

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan energi yang terus meningkat serta kebutuhan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca mendorong pengembangan dan penerapan sumber energi terbarukan. Energi terbarukan tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang persediaannya semakin menipis (Yang, Ye and Liu, 2007). Salah satu sumber energi terbarukan yang banyak dimanfaatkan adalah energi angin. Energi ini dihasilkan dari angin yang menggerakkan turbin, dan diubah menjadi energi listrik.

Di antara berbagai jenis turbin angin yang tersedia, turbin angin Savonius merupakan salah satu yang banyak dipilih karena desainnya yang sederhana, biaya pembuatan yang relatif rendah, dan kemampuannya untuk beroperasi pada kecepatan angin rendah hingga sedang. Karakteristik ini menjadikannya cocok untuk aplikasi di daerah perkotaan atau daerah dengan angin yang tidak terlalu kuat (Wiryajati, Satiawan and Suksmadana, no date).

Turbin Savonius bekerja dengan memanfaatkan gaya angin yang mengenai bilah-bilah turbin, sehingga memutar rotor untuk menghasilkan energi mekanis yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik melalui generator. Namun, untuk memastikan agar energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan secara efisien dan sesuai dengan kebutuhan, diperlukan komponen tambahan dalam sistem seperti konverter daya. Salah satu konverter daya yang banyak digunakan dalam sistem energi terbarukan adalah *buck converter*. *Buck converter* adalah konverter tegangan

DC-DC yang berfungsi untuk menurunkan tegangan input yang lebih tinggi menjadi tegangan output yang lebih rendah dan stabil sesuai dengan kebutuhan beban(UNO). Kemampuan *buck converter* dalam mengatur tegangan sangat penting untuk memastikan bahwa perangkat elektronik atau sistem penyimpanan energi yang terhubung dengan turbin angin mendapatkan suplai tegangan yang stabil dan optimal.

Namun, dalam operasinya, kinerja buck converter dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor eksternal, salah satunya adalah variasi beban. Variasi beban dapat menjadi kendala dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem energi terbarukan secara keseluruhan(Ufairah, Farhan and Hidayat, 2022).

Variasi beban merujuk pada perubahan konsumsi daya oleh perangkat atau sistem yang terhubung ke sumber listrik. Dalam konteks sistem konversi daya, seperti *buck converter*, variasi beban memengaruhi kinerja sistem secara signifikan. Perubahan arus yang ditarik oleh beban akibat penambahan, pengurangan, atau perubahan sifat beban dapat menyebabkan fluktuasi tegangan keluaran. Kondisi ini menjadi tantangan utama bagi perangkat konverter daya, terutama dalam aplikasi yang membutuhkan stabilitas tegangan tinggi. (Tuapetel *et al.*, 2019).

Regulasi tegangan adalah kemampuan sistem untuk menjaga tegangan keluaran tetap stabil meskipun terjadi variasi beban atau fluktuasi tegangan masukan. Regulasi tegangan yang baik merupakan salah satu indikator utama keberhasilan sistem *buck converter* dalam menghadapi perubahan beban. Dalam situasi di mana variasi beban sering terjadi, seperti pada sistem turbin angin Savonius yang mengandalkan sumber energi yang tidak stabil, regulasi tegangan yang efektif

menjadi sangat penting untuk memastikan daya keluaran berkualitas tinggi dan kompatibel dengan perangkat pengguna (Syamsul, 2023).

1.2 Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan di atas, masalah penelitian ini adalah Bagaimana pengaruh variasi beban terhadap regulasi tegangan keluaran pada *buck converter* yang diintegrasikan dengan sistem turbin angin Savonius?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk menganalisis pengaruh variasi beban terhadap regulasi tegangan keluaran pada *buck converter* yang diintegrasikan dengan sistem turbin angin Savonius.

1.4 Batasan Masalah

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

1. Jenis Beban

Penelitian ini hanya akan fokus pada variasi beban resistif dan beban induktif yang umum digunakan dalam sistem energi terbarukan, tanpa mencakup beban non-linier atau beban yang sangat spesifik. Beban yang dimaksud adalah beban listrik yang terhubung langsung ke keluaran *buck converter* dari turbin angin Savonius.

2. Pengaruh Variasi Beban pada Tegangan Keluaran

Penelitian ini hanya akan menganalisis pengaruh variasi beban terhadap stabilitas tegangan keluaran pada *buck converter*, tanpa memperhitungkan faktor-faktor lain seperti kualitas daya atau harmonisa yang dihasilkan oleh konverter.

3. Sistem yang Digunakan

Penelitian ini akan menggunakan sistem turbin angin Savonius yang telah terintegrasi dengan *buck converter* untuk menurunkan tegangan. Variasi beban akan diuji dalam konteks sistem ini, dengan asumsi bahwa karakteristik turbin angin Savonius mengikuti pola produksi daya berdasarkan kecepatan angin yang fluktuatif.

4. Kondisi Operasi *Buck Converter*

Penelitian ini hanya akan membahas *buck converter* dengan pengaturan kontrol dasar (misalnya kontrol PWM) dan tidak akan mencakup sistem kontrol canggih atau teknik pengendalian adaptif yang mungkin digunakan untuk meningkatkan stabilitas sistem.

5. Analisis Terbatas pada Pengaruh Variasi Beban

Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh variasi beban terhadap regulasi tegangan pada *buck converter*, tanpa mengeksplorasi aspek-aspek lain dari efisiensi energi atau optimasi komponen sistem (seperti induktor atau kapasitor) yang digunakan dalam *buck converter*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat untuk Peneliti

- a. Memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh variasi beban terhadap regulasi tegangan pada *buck converter* dalam sistem turbin angin Savonius, sehingga memperkaya pengetahuan peneliti di bidang energi terbarukan dan konversi daya.

- b. Menjadi referensi bagi penelitian lanjutan yang berkaitan dengan optimasi sistem pembangkitan energi angin dan pengembangan teknologi buck converter dalam aplikasi yang lebih luas.
- c. Meningkatkan kemampuan dan kompetensi peneliti dalam melakukan analisis teknis, eksperimen, dan pengembangan solusi teknologi dalam bidang energi terbarukan.

2. Manfaat untuk Universitas

- a. Meningkatkan reputasi universitas dalam bidang penelitian energi terbarukan dan teknologi konversi daya dengan menghasilkan karya ilmiah yang berkontribusi pada pengembangan sistem pembangkitan energi yang lebih efisien dan stabil.
- b. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan kurikulum dan materi ajar yang lebih relevan, terutama di bidang teknik elektro dan energi terbarukan, dengan memasukkan temuan-temuan terbaru dari penelitian ini.
- c. Mendorong kolaborasi dengan lembaga riset, industri, dan pemerintah dalam upaya pengembangan sistem energi terbarukan yang berkelanjutan.

3. Manfaat untuk PLN

- a. Memberikan wawasan baru bagi PLN dalam hal stabilitas dan efisiensi sistem energi terbarukan, khususnya dalam integrasi turbin angin Savonius dengan *buck converter* pada skala kecil.
- b. Menyediakan informasi terkait regulasi tegangan yang dapat diterapkan dalam sistem pembangkitan energi angin untuk mendukung keberlanjutan

dan stabilitas jaringan listrik di daerah-daerah terpencil atau yang belum terjangkau oleh jaringan listrik utama.

- c. Menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut terkait implementasi turbin angin dalam sistem pembangkitan energi terbarukan yang lebih terintegrasi dengan infrastruktur listrik nasional.

4. Manfaat untuk Masyarakat

- a. Meningkatkan akses masyarakat terhadap energi terbarukan yang lebih stabil dan efisien, terutama di daerah-daerah yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional, dengan memanfaatkan turbin angin Savonius yang lebih murah dan ramah lingkungan.
- b. Memberikan kontribusi dalam upaya mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan mendorong penggunaan energi bersih, yang dapat berkontribusi pada pengurangan dampak perubahan iklim.
- c. Memberikan solusi praktis bagi masyarakat yang membutuhkan sumber daya listrik yang lebih mandiri dan berkelanjutan melalui penerapan teknologi turbin angin dengan sistem konversi daya yang lebih stabil dan efisien