

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan masyarakat modern. Hampir semua aktivitas manusia, baik di sektor industri, komersial, maupun rumah tangga, bergantung pada ketersediaan listrik yang memadai. Dengan perkembangan teknologi dan pertumbuhan ekonomi yang pesat, kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menunjukkan bahwa pada tahun 2022, konsumsi listrik nasional meningkat lebih dari 7,78% dibandingkan tahun sebelumnya, dan tren ini diperkirakan akan berlanjut di masa mendatang. Peningkatan ini menyebabkan tekanan pada pasokan listrik yang sebagian besar masih bergantung pada sumber energi fosil seperti batu bara, gas alam, dan minyak bumi (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2025).

Namun, penggunaan bahan bakar fosil untuk pembangkitan energi listrik memiliki dampak lingkungan yang signifikan. Pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂), yang berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim. Seiring meningkatnya kesadaran akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan dan mengurangi emisi karbon, muncul dorongan kuat untuk mencari sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil adalah dengan memanfaatkan energi terbarukan.

Energi terbarukan merupakan sumber energi yang dapat diperbarui atau tidak akan habis, seperti energi matahari, angin, air, dan panas bumi. Di Indonesia, sumber energi terbarukan ini memiliki potensi yang besar karena kondisi geografis yang mendukung, mulai dari sinar matahari yang melimpah sepanjang tahun hingga angin yang stabil di beberapa wilayah. Namun, pemanfaatan energi terbarukan masih terkendala oleh keterbatasan teknologi, biaya investasi yang tinggi, dan kurangnya infrastruktur yang mendukung. Di

antara berbagai jenis energi terbarukan, energi angin menjadi salah satu opsi yang semakin menarik untuk dikembangkan. Pemanfaatan energi angin untuk pembangkit listrik telah lama digunakan di beberapa negara maju, terutama di kawasan Eropa dan Amerika Utara. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) adalah pembangkit listrik yang mengonversi energi kinetik dari angin menjadi energi listrik melalui turbin angin. Energi angin memiliki keuntungan karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca dan dapat diintegrasikan dengan baik ke dalam sistem kelistrikan yang ada. Selain itu, PLTB memiliki fleksibilitas untuk dibangun di berbagai lokasi, baik di darat (onshore) maupun di laut (offshore) (Syakirman, 2018).

Potensi energi angin di Indonesia sebenarnya cukup signifikan, terutama di wilayah-wilayah tertentu dengan kecepatan angin yang konsisten (Hasibuan, 2021). Berdasarkan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), beberapa wilayah di Indonesia memiliki kecepatan angin rata-rata yang cukup tinggi, sehingga memungkinkan untuk mengembangkan PLTB. Salah satu lokasi potensial yang memiliki karakteristik angin yang cukup stabil adalah Desa Sekidang, Kecamatan Sambeng, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Desa ini memiliki area persawahan yang luas dan terbuka, yang merupakan lokasi ideal untuk menangkap aliran angin tanpa banyak hambatan dari struktur bangunan atau pepohonan tinggi. Selain itu, Desa Sekidang juga memiliki jarak yang relatif dekat dengan jaringan listrik utama, sehingga memudahkan integrasi PLTB ke dalam sistem distribusi listrik lokal.

Namun, sebelum pembangunan PLTB dapat direalisasikan, diperlukan analisis perencanaan yang mendalam untuk memastikan kelayakan teknis dan ekonomi dari proyek ini. Perencanaan PLTB tidak hanya melibatkan analisis potensi angin di lokasi tersebut, tetapi juga mempertimbangkan aspek-aspek seperti kapasitas pembangkitan, biaya investasi, biaya operasi dan pemeliharaan, serta perkiraan pendapatan yang akan diperoleh dari penjualan listrik. Dalam konteks ini, aplikasi HOMER Energy menjadi alat yang sangat berguna dalam melakukan simulasi dan analisis perencanaan PLTB.

HOMER Energy adalah perangkat lunak simulasi yang dikembangkan oleh National Renewable Energy Laboratory (NREL) di Amerika Serikat.

Aplikasi ini dirancang khusus untuk menganalisis sistem energi terbarukan dan hibrida dengan mempertimbangkan aspek teknis, ekonomi, dan operasional. HOMER Energy memungkinkan pengguna untuk memodelkan berbagai jenis pembangkit listrik, termasuk PLTB, serta mengoptimalkan konfigurasi sistem berdasarkan kriteria biaya dan kinerja. Melalui simulasi yang dilakukan dengan HOMER Energy, perencanaan PLTB di Desa Sekidang dapat dianalisis secara komprehensif untuk menentukan skenario yang paling efisien dan menguntungkan.

Pemilihan aplikasi HOMER Energy dalam penelitian ini didasari oleh beberapa keunggulan yang dimilikinya. Pertama, HOMER Energy dapat menangani berbagai jenis data masukan, termasuk data kecepatan angin, data teknis dari komponen turbin angin, serta parameter ekonomi seperti biaya investasi dan tingkat diskonto. Kedua, aplikasi ini menyediakan fitur simulasi yang memungkinkan pengguna untuk melihat variasi kinerja sistem berdasarkan kondisi cuaca atau kebutuhan listrik yang berbeda. Ketiga, HOMER Energy dapat melakukan analisis sensitivitas, yang berguna untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang paling mempengaruhi kinerja dan kelayakan ekonomi PLTB di lokasi penelitian. Keunggulan-keunggulan ini membuat HOMER Energy menjadi alat yang ideal untuk menganalisis perencanaan PLTB di Desa Sekidang (Ariaga, 2020).

Penggunaan PLTB di area persawahan Desa Sekidang diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat bagi masyarakat dan lingkungan. Dari segi ekonomi, PLTB dapat menyediakan pasokan listrik yang lebih stabil di desa tersebut, yang pada gilirannya dapat mendukung perkembangan ekonomi lokal. Selain itu, dengan adanya PLTB, desa ini dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang mahal dan berpolusi. Dari segi lingkungan, penggunaan energi angin untuk pembangkit listrik tidak menghasilkan emisi karbon, sehingga dapat membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan demikian, proyek PLTB di Desa Sekidang berpotensi untuk menjadi model percontohan bagi pengembangan energi terbarukan di desa-desa lain di Indonesia.

Namun, pengembangan PLTB juga memiliki tantangan dan risiko yang perlu diperhatikan. Salah satu tantangan utama adalah fluktuasi kecepatan angin, yang dapat mempengaruhi output listrik dari PLTB. Di wilayah dengan kecepatan angin yang tidak konsisten, diperlukan teknologi penyimpanan energi atau sistem cadangan untuk menjaga ketersediaan listrik. Selain itu, biaya investasi awal untuk pembangunan PLTB relatif tinggi dibandingkan dengan pembangkit listrik konvensional, sehingga diperlukan perencanaan keuangan yang matang untuk memastikan keberlanjutan proyek. Tantangan lain yang mungkin muncul adalah dampak visual dan kebisingan dari turbin angin, yang dapat mengganggu kenyamanan masyarakat sekitar. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis dampak lingkungan dan sosial dalam perencanaan PLTB.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini akan difokuskan pada analisis perencanaan PLTB di Desa Sekidang menggunakan aplikasi HOMER Energy. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi energi angin di lokasi tersebut, menganalisis kelayakan teknis dan ekonomi dari proyek PLTB, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dan efisiensi sistem. Diharapkan bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan energi terbarukan di Indonesia, serta menjadi referensi bagi pihak-pihak yang tertarik untuk mengembangkan PLTB di daerah lain yang memiliki kondisi geografis serupa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, penelitian ini merumuskan beberapa pertanyaan masalah sebagai berikut:

1. Apakah potensi angin di area persawahan dan di pemukiman desa Sekidang memenuhi syarat untuk menjadi sumber energi listrik yang layak?
2. Bagaimana cara menentukan komponen-komponen yang tepat dalam merencanakan PLTB di area persawahan dan di pemukiman desa Sekidang berdasarkan potensi anginnya?

3. Seberapa besar kapasitas energi listrik yang dapat dihasilkan oleh PLTB di area persawahan dan di pemukiman desa Sekidang?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini bertujuan untuk memahami cara kerja PLTB dalam mengonversi energi angin menjadi energi listrik. Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, penelitian ini memiliki tujuan khusus sebagai berikut:
 - a. Melakukan analisis terhadap potensi energi angin di area persawahan dan di pemukiman Desa Sekidang untuk pengembangan PLTB menggunakan perangkat lunak HOMER Energy.
 - b. Memperoleh informasi dan faktor-faktor yang mendukung pengembangan PLTB sebagai energi alternatif di area persawahan dan di pemukiman Desa Sekidang.
 - c. Menentukan komponen-komponen yang sesuai dalam merancang PLTB berbasis potensi angin di area persawahan dan di pemukiman Desa Sekidang.
 - d. Mengumpulkan data mengenai potensi energi listrik yang dapat dihasilkan oleh PLTB di area persawahan dan di pemukiman Desa Sekidang.
2. Penelitian ini memberikan berbagai manfaat yang signifikan, antara lain:
 - a. Mengoptimalkan pemanfaatan angin sebagai alternatif energi pengganti bahan bakar fosil, sekaligus membantu mengatasi keterbatasan pasokan listrik.
 - b. Meningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat mengenai potensi sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik alternatif.
 - c. Mendukung ekonomi masyarakat kecil melalui akses energi listrik alternatif, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap pasokan listrik dari PLN.
 - d. Menambah referensi ilmiah yang bermanfaat bagi pengembangan penelitian skala kecil pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat lebih terarah dan fokus sesuai dengan judul, terdapat beberapa batasan masalah dalam pembahasan ini, yaitu:

1. Penelitian ini hanya mengevaluasi potensi energi angin untuk dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin di Desa Sekidang.
2. Analisis beban energi dalam pemanfaatan tenaga angin sepenuhnya didasarkan pada hasil simulasi yang diperoleh melalui aplikasi HOMER.
3. Aplikasi HOMER digunakan sebagai alat untuk mensimulasikan data dan mendapatkan hasil yang lebih rinci.
4. Analisis distribusi kecepatan angin menggunakan Distribusi Weibull untuk memperkirakan potensi daya keluaran turbin secara lebih akurat.
5. Penentuan arah dominan angin dan optimasi orientasi turbin dilakukan melalui analisis Windrose berdasarkan data arah angin.

1.5 Sistematika Penulisan

1. Bab I : Pendahuluan
2. Bab II : Teori Penunjang
3. Bab III : Perancangan Sistem
4. Bab IV : Implementasi dan Hasil
5. Bab V : Penutup