

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi di seluruh dunia, pencarian solusi energi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan menjadi semakin mendesak (Achmad and Nugraha, 2022). Ketergantungan yang berlebihan pada bahan bakar fosil, seperti minyak bumi dan batu bara, telah menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, termasuk peningkatan emisi gas rumah kaca dan perubahan iklim. Hal ini mendorong para peneliti dan insinyur untuk mengembangkan dan memanfaatkan sumber energi terbarukan yang lebih bersih dan berkelanjutan. Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar adalah energi angin, yang sudah dimanfaatkan di berbagai negara sebagai salah satu alternatif pembangkit listrik yang ramah lingkungan.

Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan kondisi geografis yang beragam, memiliki potensi energi angin yang cukup signifikan. Beberapa daerah di Indonesia, seperti pantai selatan Jawa, Sulawesi, dan Nusa Tenggara, memiliki kecepatan angin yang cukup tinggi untuk pembangkitan energi listrik skala besar. Namun, sebagian besar wilayah Indonesia hanya memiliki kecepatan angin rendah hingga sedang, yang dianggap kurang optimal untuk turbin angin horizontal berkecepatan tinggi (Alit, Nurchayati and Pamuji, 2016). Di sinilah peran turbin angin tipe Savonius menjadi penting, karena Turbin ini dirancang khusus untuk dapat beroperasi pada kecepatan angin rendah dan menghasilkan energi listrik secara lebih efisien di kondisi tersebut.

Turbin angin tipe Savonius merupakan salah satu jenis turbin angin sumbu vertikal yang bekerja berdasarkan prinsip drag atau gaya tarik angin. Berbeda dengan turbin angin horizontal, turbin Savonius memiliki desain sederhana dengan bilah-bilah berbentuk setengah silinder yang dipasang secara simetris (Fossas and Olivar, 1996). Kelebihan utama dari turbin ini adalah kemampuannya untuk beroperasi dengan efisien pada kecepatan angin yang rendah, menjadikannya sangat cocok untuk digunakan di daerah dengan sumber daya angin yang terbatas. Selain itu, biaya pembuatan dan perawatannya relatif lebih rendah dibandingkan dengan turbin angin lainnya, sehingga dapat menjadi solusi yang lebih ekonomis dalam pengembangan pembangkit listrik tenaga angin skala kecil.

Namun, meskipun memiliki berbagai kelebihan, sistem pembangkit listrik yang menggunakan turbin angin tipe Savonius masih menghadapi beberapa tantangan teknis. Salah satu tantangan utama adalah fluktuasi tegangan yang dihasilkan oleh generator yang terhubung dengan turbin angin. Tegangan yang tidak stabil dapat menyebabkan masalah dalam pemanfaatan energi listrik tersebut untuk aplikasi praktis (HAKIM, 2022). Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pengaturan tegangan yang efektif untuk menstabilkan keluaran listrik dari turbin angin. Dalam hal ini, penggunaan buck converter sebagai pengatur tegangan DC-DC menjadi solusi yang banyak diterapkan.

Boost converter adalah sebuah rangkaian elektronik yang berfungsi untuk menaikkan tegangan DC dari level yang lebih rendah ke level yang lebih tinggi dan lebih stabil. Prinsip kerja *boost converter* melibatkan pengaturan waktu pengalihan (switching) dan penyimpanan energi dalam komponen induktor serta kapasitor.

Salah satu parameter kunci yang mempengaruhi kinerja *boost converter* adalah rasio induktansi, yaitu perbandingan antara nilai induktor dan parameter lain dalam rangkaian (Hidayanti, 2021). Nilai induktansi yang dipilih akan menentukan seberapa besar tegangan ripple yang muncul pada tegangan keluaran converter. Tegangan ripple yang terlalu tinggi dapat mengurangi efisiensi sistem dan mengganggu stabilitas peralatan listrik yang terhubung.

Studi tentang pengaruh rasio induktansi terhadap tegangan ripple pada *DC-DC converter* menjadi sangat relevan dalam konteks sistem energi terbarukan, terutama untuk aplikasi turbin angin tipe Savonius. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana variasi rasio induktansi dapat mempengaruhi karakteristik tegangan ripple yang dihasilkan oleh buck converter, sehingga dapat memberikan panduan dalam pemilihan nilai induktansi yang optimal (I Made Agus, 2022). Dengan pemilihan induktansi yang tepat, diharapkan tegangan output dari sistem dapat lebih stabil dan sesuai dengan standar kebutuhan listrik, yang pada akhirnya akan meningkatkan efisiensi dan kehandalan sistem pembangkit listrik tenaga angin.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi energi terbarukan, khususnya di bidang pembangkitan listrik skala kecil yang menggunakan energi angin. Dengan memahami pengaruh rasio induktansi terhadap tegangan ripple, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam merancang *boost converter* yang lebih efisien untuk aplikasi energi terbarukan. Selain itu, penelitian ini juga mendukung upaya peningkatan penggunaan energi angin di Indonesia, yang dapat membantu mengurangi emisi karbon dan memperkuat ketahanan energi nasional melalui diversifikasi sumber energi.

1.2 Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan di atas, pada penelitian sebelumnya belum menganalisis pengaruh rasio induktansi terhadap tegangan ripple pada *dc-dc converter* dalam sistem turbin angin tipe savonius. Sehingga Masalah Penelitian adalah bagaimana pengaruh variasi rasio induktansi terhadap tegangan ripple yang dihasilkan oleh *dc-dc converter* pada sistem pembangkit listrik tenaga angin tipe Savonius?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan Untuk menganalisis dan menentukan pengaruh rasio induktansi terhadap tegangan ripple pada *dc-dc converter*, sehingga dapat memperoleh konfigurasi yang optimal dalam menstabilkan tegangan keluaran sistem pembangkit listrik tenaga angin tipe Savonius.

1.4 Batasan Masalah

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

Penelitian ini hanya akan fokus pada analisis pengaruh variasi rasio induktansi terhadap tegangan ripple pada *dc-dc converter* dalam sistem pembangkit listrik tenaga angin tipe Savonius.

1. Sistem turbin angin yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe Savonius, yang dirancang untuk beroperasi pada kecepatan angin rendah hingga sedang.
2. Pengujian akan dilakukan pada model *dc-dc converter* yang dirancang khusus untuk aplikasi skala kecil dengan rentang tegangan dan arus tertentu, sesuai

dengan keluaran generator yang dihubungkan dengan turbin angin tipe Savonius.

3. Pengaruh parameter lain seperti kapasitas penyimpanan energi pada kapasitor, frekuensi switching, atau efisiensi komponen *boost converter* tidak menjadi fokus utama dalam penelitian ini dan akan dianggap konstan selama pengujian.
4. Penelitian ini tidak mencakup analisis kondisi lingkungan eksternal seperti variasi kecepatan angin secara ekstrem atau efek perubahan temperatur pada sistem.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat untuk Peneliti

Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan pengetahuan mengenai karakteristik *dc-dc converter*, khususnya pengaruh rasio induktansi terhadap tegangan ripple pada aplikasi energi terbarukan. Hasilnya dapat menjadi referensi bagi peneliti lain yang mendalami topik konversi energi atau pengaturan tegangan pada sistem pembangkit listrik.

2. Manfaat untuk Kampus

Penelitian ini dapat meningkatkan kontribusi kampus dalam inovasi teknologi energi terbarukan. Selain itu, penelitian ini memperkaya literatur akademik yang dapat digunakan oleh dosen dan mahasiswa dalam pembelajaran serta penelitian terkait energi terbarukan.

3. Manfaat untuk Masyarakat

Hasil penelitian ini mendukung pengembangan sistem energi yang lebih efisien dan stabil, sehingga dapat menyediakan solusi energi bersih dan terjangkau bagi masyarakat, khususnya di daerah yang bergantung pada energi terbarukan.

4. Manfaat untuk PLN

Penelitian ini memberikan wawasan teknis untuk PLN dalam meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem energi terbarukan. Dengan rekomendasi teknis yang dihasilkan, PLN dapat memanfaatkan desain buck converter untuk mendukung stabilitas jaringan listrik berbasis energi angin.