

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi listrik menjadi sebuah kebutuhan utama yang digunakan oleh manusia. Secara nasional kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring dengan berkembangnya pertumbuhan penduduk, akan tetapi laju kebutuhan energi yang sangat banyak tersebut tidak diimbangi dengan produksi guna keperluan energi. Saat ini energi nasional masih terfokus kepada energi fosil yaitu batubara, minyak bumi, dan gas bumi. Dengan meningkatnya penggunaan energi tersebut, terutama minyak bumi, maka di masa yang akan datang jumlahnya pun semakin menipis, cadangan energi fosil akan berkurang dan tidak akan dapat di andalkan untuk mencukupi kebutuhan energi, karena sifatnya tidak terbarukan. Langkah antisipasi yang dapat ditawarkan untuk mencegah terjadinya krisis energi adalah penggunaan energi baru terbarukan (EBT) [1].

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan solusi penting untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang berkelanjutan di Indonesia. Potensi energi angin sebagai salah satu sumber energi terbarukan yang melimpah di berbagai daerah Indonesia menjadikan PLTB sebagai pilihan strategis dalam mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil yang semakin terbatas. Namun, meskipun memiliki potensi besar, PLTB sering kali menghadapi tantangan terkait fluktuasi kecepatan angin yang dihasilkan oleh turbin angin. Variabilitas kecepatan angin menyebabkan ketidakstabilan dalam produksi energi, yang berdampak pada kualitas daya yang disuplai ke jaringan listrik [2].

Turbin angin sebagai alat utama dalam pemanfaatan energi angin, berfungsi mengubah energi kinetik angin menjadi energi listrik. Teknologi ini telah terbukti efektif dalam menghasilkan listrik dengan dampak lingkungan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan sumber energi konvensional seperti bahan bakar fosil. Penggunaan turbin angin membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan polusi, menjadikannya solusi yang lebih ramah lingkungan dalam memenuhi kebutuhan energi dunia [3].

Pemanfaatan turbin angin tidak hanya digunakan secara langsung di lapangan, tetapi juga banyak dikembangkan dalam skala laboratorium sebagai media penelitian, pembelajaran, maupun praktikum. Turbin angin

yang tersedia di laboratorium UM Surabaya masih memiliki sejumlah keterbatasan. Fluktuasi kecepatan angin terhadap turbin angin sering kali menjadi faktor penyebab terjadinya ketidakseimbangan daya aktif dan daya reaktif pada sistem. Ketika daya reaktif meningkat, faktor daya (power factor) akan menurun sehingga rugi-rugi energi (losses) akan semakin meningkat [2]. Kondisi ini dapat menurunkan efisiensi distribusi daya yang dihasilkan dan berpotensi merusak peralatan listrik. Oleh karena itu, stabilitas daya menjadi faktor utama yang perlu dikelola dengan baik agar sistem PLTB dapat beroperasi dengan optimal.

Salah satu metode yang umum digunakan untuk memperbaiki kesetimbangan daya adalah pemasangan kapasitor bank pada sistem sebagai kompensator daya reaktif. Kapasitor bank berfungsi meningkatkan faktor daya sekaligus menekan rugi-rugi energi yang ditimbulkan oleh ketidakstabilan daya reaktif [4]. Namun demikian, penentuan kapasitansi kapasitor bank yang optimal terlepas dari pengaruh fluktuasi kecepatan angin yang ada di sekitar area PLTB. Variasi kecepatan angin akan memengaruhi besar kecilnya daya reaktif yang dibutuhkan, sehingga diperlukan analisis yang komprehensif terkait hubungan antara perubahan kecepatan angin, faktor daya, serta kebutuhan kapasitansi kapasitor bank.

Berdasarkan hal di atas, penelitian ini berfokus pada analisis pengaruh fluktuasi kecepatan angin terhadap faktor daya serta penentuan nilai kapasitansi kapasitor bank yang sesuai dalam rangka mereduksi rugi-rugi energi pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). Fluktuasi kecepatan angin merupakan karakteristik alami yang sulit dikendalikan berdampak pada kestabilan daya listrik turbin angin dan menurunkan kualitas energi akibat perubahan faktor daya, sehingga dibutuhkan peran kapasitor bank untuk melakukan kompensasi daya reaktif. Dengan pemilihan nilai kapasitansi yang tepat, sistem PLTB diharapkan mampu beroperasi lebih efisien, stabil, dan optimal dalam menghasilkan energi listrik.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang ada di atas, maka terdapat 3 poin rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh fluktuasi kecepatan angin terhadap perubahan faktor daya pada sistem PLTB?
2. Bagaimana pemodelan kapasitor bank yang ideal berdasarkan kondisi fluktuasi kecepatan angin pada sistem PLTB?
3. Bagaimana pengaruh kapasitor bank terhadap rugi-rugi daya pada sistem PLTB dalam kondisi berbeban dan tanpa beban?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh fluktuasi kecepatan angin terhadap perubahan faktor daya pada sistem PLTB.
2. Untuk memodelkan kapasitor bank yang ideal berdasarkan kondisi fluktuasi kecepatan angin pada sistem PLTB.
3. Untuk mengetahui pengaruh kapasitor bank terhadap rugi-rugi daya pada sistem PLTB dalam kondisi berbeban dan tanpa beban.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun dari terlaksananya penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh fluktuasi kecepatan angin terhadap daya yang dihasilkan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB).
2. Memberikan gambaran mengenai kebutuhan kapasitansi optimal pada kapasitor bank untuk mereduksi rugi-rugi energi pada kondisi beban tertentu.
3. Menjadi acuan dalam meningkatkan efisiensi sistem kelistrikan PLTB melalui pengaturan faktor daya yang tepat.
4. Mendukung pemanfaatan kapasitor bank secara efektif dalam sistem pembangkit tenaga angin.

## **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang ada pada penelitian ini meliputi beberapa poin, antara lain adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) 100W skala laboratorium menggunakan 1 Phase Line to Line dari 3 phase keluaran Generator PMSG.
2. Parameter yang ditinjau terbatas pada kecepatan angin, faktor daya, kapasitansi kapasitor bank, serta rugi-rugi energi listrik.
3. Analisis fluktuasi kecepatan angin dilakukan berdasarkan data pengukuran dengan interval waktu tertentu.
4. Penentuan nilai kapasitansi kapasitor bank hanya difokuskan pada perannya dalam kompensasi daya reaktif untuk perbaikan faktor daya.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan skripsi ini disusun dalam lima bab dengan uraian sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas teori dan konsep pendukung penelitian, meliputi energi angin, turbin angin, faktor daya, kapasitor bank, Permanent Magnet Synchronous Generator (PMSG), Sensor RPM IR FC-51, Sensor Arus ZMCT103C, Sensor Tegangan ZMPT101B, serta penelitian terdahulu yang relevan.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan metode dan tahapan penelitian, meliputi perancangan sistem PLTB, pengambilan data, perhitungan parameter kelistrikan, serta pemodelan kapasitor bank.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

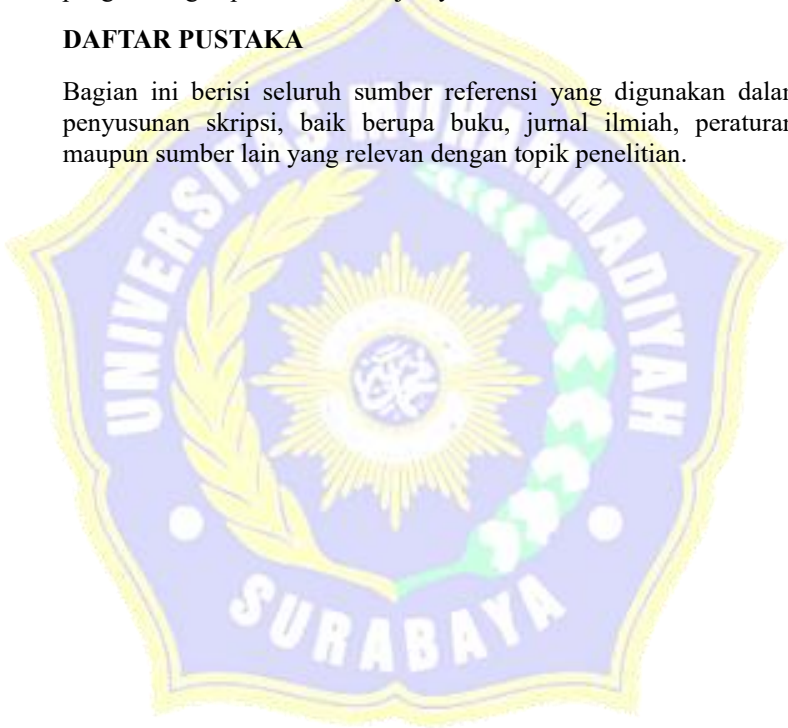
Bab ini menyajikan hasil pengujian dan analisis sistem sebelum dan setelah pemasangan kapasitor bank, termasuk perbandingan faktor daya, daya reaktif, serta evaluasi kinerja sistem.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Bagian ini berisi seluruh sumber referensi yang digunakan dalam penyusunan skripsi, baik berupa buku, jurnal ilmiah, peraturan, maupun sumber lain yang relevan dengan topik penelitian.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

