

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Krisis energi global dan dampak lingkungan dari penggunaan bahan bakar fosil mendorong pengembangan dan penerapan sumber energi terbarukan. Energi terbarukan tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga dapat diperbarui secara alami, sehingga menjadi solusi yang berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat (Achmad and Nugraha, 2022). Salah satu sumber energi terbarukan yang menonjol adalah energi angin. Energi angin telah digunakan selama berabad-abad, namun dengan perkembangan teknologi modern, kini dapat diubah menjadi energi listrik secara lebih efisien menggunakan berbagai jenis turbin angin.

Turbin angin tipe Savonius merupakan salah satu teknologi yang sering digunakan dalam pemanfaatan energi angin, terutama di wilayah dengan kecepatan angin yang relatif rendah. Desain turbin Savonius yang berbentuk vertikal dan sederhana memungkinkan penggunaannya di berbagai kondisi geografis, termasuk di area perkotaan dan pedesaan dengan kecepatan angin rendah hingga sedang (Ufairah, Farhan and Hidayat, 2022). Turbin ini memiliki keunggulan dalam menangkap angin dari segala arah, sehingga mampu menghasilkan energi listrik meskipun tidak terpasang sejajar dengan arah angin dominan. Selain itu, turbin Savonius lebih mudah dalam hal instalasi dan pemeliharaan dibandingkan dengan turbin angin horizontal, yang memerlukan arah angin yang lebih konsisten untuk mencapai kinerja optimal.

Meskipun turbin angin tipe Savonius memiliki banyak keunggulan, tantangan teknis tetap ada, terutama dalam hal stabilitas tegangan keluaran. Fluktuasi kecepatan angin menyebabkan tegangan yang dihasilkan oleh turbin berubah-ubah, sehingga diperlukan sebuah mekanisme untuk mengendalikan dan menstabilkan tegangan tersebut sebelum digunakan untuk aplikasi

lebih lanjut, seperti pengisian baterai atau penyediaan daya untuk perangkat listrik. Untuk mencapai stabilitas tegangan yang diinginkan, digunakanlah konverter daya listrik seperti *buck converter* (Mursid *et al.*, 2021).

*Buck converter* adalah jenis konverter DC-DC yang dirancang untuk menurunkan tegangan input yang lebih tinggi menjadi tegangan output yang lebih rendah dengan efisiensi yang tinggi. Alat ini bekerja dengan cara mengatur rasio waktu penghantaran (*duty cycle*) dari saklar elektronik yang terintegrasi dalam rangkaian, sehingga dapat menjaga kestabilan tegangan meskipun terjadi perubahan pada sumber daya atau beban yang terhubung (Rosid, 2023). Dalam konteks sistem turbin angin, penggunaan *buck converter* memungkinkan penyesuaian tegangan keluaran agar sesuai dengan karakteristik beban atau aplikasi yang diinginkan, misalnya untuk mengisi baterai yang memerlukan tegangan tertentu.

Namun, perubahan beban yang sering terjadi pada aplikasi nyata, seperti perangkat listrik yang hidup dan mati atau variasi dalam kebutuhan daya, dapat memengaruhi kinerja *buck converter*. Dalam sistem konversi daya, variasi pada beban yang terhubung dengan *buck converter* dapat mempengaruhi karakteristik tegangan keluaran, khususnya tegangan *peak to peak* (Wiryajati, Satiawan and Suksmadana, no date). Tegangan *peak to peak* merupakan indikator penting dalam analisis kualitas daya listrik karena menunjukkan rentang fluktuasi tegangan yang terjadi. Analisis pengaruh perubahan beban terhadap tegangan *peak to peak* pada *buck converter* diperlukan untuk memahami sejauh mana variasi beban dapat mempengaruhi stabilitas dan efisiensi sistem turbin angin.

Di sisi lain, penerapan turbin angin tipe Savonius sebagai sumber energi alternatif terus berkembang, terutama dalam skala kecil dan menengah seperti untuk rumah tangga atau komunitas kecil. Penggunaan turbin Savonius dalam pembangkitan listrik skala kecil

memberikan manfaat tidak hanya dari sisi penyediaan energi mandiri tetapi juga berkontribusi dalam mengurangi emisi karbon. Seiring dengan meningkatnya minat terhadap solusi energi terbarukan yang lebih terjangkau, penelitian mengenai optimisasi komponen-komponen pendukung, seperti *buck converter* dalam sistem konversi energi angin, menjadi semakin penting (Jumiyatun, Irwan Mahmudi and Aidynal Mustari, 2021).

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh perubahan beban tegangan peak to peak pada *buck converter* dalam sistem turbin angin tipe Savonius. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memahami bagaimana perubahan beban tegangan peak to peak dapat memengaruhi performa *buck converter* dalam menjaga kestabilan tegangan keluaran, serta bagaimana dampaknya terhadap efisiensi sistem secara keseluruhan (Harahap and Su'aidy, 2024). Analisis ini akan memberikan wawasan yang bermanfaat untuk perancangan dan pengembangan lebih lanjut dari sistem pembangkit listrik berbasis energi angin, khususnya yang menggunakan turbin tipe Savonius dan konverter daya seperti *buck converter*.

Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan teknologi energi terbarukan, khususnya dalam aspek stabilisasi tegangan dan efisiensi konversi energi, serta mendukung upaya global dalam pemanfaatan energi yang lebih bersih dan berkelanjutan.

## **1.2 Masalah Penelitian**

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan di atas, masalah penelitian yang diangkat adalah Bagaimana perubahan beban terhadap tegangan peak to peak mempengaruhi kinerja *buck converter* dalam menjaga stabilitas tegangan dan efisiensi sistem pada turbin angin tipe Savonius?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak perubahan beban tegangan peak to peak terhadap stabilitas tegangan dan efisiensi *buck converter* dalam sistem turbin angin tipe Savonius.

### 1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek untuk mempertahankan fokus dan relevansi terhadap tujuan utama, yaitu:

Analisis difokuskan pada pengaruh perubahan beban tegangan peak to peak terhadap kinerja *buck converter* dalam sistem turbin angin tipe Savonius.

Pengujian dilakukan dalam kondisi lingkungan yang terkontrol dengan kecepatan angin tertentu, tanpa mempertimbangkan variasi ekstrem cuaca atau turbulensi angin.

Studi ini hanya membahas stabilitas tegangan dan efisiensi konversi energi pada *buck converter*, tanpa mempertimbangkan aspek lain seperti desain fisik turbin atau jenis material yang digunakan.

*Buck converter* yang digunakan memiliki spesifikasi tertentu sesuai dengan kebutuhan penelitian dan tidak mencakup berbagai jenis konverter daya lainnya.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Untuk Penelitian: Penelitian ini memperluas wawasan ilmiah terkait kinerja *buck converter* pada sistem turbin angin tipe Savonius dan menyediakan referensi penting untuk penelitian lanjutan di bidang optimasi pembangkit listrik tenaga angin dan teknologi konverter daya.

2. Untuk Universitas: Penelitian ini mendukung pengembangan keilmuan di universitas dengan menyediakan temuan baru yang relevan dalam bidang energi terbarukan dan konversi daya, memperkuat reputasi universitas dalam inovasi teknologi energi.
3. Untuk Masyarakat: Hasil penelitian ini berkontribusi pada penyediaan solusi energi terbarukan yang lebih stabil dan efisien, mendukung pengurangan ketergantungan pada energi fosil, serta meningkatkan akses energi bersih.
4. Untuk PLN: Penelitian ini memberikan rekomendasi praktis untuk meningkatkan efisiensi sistem distribusi energi berbasis turbin angin, membantu PLN dalam pengembangan jaringan listrik berbasis energi terbarukan yang andal dan berkelanjutan