

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Agar kehidupan manusia dapat berkembang di Bumi, diperlukan energi. Ada dua kategori sumber energi yaitu, terbarukan dan tidak terbarukan. Namun, meningkatnya permintaan energi tidak dapat dibandingkan dengan sumber energi tak terbarukan seperti bahan bakar fosil. Menurut Arifin Tasrif, Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Indonesia, mengklaim bahwa “cadangan energi bahan bakar fosil negara tersebut dapat habis selama 15 tahun ke depan” pada acara Dies Natalis UNP ke-68 di Padang (Fajar, 2022). Menggunakan sumber energi yang diperbaharui, contohnya energi angin, merupakan alternatif untuk mengatasi permasalahan krisis energi ini.

Sumber energi terbarukan, seperti tenaga angin, baik untuk lingkungan dan dapat digunakan tanpa batas waktu untuk menyediakan listrik. Menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), dengan kecepatan angin rata-rata sekitar 3 m/detik hingga 4 m/detik, Indonesia memiliki potensi energi angin yang signifikan.

Turbin angin dapat digunakan dengan memanfaatkan tenaga angin untuk mengubah energi angin menjadi energi listrik. Meskipun pembangkit listrik tenaga angin memiliki keuntungan, terdapat pula masalah dalam kualitas daya listriknya, seperti penyimpangan tegangan, arus, dan frekuensi.

Dalam hal ini, peneliti menggunakan Matlab Simulink sebagai strategi dalam membangun model pembangkit listrik tenaga angin untuk membuat model pembangkit listrik, khususnya pembangkit listrik tenaga angin. Matlab adalah salah satu program yang sering digunakan untuk menangani bilangan dan bahasa pemrograman, khususnya dalam analisis data, pengembangan algoritma, dan pemodelan aplikasi.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan Matlab Simulink untuk membuat pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dan

mensimulasikannya serta menganalisis dan mengambil data dari hasil uji coba pemodelan tersebut.

Berdasarkan Penelitian yang dilakukan Rudy Gianto pada Tahun 2022 (Gianto, Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang Berbasis DFIG untuk Analisis Aliran Daya, 2022) yang berjudul **“Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang Berbasis DFIG untuk Analisis Aliran Daya”** yang menyimpulkan bahwa telah diusulkan model Pembangkit Listrik Tenaga Angin berbasis DFIG untuk analisis aliran daya pada sistem distribusi tenaga listrik. Model ini didasarkan pada rumusan daya dari Pembangkit Listrik Tenaga Angin, seperti daya turbin, daya rotor dan stator DFIG, serta keluaran daya listrik dari Pembangkit. Model ini dapat diterapkan pada berbagai mode operasi faktor daya DFIG, termasuk faktor daya satu, mendahului, dan terbelakang. Untuk memverifikasi model tersebut, studi kasus dilakukan dengan menerapkan model pada sistem distribusi 69-bus^[1].

Pada Penelitian yang dilakukan Muslim Nuryogi dan Subiyanto pada Tahun 2019 (Nuryogi & Subiyanto, 2019) dengan judul **“Perfoma Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Terhubung Grid Pada Pembebanan Dinamis”** yang menjelaskan Penelitian ini menggunakan Power Simulator (PSIM) untuk memodelkan dan mensimulasikan PLTB terhubung ke grid dengan rating daya 28 kW pada pembebanan dinamis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa PLTB terhubung grid pada pembebanan dinamis memiliki performa baik. Saat diuji pada beban dinamis, sistem menghasilkan daya maksimum yang lebih besar daripada beban yang disuplai, dan kelebihan daya dapat disalurkan ke grid. Namun, jika beban lebih besar dari daya yang dihasilkan PLTB, grid akan menangani kekurangan daya tersebut^[2].

Berdasarkan Penelitian yang dilakukan Rudy Gianto pada Tahun 2019 (Gianto, Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Kecepatan Tetap Untuk Analisis Aliran Daya, 2019) yang berjudul **“Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Kecepatan Tetap Untuk Analisis Aliran Daya”** yang menjelaskan model yang diusulkan berasal dari rangkaian ekuivalen keadaan mantap generator induksi yang digunakan oleh Pembangkit Listrik Tenaga

Angin. Model matematik ini kemudian dimasukkan ke dalam analisis aliran daya untuk mengevaluasi operasi sistem secara keseluruhan, termasuk PLT angin. Hasil pengujian mengkonfirmasi kevalidan model PLT angin yang diusulkan, sehingga model ini dapat digunakan untuk mengintegrasikan PLT angin pada analisis aliran daya sistem tenaga listrik^[3].

Pada Penelitian yang dilakukan Hilmansyah, Risty Jayanti Yuniar, Ramli pada Tahun 2017 (Hilmansyah, Yuniar, & Ramli, 2017) dengan judul **“Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Kendali PI”** yang menyimpulkan bahwa pada generator induksi turbin angin dikontrol dalam penelitian ini dengan menggunakan kontrol PI (Proportional Integral). K_p (pengontrol proporsional) dan k_i (pengontrol integral) adalah parameter yang digunakan. Melalui proses trial and error dan beberapa pengujian, nilai k_p dan k_i terbukti sesuai^[4].

Dan berdasarkan Penelitian yang dilakukan Subrata pada Tahun 2019 (Subrata, 2014) yang berjudul **“Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Angin 1 kW Berbantuan Simulink Matlab”** yang menyimpulkan bahwa melalui pemodelan, generator yang berputar pada putaran 53,53 Rpm dan menghasilkan torsi 3,176 Nm menghasilkan daya listrik sebesar 8,093 Watt dengan kecepatan angin rendah 1 m/s. Daya listrik yang dihasilkan meningkat menjadi 1000 Watt pada kecepatan generator 450 Rpm dan torsi sebesar 31,5 Nm pada kecepatan angin maksimum 14 m/s. Ketika kecepatan angin pada beban berkisar antara 1 m/detik hingga 14 m/s, pemodelan buck converter dan voltage regulator menunjukkan bahwa tegangan rms beban mencapai rata-rata 220 volt dengan frekuensi 50 Hz, dan rata-rata Distorsi Harmonik Total (THD) sebesar 3,185%. Metode analisis dan simulasi bervariasi sebesar 1,352% dalam ketidaktepatan^[5].

Berdasarkan dari penelitian di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pengujian simulasi pemodelan pada suatu pembangkit listrik tenaga angin dengan terhubung ke jaringan *grid* perlu diperhatikan jenis turbin angin dan generator yang dapat mempengaruhi kinerja serta efisiensi pada pembangkit tersebut.

Dalam hal ini maka penulis mengambil judul **“Pemodelan dan Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Sistem *On-Grid* Menggunakan Matlab Simulink”**.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan merujuk pada latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat dirumuskan suatu permasalahan yang akan diteliti, yakni:

1. Berapa hasil daya turbin angin menggunakan kecepatan angin bervariasi?
2. Bagaimana karakteristik turbin angin menggunakan kecepatan angin bervariasi?
3. Berapa nilai tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan generator menggunakan kecepatan angin bervariasi?
4. Bagaimana nilai faktor daya dan efisiensi dari sistem PLTB *on-grid* menggunakan kecepatan angin bervariasi?

1.3. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan masalah yang dirumuskan, maka tujuan penelitian adalah:

1. Untuk mengetahui hasil daya turbin angin menggunakan kecepatan angin bervariasi.
2. Untuk mengetahui karakteristik turbin angin menggunakan kecepatan angin bervariasi.
3. Untuk mengetahui hasil tegangan, arus, dan daya pada generator menggunakan kecepatan angin bervariasi.
4. Untuk mengetahui faktor daya dan besarnya efisiensi dari sistem PLTB *on-grid*.

1.4. Batasan Masalah

Agar mendapatkan pembahasan yang fokus dan menghindari perluasan masalah, peneliti perlu menetapkan batasan pada topik yang akan dijelaskan. Dalam hal ini, batasan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Sistem menggunakan turbin angin sumbu vertikal dan generator sinkron magnet permanen pada pemodelan.
2. Menggunakan kecepatan angin 3 m/detik – 7 m/detik di Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, Jakarta.
3. Hanya menggunakan sudut kelengkungan (*pitch*) 0° pada bilah.
4. Hanya menggunakan beban resistansi pada percobaan simulasi.
5. Tidak membahas spesifikasi bilah turbin angin dan generator pada penelitian ini.
6. Hanya membahas pemodelan PLTB sistem *On-Grid* secara umum dengan keluaran generator berupa sistem tegangan bolak-balik.
7. Tidak membahas sistem penyimpanan energi seperti baterai, hanya fokus pada pemodelan PLTB sistem on-grid.
8. Simulasi menggunakan Matlab Simulink versi 9.4 R2018a.

1.5. Manfaat Penelitian

Berikut adalah beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini:

1. Harapannya, penelitian ini mampu memberikan pengetahuan yang luas kepada masyarakat dan mahasiswa, serta berkontribusi dalam mengembangkan cara pandang terhadap pembangkit listrik tenaga angin.
2. Untuk mempermudah bila ingin merancang PLTB dan dapat dijadikan sebagai perbandingan dari pemodelan dengan sistem yang sebenarnya.
3. Bisa menjadi acuan atau referensi bagi penelitian selanjutnya terkait Pemodelan PLTB sistem *On-Grid*.

1.6. Sistematika Penulisan

Berikut adalah penjelasan mengenai tata cara penulisan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Bab I. Pendahuluan

Pada bagian Bab 1 membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan juga manfaat penelitian.

2. Bab II. Tinjauan Pustaka

Bab ini akan mengupas landasan teori yang menjadi dasar dalam penelitian serta penyusunan proposal ini.

3. Bab III. Metodologi Penelitian

Bab ini akan menguraikan metode dan langkah-langkah yang dilaksanakan dalam Penelitian ini..

4. Bab IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada Bab ini berisi tentang hasil data-data yang telah dikumpulkan dan juga pembahasan mengenai data yang telah dianalisis atau telah diolah.

5. Bab V. Kesimpulan dan Saran

Pada Bab ini berisikan kesimpulan dan saran sesuai hasil pengolahan data dan analisis pada Bab sebelumnya.

