

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi terbarukan merupakan isu besar di dunia saat ini, dan terdapat juga kekhawatiran yang semakin besar mengenai krisis energi yang disebabkan oleh perubahan iklim dan penggunaan bahan bakar fosil yang tidak beraturan. Sumber energi seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara meningkatkan emisi gas rumah kaca sehingga merusak lingkungan dan berkontribusi terhadap pemanasan global. Ketergantungan terhadap sumber energi ini juga menimbulkan ketidakstabilan perekonomian terutama akibat kendala pasokan dan fluktuasi harga. Oleh karena itu, energi terbarukan seperti energi surya, angin, air, biomassa, dan panas bumi muncul sebagai solusi alternatif yang lebih bersih, berkelanjutan, dan tentu saja terbarukan. Peralihan ke energi terbarukan memberi banyak dampak positif seperti mengurangi subsidi dan kerugian akibat perubahan iklim, serta manfaat di bidang kesehatan [1].

Indonesia memiliki peluang besar untuk mengembangkan energi terbarukan berkat kekayaan alamnya yang melimpah. Sebagai negara kepulauan yang berada di garis khatulistiwa, Indonesia memiliki sumber daya energi terbarukan yang sangat berlimpah. Pengembangan energi terbarukan di Indonesia tidak hanya berfokus pada pemenuhan kebutuhan energi dalam negeri, tetapi juga bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang semakin berkurang dan memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Konsep energi terbarukan muncul dari penggunaan energi hijau yang ramah lingkungan serta ketersediaannya yang melimpah dan dapat diakses oleh masyarakat. Berdasarkan kekayaan alam yang dimiliki Indonesia, sumber energi terbarukan dapat dibagi menjadi lima jenis, yaitu energi matahari, air, angin, bioenergi, dan panas bumi [2].

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) atau pembangkit listrik tenaga angin semakin mendapat perhatian global sebagai salah satu solusi energi terbarukan yang berkelanjutan. Dengan memanfaatkan angin sebagai sumber energi, pembangkit listrik tenaga bayu mampu menghasilkan listrik tanpa emisi gas rumah kaca yang berbahaya bagi lingkungan. Beberapa negara memanfaatkan angin sebagai salah satu sumber energi terbarukan yang melimpah dan dapat diperbarui secara alami, terutama di wilayah pesisir atau dataran tinggi yang memiliki kecepatan angin yang konsisten. Pembangkit listrik tenaga bayu menawarkan solusi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam upaya transisi energi global menuju masa depan yang bebas karbon. Meski demikian, pengembangan PLTB tidak sepenuhnya bebas dari

dampak lingkungan karena beberapa masalah yang muncul dari penggunaan energi angin sebagai sumber listrik. Beberapa di antaranya meliputi gangguan visual, kebisingan, dampak terhadap ekosistem, dan perubahan pada keindahan alam [3].

Turbin angin telah mengalami perkembangan signifikan dan menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang menjanjikan. Turbin angin bekerja dengan mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik melalui baling-baling yang diputar oleh angin, yang kemudian dihubungkan dengan generator. Inovasi dalam desain dan efisiensi turbin angin telah memungkinkan turbin untuk menghasilkan energi dalam jumlah yang lebih besar dengan kecepatan angin yang lebih rendah, membuat teknologi ini semakin ekonomis dan mudah diakses. Pengembangan teknologi turbin angin sangat didorong oleh kebutuhan global untuk mengurangi emisi karbon dan mengatasi perubahan iklim. Berbagai negara khususnya di Eropa, Amerika Serikat, dan Asia, turbin angin telah menjadi bagian penting dari portofolio energi, membantu negara-negara tersebut mencapai target keberlanjutan. Meskipun turbin angin menawarkan banyak manfaat lingkungan dan ekonomi, teknologi ini juga menghadapi tantangan. Salah satu masalah yang sering terjadi adalah dampak visual dan kebisingan yang dihasilkan oleh turbin, terutama di wilayah pedesaan dan dekat pemukiman. Selain itu, dampak ekologi seperti gangguan terhadap habitat burung dan satwa lainnya. Untuk mengatasi masalah tersebut banyak pengembananagan desain turbin yang lebih efisien dan ramah lingkungan, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Salah satu teknologi turbin angin adalah jenis savonius yang menggunakan konfigurasi axis vertical. Keunggulan dari desain turbin angin ini adalah konstruksi turbin yang sederhana, dapat tersusun dari dua buah sudu atau lebih, adanya gaya dorong karena perbedaan sudut, dan dapat digunakan pada angin dengan kecepatan rendah [4].

Sebuah sistem pembangkit listrik tenaga bayu tidak hanya membutuhkan turbin angin saja, tetapi juga membutuhkan sebuah generator. Generator adalah sebuah alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Proses ini dilakukan melalui prinsip induksi elektromagnetik, di mana medan *magnet* dan konduktor bergerak relatif satu sama lain untuk menghasilkan arus listrik. *Axial flux* generator adalah teknologi pembangkit listrik yang baru dan memiliki kelebihan menghasilkan energi secara efisien dengan desain yang lebih ringkas. Berbeda dengan generator konvensional yang berbasis *radial flux*, *axial flux* generator menggunakan aliran medan *magnet* secara aksial atau sejajar dengan sumbu rotasi yang memungkinkan penggunaan ruang lebih efisien. Keunggulan utama dari *axial flux* generator adalah efisiensinya yang tinggi. Oleh karena itu generator jenis ini sering diterapkan pada energi terbarukan berbasis turbin angin dan pembangkit listrik tenaga mikro hidro.

Keunggulan lain dari generator ini adalah rasio torsi per volume yang lebih tinggi yang mengakibatkan lebih banyak menghasilkan daya per unit volume dibandingkan dengan generator *radial flux*. *Axial flux permanent speed direct drive* generator merupakan salah satu struktur desain yang diaplikasikan pada pembangkit listrik tenaga angin dengan skala kecil. Desain tersebut memiliki model elektromagnetik yang sederhana dan juga lebih efisien [5].

Salah satu kelemahan dari generator *magnet* permanen adalah adanya torsi *cogging*, yang diakibatkan oleh interaksi antara fluks *magnet rotor* dan gigi *stator*. Pada area dengan kecepatan angin rendah, torsi *cogging* menjadi kendala karena memerlukan kecepatan angin yang lebih tinggi untuk memulai perputaran turbin. Torsi *cogging* dapat dihilangkan dengan menggunakan *stator* tanpa gigi (*toothless stator*) atau tanpa inti besi lunak (*coreless stator*). Desain dengan spesifikasi ini dapat ditemukan pada generator fluks aksial. Tanpa adanya gigi dan inti besi lunak, proses pembuatan generator menjadi lebih sederhana [6].

Dari latar belakang diatas maka dilakukan penelitian tentang Perancangan *Axial Flux Generator Untuk Pembangkit Turbin Angin Skala Kecil Menggunakan Finite Element Method*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah sistem pembangkit listrik skala kecil yang memiliki efisiensi tinggi.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara memanfaatkan energi angin menjadi tenaga listrik?
2. Bagaimana cara merancang *axial flux generator* yang efisien untuk turbin angin?
3. Bagaimana cara menentukan konfigurasi optimal *axial flux generator* untuk memenuhi kebutuhan pembangkit listrik skala kecil?
4. Bagaimana cara mengoptimalkan performa dari *axial flux generator*?

## 1.3 Tujuan dan Manfaat

### 1.3.1 Tujuan

1. Mengetahui cara memanfaatkan energi angin menjadi tenaga listrik.
2. Mengetahui cara merancang *axial flux generator* yang efisien untuk turbin angin.
3. Mengetahui cara menentukan konfigurasi optimal *axial flux generator* untuk memenuhi kebutuhan pembangkit listrik skala kecil.
4. Mengetahui cara mengoptimalkan performa dari *axial flux generator*.

### 1.3.2 Manfaat

1. Dapat memanfaatkan energi terbarukan dengan maksimal.

2. Dapat membuat pembangkit listrik skala kecil dengan sistem *off grid* dimana saja.
3. Dapat bermanfaat bagi warga yang jauh dari saluran listrik PLN.

#### 1.4 Batasan Masalah

1. Generator Flux Axial ini dirancang untuk penggunaan skala kecil.
2. Pembangkit listrik ini hanya digunakan untuk kebutuhan penerangan jalan atau rumah.
3. Pengujian berfokus untuk mengetahui efisiensi generator yang dibuat.
4. Pengujian generator hanya dilakukan dengan menggunakan alat penggerak motor.
5. Pengujian generator hanya dilakukan dalam kurun waktu 1 bulan.

#### 1.5 Metodologi Penulisan Skripsi

Metodologi penelitian pada skripsi yang akan dikerjakan memiliki 5 tahapan antara lain:

##### 1. Tahap Persiapan dan Literatur *Review*

Pada tahap ini yang akan dipersiapkan adalah menentukan tujuan penelitian, mengidentifikasi alat dan bahan yang akan digunakan, serta merencanakan anggaran dan jadwal penelitian. Pada tahap ini juga dilakukan literatur *review*, yaitu mencari referensi jurnal atau buku yang dapat mendukung penelitian ini.

##### 2. Tahap Perancangan Sistem

Pada tahap ini yang dilakukan adalah mengidentifikasi kebutuhan sistem, merumuskan tujuan pengembangan, dan merinci spesifikasi teknisnya. Hal ini melibatkan pemilihan komponen yang akan digunakan dalam implementasi sistem. Rancangan sistem juga mencakup desain antarmuka pengguna, pengembangan algoritma, serta rencana pengujian dan evaluasi sistem. Selain itu juga mempertimbangkan aspek keamanan, kehandalan, dan kinerja sistem yang dirancang.

##### 3. Tahap Pengujian dan Pengumpulan Data

Dalam tahap ini hal yang dilakukan adalah merancang metode pengumpulan data yang sesuai dengan alat yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang akurat dan relevan. Proses ini melibatkan pemahaman mendalam tentang spesifikasi alat, pemilihan parameter yang perlu diukur. Hal yang harus dipastikan bahwa alat yang digunakan dalam penelitian berfungsi dengan benar dan kalibrasi alat dilakukan dengan tepat sebelum pengumpulan data dimulai. Selama proses pengumpulan data, hasil harus dicatat secara sistematis, mengatasi gangguan yang mungkin terjadi, dan memastikan bahwa setiap data yang terkumpul akurat dan dapat dipercaya.

##### 4. Tahap Analisa dan Pengolahan Data

Tahap analisis dan pengolahan data pada skripsi merupakan bagian yang sangat penting dalam proses penelitian, di mana data yang telah dikumpulkan dianalisis secara mendalam. Analisis data tidak hanya sebatas menghitung angka, tetapi juga melibatkan interpretasi yang mendalam dan kontekstual terhadap hasil-hasil tersebut. Hasil analisis ini digunakan untuk menguji penelitian, mendukung atau menolak klaim yang dibuat, serta memberikan pemahaman yang lebih baik terhadap yang diteliti.

#### 5. Tahap Evaluasi dan Pembuatan Laporan

Setelah data terkumpul melalui pengujian alat, kemudian masuk ke tahap evaluasi di mana data dianalisis secara teliti. Evaluasi ini mencakup pengolahan data, perbandingan hasil dengan tujuan penelitian, serta penilaian terhadap ketepatan dan akurasi alat yang digunakan. Selama proses evaluasi, peneliti juga harus memeriksa hasil eksperimen atau pengujian dengan mengacu pada literatur terkait dan teori yang mendukung.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Proposal dibagi menjadi beberapa bab pada sistematika penulisan, diantaranya adalah:

#### a. Bab I Pendahuluan

Pada Bab I ini berisi pendahuluan yang menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, serta sistematika penulisan penelitian yang dilakukan.

#### b. Bab II Teori Penunjang

Berisi tentang penelitian terdahulu dan teori-teori penunjang penelitian yang dilakukan mengenai teori yang berhubungan dengan metode yang digunakan yaitu yang berhubungan dengan alat Perancangan *Axial Flux Generator* Untuk Pembangkit Turbin Angin Skala Kecil Menggunakan *Finite Element Method*.

#### c. Bab III Perancangan Sistem

Berisi perancangan sistem tentang penelitian yang akan dibuat. Dalam hal ini berisi tentang perancangan alat Perancangan *Axial Flux Generator* Untuk Pembangkit Turbin Angin Skala Kecil Menggunakan *Finite Element Method*.

#### d. Bab IV

Berisi tentang analisa dan hasil dari pengujian yang dilakukan. Dalam hal ini berisi tentang data hasil pengujian dan analisis dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

## e. Bab V

Berisi tentang kesimpulan dan saran setelah melakukan penelitian. Dalam hal ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan juga saran untuk penelitian selanjutnya.

### 1.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Tabel 1. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

| No. | Kegiatan                    | Bulan |    |     |    |   |    |
|-----|-----------------------------|-------|----|-----|----|---|----|
|     |                             | I     | II | III | IV | V | VI |
| 1.  | Studi Literatur             |       |    |     |    |   |    |
| 2.  | Pengajuan Proposal Skripsi  |       |    |     |    |   |    |
| 3.  | Pelaksanaan Penelitian      |       |    |     |    |   |    |
| 4.  | Penyusunan Laporan Skripsi  |       |    |     |    |   |    |
| 5.  | Pemeriksaan Laporan Skripsi |       |    |     |    |   |    |
| 6.  | Sidang Skripsi              |       |    |     |    |   |    |