

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap perubahan iklim serta urgensi dalam mengurangi emisi karbon yang dihasilkan oleh energi fosil, pemanfaatan energi terbarukan mengalami perkembangan pesat dan semakin dibutuhkan (Doloksaribu dkk., 2024). Penggunaan energi terbarukan saat ini menyumbang sekitar 19,3% dari konsumsi energi global dan berpotensi mengurangi emisi karbon hingga 8,2% pada tahun 2050 (Singh dkk., 2019). Salah satu sumber energi terbarukan yang potensial adalah energi angin, terutama untuk wilayah dengan kecepatan angin yang memadai.

Turbin angin skala mikro yang dirancang untuk beroperasi dalam kondisi kecepatan angin rendah menjadi solusi yang menarik untuk penggunaan skala kecil, seperti pengisian baterai dan penyediaan daya secara mandiri, khususnya pada daerah terpencil atau lokasi dengan akses terbatas ke jaringan listrik utama (Huda & Kurniawan, 2023). Namun, untuk memaksimalkan potensi energi yang dihasilkan oleh turbin angin, sistem pengendalian daya yang efisien sangat diperlukan.

Salah satu sistem pengendalian daya pada energi terbarukan adalah *Solar Charge Controller* (SCC) yang umumnya digunakan untuk mengatur pengisian baterai dari sumber energi surya (Liestyowati dkk., 2022). SCC dapat membantu mengatasi masalah *intermittency* (tidak konsisten) yang sering dihadapi oleh sumber energi terbarukan seperti turbin angin skala mikro. SCC berperan dalam mengatur aliran energi dari turbin angin ke baterai penyimpanan, mencegah terjadinya *overcharging*, serta mengoptimalkan proses pengisian daya (Tan dkk., 2020).

SCC dilengkapi dengan teknologi *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) yang memungkinkan sistem pengendalian daya untuk beroperasi pada titik daya maksimum dalam kondisi energi yang bervariasi sehingga efisiensi pengisian baterai dapat meningkat (Wijanarko & Faizi, 2024). SCC memiliki potensi besar untuk mengoptimalkan efisiensi pengisian energi pada turbin angin skala mikro,

tetapi diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami kinerjanya secara mendalam.

Studi literatur telah dilakukan untuk mengkaji kinerja SCC pada turbin angin skala mikro. Penelitian-penelitian ini umumnya membahas mengenai kinerja SCC pada panel surya dan sistem hibrida. Penelitian oleh Ratnani & Joshi (2021) mengungkapkan bahwa SCC yang berfungsi secara efisien dapat mengoptimalkan penyimpanan energi yang dihasilkan oleh turbin angin dan panel surya sehingga meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem hibrida.

Penelitian oleh Alwanahda (2022) mengenai implementasi SCC pada turbin angin skala mikro dengan metode simulasi menggunakan aplikasi PSIM untuk permodelan sistem kendali menunjukkan bahwa penggunaan SCC dapat meningkatkan efisiensi pengisian baterai secara signifikan. Kelemahan dari penelitian ini yaitu hanya berfokus pada simulasi permodelan kontrol dan tidak melakukan pengujian secara langsung di lapangan.

Penelitian oleh Hasan & Altinoluk (2023) memberikan gambaran umum tentang prospek *controller* baterai dalam sistem fotovoltaik surya untuk masa kini dan masa yang akan datang. Hasil penelitian menunjukkan SCC dengan kemampuan MPPT secara signifikan meningkatkan efisiensi pengisian baterai dibandingkan dengan *controller* konvensional. Kelemahan dari penelitian ini yaitu hanya mengandalkan perbandingan teoritis sehingga terdapat kurangnya data empiris dari pengujian lapangan.

Penelitian ini berfokus pada analisis efisiensi sistem SCC pada turbin angin skala mikro berdasarkan parameter kecepatan angin, tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan. Selain itu, penelitian ini juga membandingkan kinerja SCC dan *Wind Charge Controller* (WCC) sebagai *controller* konvensional yang bertujuan untuk menilai keunggulan dari masing-masing *controller* serta mengevaluasi teknologi yang lebih sesuai untuk diimplementasikan pada sistem turbin angin skala mikro.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana efisiensi sistem VAWT menggunakan SCC dibandingkan dengan WCC?
2. Bagaimana kinerja pengisian baterai menggunakan SCC dibandingkan dengan WCC?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Menganalisis efisiensi sistem VAWT menggunakan SCC dibandingkan dengan WCC.
2. Mengetahui kinerja pengisian baterai menggunakan SCC dibandingkan dengan WCC.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Penelitian ini secara khusus membahas efisiensi SCC dalam sistem pengisian energi yang berasal dari turbin angin skala mikro.
2. Penelitian ini dibatasi pada analisis dua buah VAWT yang dirancang untuk aplikasi lokal.
3. Data efisiensi didapatkan dari pengukuran yang berfokus pada variabel yang spesifik, seperti kecepatan angin, tegangan, arus, dan daya output selama proses pengisian.
4. Penelitian ini dilakukan secara spesifik di PT Lentera Bumi Nusantara yang memiliki karakteristik angin tertentu, sesuai dengan penerapan turbin angin skala mikro.
5. Penelitian ini tidak melibatkan teknologi lain selain SCC dan WCC dalam rangka menawarkan analisis yang lebih fokus terhadap kedua sistem tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan wawasan mengenai efisiensi SCC pada turbin angin skala mikro.
2. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi kontrol energi terbarukan, khususnya dalam aplikasi turbin angin skala mikro.

3. Memberikan rekomendasi implementasi *controller* yang lebih efisien untuk turbin angin skala mikro.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun dalam lima bab utama yang saling berkaitan secara terstruktur agar memudahkan pembaca dalam memahami keseluruhan isi penelitian. Setiap bab memiliki fungsi dan pembahasan tersendiri yang disesuaikan dengan alur penelitian, dimulai dari latar belakang masalah hingga kesimpulan dan saran.

Bab 1 merupakan bab pendahuluan yang berisi uraian umum mengenai latar belakang penelitian, yaitu alasan mendasar pentingnya topik yang dikaji. Pada bab ini juga dijelaskan rumusan masalah yang menjadi fokus penelitian, tujuan yang ingin dicapai dari penelitian, batasan masalah yang digunakan, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi.

Bab 2 memuat kajian pustaka yang menyajikan landasan teoritis dan tinjauan penelitian terdahulu yang relevan. Bab ini mencakup pembahasan mengenai teori-teori dasar yang mendukung penelitian, termasuk konsep turbin angin skala mikro, prinsip kerja SCC, dan *controller* konvensional.

Bab 3 menjelaskan secara rinci metode penelitian yang digunakan dalam proses pengumpulan dan analisis data. Bab ini juga mencakup sumber data, tahapan penelitian, serta berbagai instrumen yang digunakan pada penelitian. Metode penelitian ini disusun agar dapat menjawab rumusan masalah secara sistematis dan menghasilkan data yang valid.

Bab 4 berisi hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan. Pada bab ini, data-data hasil pengujian yang diperoleh di lapangan disajikan dalam bentuk tabel, grafik, ataupun narasi yang kemudian dianalisis secara mendalam untuk menilai efisiensi SCC dalam sistem turbin angin skala mikro.

Bab 5 merupakan bab penutup yang memuat kesimpulan berdasarkan hasil analisis penelitian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Bab ini juga memuat saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.