik kecepatan angin dari setiap pengujian



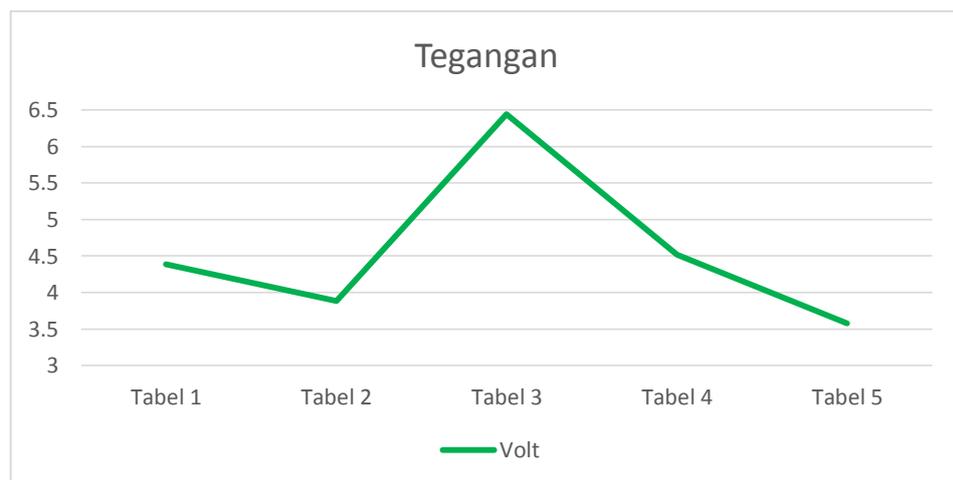
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata kecepatan angin berubah-ubah tergantung dari kondisinya, kecepatan angin yang paling tinggi didapatkan pada pengujian tabel 3 yaitu 3.8 m/s

b. Grafik kecepatan putaran generator



Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata kecepatan putaran generator berubah-ubah tergantung dari kondisinya, kecepatan putaran generator yang paling tinggi didapatkan pada pengujian tabel 3 yaitu 238.2 Rpm.

c. Grafik tegangan yang dihasilkan generator



Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa rata-rata tegangan berubah-ubah tergantung dari kondisinya, tegangan paling tinggi yang dihasilkan generator yang paling tinggi didapatkan pada pengujian tabel 3 yaitu 6.438 Volt.

**Tabel 4.6** P engujian alat menggunakan mesin bor  
 Hari/tanggal pengujian: kamis, 29 agustus 2024

Kecepatan Generator (RPM)	Tegangan generator (V)	Frekuensi (Hz)
61.3	1.371	5.820
133.2	2.334	12.11
128.4	3.013	13.05
175.3	4.907	17.20
250.1	5.608	25.30
282.1	6.093	29.51
369.3	7.24	30.86
482.1	8.83	35.98
406.6	9.45	40.94
431.8	10.03	42.41
491.0	11.16	48.15
456.1	12.85	55.69
601.0	13.85	60.46
655.4	14.01	51.45
674.2	15.37	67.37
705.2	16.42	72.19
754.4	17.92	79.83
871.6	18.05	79.84
864.3	19.28	85.90
852.7	20.42	92.81
996.9	21.76	100.4
1011	22.97	104.5
1103	23.95	110.3
1112	24.27	110.9
1153	25.82	117.2
1190	26.16	119.0
1222	27.22	122.1
1341	28.99	135.2
1366	29.11	136.0
1330	30.40	135.6
1403	31.14	140.9
1435	32.60	143.4
1450	33.42	144.4
1461	34.19	146.1
1524	35.30	156.5
1475	36.14	147.7
1574	37.97	158.8
1598	38.43	159.8
1592	39.26	161.1

1672	40.82	165.6
1668	41.68	167.2
1778	42.49	177.9
1746	43.27	175.1
1844	44.69	184.8
1844	45.65	189.1
1911	46.87	193.1
1835	47.52	183.8
1885	48.58	188.4
1976	49.04	197.4
1985	50.87	202.5
2044	51.82	203.5
2048	52.98	206.1
2092	53.91	208.8

Dari tabel pengukuran diatas dapat kita simpulkan bahwa pada pengukuran kecepatan putaran generator dengan menggunakan mesin bor, tegangan generator dan frekuensi yang diperoleh yaitu semakin tinggi kecepatan mesin bor maka semakin tinggi pula kecepatan generator dan semakin tinggi pula tegangan dan frekuensi yang di hasilkan dimana putaran awal 61.3 rpm, 5.20 Frekuensi Hz,dan tegangan yang di hasilkan 1.371 V.maksimal kecepatan, tegangan dan frekuensi yang di hasilkan yaitu 2092 rpm,53.91v dan 208.8 Hz.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Usai meneliti penggunaan motor kipas angin sebagai generator listrik, berhasil disimpulkan bahwa alat ini berfungsi dengan baik.

1. Pembangkit listrik tenaga angin yang menggunakan turbin horizontal.
2. Pembangkit listrik tenaga angin dengan turbin horizontal dapat menghasilkan listrik dengan tegangan rendah.
3. Pada kecepatan angin terendah, yaitu 0,9 m/s, kecepatan putaran turbin 70,7 rpm, dan tegangan 0,752 volt.
4. Pada kecepatan angin tertinggi, yaitu 6,9 m/s, kecepatan putaran generator mencapai 462,8 rpm dengan tegangan maksimum 14,15 volt.

#### **B. Saran**

1. Alat ini masih memiliki potensi besar untuk diperbaiki dengan meningkatkan komponen-komponen yang digunakan, sehingga hasilnya bisa lebih optimal di penelitian berikutnya.
2. Di masa depan, metode-metode terbaru juga dapat diterapkan untuk meningkatkan hasil penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Sunawar, A., & Daryanto. (2022). *Teknik Pengerjaan Listrik*. Bumi Aksara.
- Nawawi, I., & Fatkhurrozi, B.(2017).Energi angin merupakan sebuah energy terbarukan yang melimpah di negara kita khususnya di sulawesi selatan.
- Langi, S. I. (2014). Kipas Angin Otomatis Dengan Menggunakan Sensor Suhu. *Kipas Angin Otomatis Dengan Menggunakan Sensor Suhu*.
- Ardiyansyah, M. (2022, 10 11). Analisis Teoritis Penggunaan Jenis Turbin Angin Terhadap Output Daya Listrik. *Analisis Teoritis Penggunaan Jenis Turbin Angin Terhadap Output Daya Listrik, 04(02)*.
- Adriani. (2018, April 01). Perancangan Pembangkit Listrik Kincir Angin Menggunakan Generator Dinamo Drillini Terhadap Empat Sumbu Horizontal. *Perancangan Pembangkit Listrik Kincir Angin Menggunakan Generator Dinamo Drillini Terhadap Empat Sumbu Horizontal, 3(1)*.
- Adam, M. (2019, Juli 1). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator DC. *Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator DC, 2(1)*.
- Azhar, M., & Satriawan, D. A,( 2018). Energi merupakan sumber daya yang digunakan untuk menjalankan berbagai proses kegiatan termasuk kegiatan bahan bakar maupun mekanik.

Hakimi , (2017). Sumber utama dari energi angin adalah matahari dan proses terjadinya yaitu adanya perbedaan tekanan permukaan bumi.

Hayu, (2018) Pembangkit listrik tenaga angin merupakan pembangkit listrik yang mengkonversi energi angin menjadi energi mekanik yang dirubah oleh turbin dan rubah lagi oleh generator dengan memanfaatkan kecepatan putar dari turbin sehingga nantinya akan menghasilkan energi

Irawan, (2019). Anemometer merupakan sebuah perangkat elektronik yang mengukur kecepatan angin yang sering digunakan dalam bidang digunakan untuk *meteorology* dan geofisika atau stasiun perkiraan cuaca.