

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan semakin bertambahnya populasi serta perkembangan ekonomi yang pesat, kebutuhan akan energi juga mengalami peningkatan yang signifikan. Energi yang kita butuhkan untuk kehidupan sehari-hari dan industri harus dikelola dengan bijak agar dapat mendukung keberlanjutan jangka panjang. Di era modern ini, ada tuntutan yang semakin kuat untuk mencari solusi energi yang ramah lingkungan dan terbarukan. Salah satu cara yang paling potensial untuk menjawab tantangan ini adalah dengan mengembangkan sumber energi terbarukan seperti memanfaatkan tenaga air, tenaga panas matahari, tenaga panas bumi dan tentunya adalah tenaga angin [1].

Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar di negara-negara beriklim tropis adalah energi angin. Energi ini dianggap sebagai salah satu alternatif yang sangat menjanjikan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang selama ini mendominasi kebutuhan energi global. Pemanfaatan tenaga angin bukan hanya menjadi solusi yang berkelanjutan dari segi lingkungan, tetapi juga dapat berperan penting dalam menekan emisi karbon, yang merupakan salah satu faktor utama dalam percepatan perubahan iklim global. Dalam beberapa dekade terakhir, banyak negara di dunia, termasuk Indonesia, telah menunjukkan komitmen yang kuat untuk mengurangi emisi karbon dengan menetapkan target ambisius dalam kebijakan energi mereka. Dalam konteks ini, tenaga angin menjadi pilihan yang sangat relevan dan strategis karena tidak hanya memberikan manfaat berupa energi bersih yang ramah lingkungan, tetapi juga dapat membantu negara-negara seperti Indonesia dalam mewujudkan visi pembangunan berkelanjutan yang lebih hijau dan mandiri dari segi energi. Hal ini penting mengingat semakin mendesaknya kebutuhan untuk beralih dari penggunaan energi berbasis fosil ke sumber energi yang lebih bersih dan dapat diperbarui guna melestarikan lingkungan dan mengurangi dampak negatif terhadap iklim.

Dengan bentuk negara kepulauan seperti Indonesia banyak daerah pesisir yang dapat di manfaatkan daerah pesisir seperti Kenjeran di Surabaya, termasuk wilayah pesisir Pulau Madura dan lain sebagainya, memiliki potensi angin yang cukup besar untuk mendukung penggunaan turbin angin. Kondisi geografis ini memberikan peluang untuk mengembangkan sumber energi terbarukan yang dapat diakses dan dimanfaatkan secara mandiri oleh masyarakat setempat. Selain menjadi solusi energi, keberadaan turbin angin di kawasan

wisata seperti Kenjeran Park juga dapat menjadi daya tarik tersendiri bagi wisatawan, terutama mereka yang tertarik untuk melihat langsung aplikasi teknologi energi terbarukan seperti pembangkit listrik tenaga angin.

Namun, meskipun wilayah pesisir memiliki potensi angin yang cukup besar, penerapan teknologi turbin angin di daerah tersebut tidak selalu berhasil tanpa kendala. Salah satu contoh yang dapat diambil adalah turbin angin di Kenjeran Park, Surabaya, yang saat ini sudah tidak berfungsi. Pada awal pembangunannya, turbin ini ditujukan untuk menyuplai listrik ke bagian belakang Kenjeran Park, sebuah area yang pada waktu itu belum terhubung dengan jaringan listrik utama. Namun, operasi turbin angin tersebut hanya berlangsung selama sekitar dua tahun sebelum akhirnya dihentikan. Menurut pihak pengelola, keputusan untuk menghentikan operasinya diambil karena turbin tersebut tidak mampu menghasilkan daya yang mencukupi sesuai dengan ekspektasi. Kinerja turbin dianggap tidak efisien, sehingga lebih baik untuk menonaktifkannya daripada terus menjalankan sistem yang tidak memberikan manfaat energi yang berarti.

Kegagalan operasional turbin angin di Kenjeran Park tentu memunculkan kekhawatiran terkait efisiensi energi terbarukan dan kualitas perencanaan yang dilakukan. Agar kejadian serupa tidak terulang di masa mendatang, langkah-langkah optimalisasi terhadap turbin angin yang ada menjadi sangat penting. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kinerja turbin ini adalah dengan melakukan pemodelan ulang serta simulasi menggunakan perangkat lunak seperti MATLAB, sebagaimana diterapkan dalam penelitian kali ini. Pemodelan ulang ini krusial karena kinerja turbin angin sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan yang berubah secara dinamis, terutama kondisi cuaca. Perubahan dalam kecepatan angin, fluktuasi suhu, kelembaban, dan faktor lainnya dapat secara langsung mempengaruhi seberapa banyak daya listrik yang dihasilkan oleh turbin. Oleh sebab itu, desain dan perhitungan teknis harus diperbarui dan disesuaikan agar lebih responsif terhadap kondisi-kondisi yang berubah tersebut, sehingga dapat memaksimalkan output energi dan memastikan penggunaan sumber daya yang lebih efisien di masa mendatang.

Melalui simulasi di MATLAB, peneliti dapat menguji berbagai parameter seperti sudut bilah, material, dan kondisi operasional lainnya tanpa harus melakukan eksperimen fisik yang mahal. Pendekatan ini memungkinkan analisis yang lebih mendalam dengan biaya yang lebih rendah. Selain itu, simulasi ini juga memungkinkan peneliti untuk menguji berbagai skenario dan kondisi cuaca yang mungkin terjadi di masa depan, sehingga menghasilkan desain turbin yang lebih tangguh dan efisien. Tidak hanya itu, optimalisasi ini

juga penting untuk mengidentifikasi masalah-masalah yang mungkin tidak terdeteksi sebelumnya. Meskipun teknologi turbin angin telah berkembang pesat, setiap lokasi memiliki karakteristik unik yang mempengaruhi kinerjanya. Oleh karena itu, analisis teknis dan pemodelan ulang menjadi kunci untuk memastikan bahwa turbin dapat bekerja maksimal sesuai dengan kondisi spesifik di Kenjeran Park dan berbagai lokasi dengan karakteristik yang sama.

Penelitian ini akan berfokus pada analisis teknis melalui berbagai perhitungan yang mendalam terkait turbin angin yang sudah dibangun di Kenjeran Park. Selain itu optimalisasi akan dilakukan dengan memanfaatkan simulasi berbasis MATLAB, peneliti akan mengevaluasi berbagai parameter desain turbin untuk menemukan solusi optimal yang dapat meningkatkan kinerjanya. Selain itu, penelitian ini juga akan menjadi evaluasi terhadap pengembangan teknologi energi terbarukan di daerah pesisir. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan dalam merancang turbin angin di lokasi-lokasi lain yang memiliki karakteristik serupa dengan Kenjeran. Selain aspek teknis, penelitian ini juga berupaya untuk memberikan panduan yang lebih praktis bagi para pengambil kebijakan dan pihak terkait. Investasi dalam teknologi turbin angin tidak hanya memerlukan perhitungan yang matang, tetapi juga komitmen untuk pemeliharaan dan pemantauan secara berkala. Dengan adanya pemodelan ulang yang dilakukan dalam penelitian ini, diharapkan pihak pengelola dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas tentang langkah-langkah yang harus diambil untuk mengoptimalkan turbin angin.

Pengembangan energi terbarukan seperti tenaga angin menghadapi berbagai tantangan teknis dan kebijakan. Oleh karena itu, kolaborasi antara peneliti, pemerintah, dan masyarakat sangat penting untuk mencapai solusi energi yang berkelanjutan. Optimalisasi turbin angin tidak hanya akan menghasilkan energi bersih, tetapi juga membantu melestarikan lingkungan dan mendukung ekonomi lokal. Melalui simulasi dan pemodelan ulang dalam penelitian ini, diharapkan efisiensi dan kinerja turbin angin di Kenjeran akan meningkat. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi panduan dalam pengembangan turbin angin di daerah lain dengan kondisi serupa. Penelitian ini bertujuan untuk memajukan energi terbarukan agar masyarakat dapat merasakan manfaat dari investasi yang telah dilakukan. Dengan optimalisasi, masalah kinerja turbin akan teratasi, dan dampak positif bagi lingkungan serta masyarakat dapat tercapai. Turbin angin di Kenjeran Park diharapkan dapat berfungsi lebih efektif dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini mengenai Analisis dan Simulasi Kinerja Turbin Angin Horizontal Menggunakan Matlab Berdasarkan Pehitungan Teknis, sebagai berikut :

1. Bagaimana performa kinerja turbin angin yang beroperasi di Kenjeran Park berdasarkan data pengukuran lapangan?
2. Faktor-faktor teknis apa saja yang mempengaruhi efisiensi turbin angin di lokasi tersebut?
3. Bagaimana hasil simulasi teknis turbin angin menggunakan perangkat lunak MATLAB?
4. Bagaimana strategi optimalisasi kinerja turbin angin berdasarkan hasil analisis dan simulasi?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini mengenai Analisis dan Simulasi Kinerja Turbin Angin Horizontal Menggunakan Matlab Berdasarkan Pehitungan Teknis mempunyai tujuan dan manfaat sebagai berikut :

1.3.1 Tujuan

1. Mengevaluasi performa kinerja turbin angin di Kenjeran Park berdasarkan hasil pengukuran lapangan.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor teknis yang mempengaruhi efisiensi turbin angin horizontal.
3. Melakukan uji simulasi teknis turbin angin menggunakan MATLAB.
4. Menentukan strategi optimalisasi untuk meningkatkan kinerja turbin angin di lokasi penelitian atau dengan karakteristik serupa.

1.3.2 Manfaat

1. Memberikan data dan evaluasi empiris terhadap kinerja aktual turbin angin di Kenjeran Park, sebagai dasar perencanaan pengembangan energi terbarukan di wilayah tersebut.
2. Memberikan pemahaman teknis mengenai parameter-parameter yang mempengaruhi efisiensi turbin angin, sehingga dapat dijadikan acuan dalam desain dan pengoperasian turbin yang lebih optimal.
3. Memberikan Gambaran Simulasi turbin angin menggunakan MATLAB berdasarkan dengan perhitungan teknis, sebagai referensi praktis dalam kegiatan penelitian maupun rekayasa teknik energi angin.

4. Menyediakan solusi optimalisasi berbasis data dan simulasi perhitungan teknis, yang dapat meningkatkan efisiensi konversi energi serta mendukung kemandirian energi lokal dan penghematan biaya pengembangan turbin.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini mengenai Analisis dan Simulasi Kinerja Turbin Angin Horizontal Menggunakan Matlab Berdasarkan Pehitungan Teknis. Sebagai berikut :

1. Lokasi Turbin Angin di Kenjeran Park, Surabaya.
2. Penelitian ini berfokus pada Turbin angin horizontal
3. Simulasi dalam penelitian ini terbatas pada beberapa parameter antaranya desain turbin angin *Taper*, sudut bilah, jumlah bilah, sudut bilah, ketinggian bangunan, luas sapuan bilah, dan *Tip Speed ratio*.
4. Analisis dalam penelitian ini dibatasi pada kondisi yang relevan.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian adalah Langkah-langkah yang harus diikuti untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan dalam sebuah penelitian. Berikut adalah tahapan-tahapan yang akan dilakukan :

1. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data ini, fokus utama adalah mengumpulkan data-data yang dibutuhkan untuk melakukan pemodelan ulang turbin angin. Data yang dikumpulkan mencakup informasi teknis tentang turbin angin yang ada, kondisi lingkungan di Kenjeran, dan data kecepatan angin. Pengumpulan data ini akan mencakup observasi lapangan, wawancara dengan pihak terkait, serta pengumpulan data sekunder dari literatur atau sumber terpercaya lainnya. Data historis mengenai kecepatan angin juga akan dikumpulkan dari sumber meteorologi untuk memahami variasi angin di lokasi tersebut.

2. Analisis Permasalahan

Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah-masalah kinerja turbin angin berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Analisis ini akan menilai apakah ada kekurangan dalam desain atau operasi turbin angin yang menyebabkan performanya kurang optimal. Misalnya, sudut bilah yang tidak ideal atau material yang kurang tahan terhadap kondisi lingkungan pesisir. Analisis ini juga mencakup evaluasi terhadap kesesuaian desain turbin angin dengan kondisi kecepatan angin yang terjadi di lokasi.

3. Perancangan Sistem dan Pemodelan Ulang

Berdasarkan hasil analisis permasalahan, tahap ini melibatkan pembuatan model turbin angin di MATLAB/*Simulink*. Pemodelan ulang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja turbin angin dengan berbagai konfigurasi desain. Dalam simulasi, parameter seperti sudut bilah, material, dan ukuran bilah akan dimodifikasi untuk mencari konfigurasi yang paling optimal. Model ini juga akan disesuaikan dengan data kecepatan angin yang telah dikumpulkan untuk memastikan bahwa model dapat mencerminkan kondisi nyata.

4. Simulasi

Tahap ini melibatkan simulasi model turbin angin yang telah dibuat di MATLAB/*Simulink*. Simulasi dilakukan untuk menguji kinerja turbin angin di berbagai kondisi operasi, seperti variasi kecepatan angin dan sudut bilah. Optimalisasi dilakukan dengan menyesuaikan parameter model untuk mencapai performa terbaik, seperti meningkatkan output energi dan mengurangi keausan pada komponen. Hasil simulasi akan digunakan untuk mengevaluasi apakah perubahan desain dapat meningkatkan kinerja turbin angin secara signifikan.

5. Pengujian Sistem dan Validasi

Tahapan ini berfokus pada verifikasi dan validasi hasil dari simulasi yang telah dilakukan untuk memastikan bahwa model turbin angin yang dikembangkan dalam MATLAB/*Simulink* akurat dan dapat diandalkan. Meskipun tidak ada komponen hardware yang terlibat, tahap ini penting untuk memastikan bahwa simulasi mencerminkan kondisi nyata dan hasilnya dapat diandalkan untuk pengambilan keputusan.

6. Analisa Hasil Pengujian

Pada tahap ini, hasil dari simulasi dan pengujian dianalisis secara mendalam untuk memahami faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap kinerja turbin angin. Analisis ini melibatkan penilaian terhadap parameter desain yang telah dioptimalkan dan dampaknya terhadap output energi. Selain itu, analisis ini juga mengevaluasi kemungkinan masalah yang mungkin timbul dari perubahan desain dan bagaimana masalah tersebut dapat diatasi.

7. Penarikan Kesimpulan

Tahap akhir ini melibatkan penyusunan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan akan mencakup temuan utama mengenai kinerja turbin angin dan rekomendasi untuk implementasi atau penelitian lebih lanjut. Selain itu,

kesimpulan juga akan menilai dampak dari optimalisasi yang telah dilakukan terhadap keberlanjutan operasi turbin angin di Kenjeran.

8. Penyusunan Laporan

Setelah semua tahap penelitian selesai, hasil penelitian akan didokumentasikan dalam bentuk laporan skripsi. Laporan ini akan mencakup latar belakang, metodologi, hasil, analisis, kesimpulan, dan rekomendasi. Penyusunan laporan dilakukan sesuai dengan pedoman yang berlaku di institusi Anda, dengan fokus pada penyajian yang jelas dan sistematis agar mudah dipahami oleh pembaca.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan adalah susunan atau tata cara pengorganisasian suatu tulisan atau dokumen agar memiliki struktur yang jelas dan teratur. Sistematika penulisan dapat bervariasi tergantung pada jenis dan tujuan tulisan tersebut. Namun, secara umum sistematika penulisan mencakup beberapa elemen utama antara lainnya :

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab I Pendahuluan dalam penelitian berfungsi sebagai pengantar yang memberikan gambaran umum tentang topik yang dibahas. Bagian latar belakang menjelaskan alasan pemilihan topik dan relevansinya, sedangkan rumusan masalah mengidentifikasi isu-isu yang akan dipecahkan. Tujuan penelitian menjelaskan arah dan hasil yang diharapkan, sementara manfaatnya menguraikan kontribusi terhadap ilmu pengetahuan atau praktik. Kerangka teoritis menyajikan konsep-konsep dasar, dan batasan penelitian menentukan cakupan kajian. Secara keseluruhan, bab ini memberikan dasar dan kerangka kerja untuk penelitian yang akan dikembangkan.

2. BAB II TEORI PENUNJANG

Bab II Teori Penunjang dalam sebuah penelitian berfungsi sebagai landasan teoritis yang mendukung keseluruhan studi. Penulis menjelaskan konsep-konsep kunci dan teori-teori relevan dari literatur ilmiah untuk membangun pemahaman yang lebih mendalam tentang topik penelitian. Penulis juga menganalisis berbagai sumber teori yang dipilih untuk memberikan dasar yang kuat bagi argumen penelitian. Selain itu, bab ini membandingkan teori-teori yang berbeda untuk menunjukkan variasi pendekatan atau perspektif yang ada. Dengan demikian, bab ini memberikan kerangka teori yang jelas dan menjelaskan bagaimana teori-teori tersebut berkaitan dengan penelitian yang sedang dibahas.

3. BAB III PERANCANGAN SISTEM

Perancangan Sistem dalam sebuah penelitian menjelaskan rincian dan langkah-langkah yang diambil untuk merancang simulasi yang menjadi fokus penelitian. Di bab ini, penulis memberikan deskripsi singkat tentang desain simulasi yang akan digunakan, termasuk spesifikasi teknis model simulasi, metode yang dipilih, struktur model, dan langkah-langkah dalam proses simulasi.