

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik menjadi sebuah kebutuhan utama yang digunakan oleh manusia. Kebutuhan energi di dunia dan khususnya di Indonesia terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi itu sendiri yang senantiasa meningkat. Kebutuhan energi di Indonesia masih sangat tergantung pada penggunaan energi listrik mencapai 95% dibandingkan energi yang lain. Energi listrik yang digunakan saat ini hanya terfokus pada energi fosil berupa minyak bumi, gas bumi dan batu bara. Ketergantungan yang tinggi pada energi listrik dari sumber-sumber fosil menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Penggunaan berlebihan energi fosil berperan dalam pemanasan global dan perubahan iklim yang semakin terasa. Selain itu, proses penambangan dan pembakaran energi fosil dapat menyebabkan polusi udara dan air yang merusak lingkungan. Oleh karena itu, pentingnya transisi ke sumber energi yang lebih bersih dan berkelanjutan semakin mendesak. Energi terbarukan seperti surya, angin, dan hidro menjadi alternatif potensial untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Indonesia memiliki potensi besar untuk mengembangkan sumber energi terbarukan ini, mengingat kondisi geografisnya yang kaya akan matahari, angin, dan sumber energi air.

Pemerintah telah mengambil langkah-langkah untuk mendorong penggunaan energi terbarukan melalui program-program seperti Program Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang bertujuan meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan di berbagai sektor. Dengan upaya-upaya ini, diharapkan Indonesia dapat mengurangi ketergantungan pada energi listrik dari sumber-sumber fosil yang tidak hanya merugikan lingkungan, tetapi juga memiliki keterbatasan sebagai sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Dengan mengembangkan energi terbarukan, Indonesia dapat mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan yang lebih ramah lingkungan dan kompetitif. Selain itu, beralih ke energi terbarukan juga memiliki dampak positif dalam sektor ekonomi.

Selain itu, energi terbarukan cenderung stabil dalam hal harga karena tidak bergantung pada ketidakstabilan pasokan dan harga minyak bumi. Pemanfaatan energi terbarukan juga membantu dalam variasi sumber energi, mengurangi risiko terhadap pasokan energi nasional. Dengan memiliki beragam sumber energi, Indonesia dapat lebih mandiri secara energi dan tidak sepenuhnya bergantung pada impor energi fosil dari luar negeri. Di berbagai negara, penggunaan energi terbarukan telah menjadi bagian dari strategi untuk mengurangi emisi

karbon dan beradaptasi dengan perubahan iklim global. Indonesia memiliki potensi besar untuk memimpin dalam bidang ini dengan memanfaatkan sumber daya alamnya yang melimpah. Oleh karena itu, beralih ke energi terbarukan tidak hanya memberikan manfaat bagi lingkungan dan kesehatan manusia, tetapi juga membawa dampak positif bagi ekonomi Indonesia secara keseluruhan. Hal ini akan mendorong pertumbuhan dan pembangunan berkelanjutan yang akan memberikan manfaat jangka panjang bagi negara, masyarakat, dan generasi yang akan datang [1].

Penggunaan energi angin sebagai salah satu alternatif energi telah menjadi fokus utama dalam usaha berbagai sumber energi di Indonesia. Meskipun masih kurang dimanfaatkan saat ini, potensi energi angin di Indonesia sangat besar untuk ditingkatkan. Upaya untuk mendorong pengembangan energi angin terus dilakukan agar Indonesia dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil yang harganya cenderung naik dari tahun ke tahun. Menurut buku Outlook Energi tahun 2019 yang diterbitkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Indonesia memiliki potensi yang signifikan dalam energi terbarukan, termasuk potensi besar dalam energi angin. Daerah-daerah tertentu di Indonesia, terutama wilayah pesisir dan pegunungan, memiliki kecepatan angin yang tinggi, menjadikannya potensi yang sangat menjanjikan untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga angin (PLTA).

Dengan memanfaatkan potensi ini, Indonesia memiliki peluang untuk mengembangkan proyek-proyek energi angin yang dapat menjadi salah satu pilar utama dalam mendukung keberlanjutan energi nasional. Selain membantu mengurangi emisi karbon, pengembangan energi angin juga akan memberikan dampak positif ekonomi melalui penciptaan lapangan kerja baru dan peningkatan investasi di sektor energi terbarukan. Melalui langkah-langkah yang nyata dan kebijakan yang mendukung, Indonesia dapat mempercepat pengembangan energi angin sebagai bagian dari upaya mencapai target energi terbarukan yang lebih besar. Dengan demikian, potensi besar energi angin di Indonesia dapat terwujud dan memberikan manfaat bagi lingkungan, ekonomi, serta keberlanjutan energi nasional [2]. Indonesia merupakan negara yang sangat besar memiliki potensi tenaga angin menjadikan pembangkit listrik tenaga angin menjadi salah satu solusi yang tepat dalam mengatasi masalah keterbatasan energi. Energi angin yang dimanfaatkan menggunakan turbin telah terbukti menjadi sumber listrik yang bermanfaat. Potensi energi angin di Indonesia dengan kecepatan angin rata-rata sekitar 3 sd 5 m/s dan total daya yang dapat dibangkitkan 9.290 MW, ini merupakan salah satu potensi energi yang cukup besar, mengingat Indonesia hanya memanfaatkan sekitar 1% dari potensinya [1].

Angin merupakan sumber energi yang tidak ada habisnya sehingga pemanfaatan sistem konversi energi angin akan berdampak positif terhadap lingkungan. Angin merupakan salah

satu bentuk energi yang tersedia di alam yang diperoleh melalui konversi energi kinetik. Energi dari angin diubah menjadi energi kinetik atau energi listrik. Energi angin dapat memberikan kontribusi signifikan bagi pengurangan emisi karena tidak menghasilkan emisi CO₂ selama produksi energi listrik oleh turbin angin. Selain keuntungan di atas, energi angin juga merupakan alternatif energi yang ramah lingkungan. Penggunaannya tidak menciptakan polusi udara atau limbah berbahaya seperti yang dihasilkan oleh pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar fosil.

Dampak positif ini sangat berarti bagi kualitas lingkungan dan udara secara keseluruhan. Dengan menggunakan turbin angin sebagai sumber listrik, kita dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang semakin langka dan mahal, serta mengurangi risiko dampak negatif terhadap perubahan iklim. Pengembangan dan penggunaan energi angin menjadi bagian penting dari upaya global untuk beralih ke sumber energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Meskipun masih ada tantangan teknis dan logistik yang perlu diatasi dalam implementasinya, namun dengan kemajuan teknologi yang terus berkembang dan kesadaran akan pentingnya keberlanjutan, energi angin memiliki prospek yang cerah sebagai salah satu opsi utama untuk mencapai tujuan energi yang bersih dan berkelanjutan [3]. Tantangan yang akan dihadapi dari tenaga angin sebagai sumber energi listrik alternatif adalah ketidakpastian sumber daya dalam ketersediaannya. Untuk mengetahui potensi angin, maka diperlukan alat ukur yang akurat. Hal tersebut menjadi penting dalam mengetahui kecepatan angin agar dapat memetakan potensi energi angin di suatu tempat [1].

Dalam perkembangan teknologi untuk mencari sumber energi angin, maka diperlukan suatu data yang diperoleh dari alat anemometer. Anemometer merupakan salah satu alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan angin yang banyak digunakan bidang meteorologi dan geofisika atau stasiun prakiraan cuaca. Kecepatan angin diukur menggunakan cup anemometer yang mempunyai tiga buah cup penangkap angin dan berputar searah dengan arah datangnya penangkap angin. Pengaruh geometri rotor pada fungsi transfer anemometer cangkir telah diselidiki melalui pengujian lapangan dan analisis mendalam. Anemometer sangat membantu dalam penelitian menyeluruh tentang pergerakan angin. Oleh karena itu, pengembangan anemometer sangat penting untuk mengetahui potensi angin yang ada di suatu daerah [4]. Dalam menerapkan energi angin sebagai sumber energi listrik dalam jangka panjang, pengumpulan dan analisis data menjadi hal yang sangat krusial untuk memperkirakan produksi listrik dari tenaga angin. Kondisi sumber daya energi angin seperti kecepatan dan arah angin, distribusi kecepatan angin, dan pola angin secara umum merupakan faktor utama yang harus dipertimbangkan dalam perancangan dan operasional pembangkit listrik tenaga angin.

Informasi yang akurat mengenai kondisi angin di suatu lokasi sangat dibutuhkan untuk mengoptimalkan kinerja turbin angin. Pengukuran secara terus-menerus terhadap kecepatan dan arah angin dilakukan selama periode waktu yang cukup lama untuk memperoleh data yang akurat. Hal ini menjadi sangat penting karena produksi listrik dari turbin angin sangat bergantung pada kecepatan angin yang ada. Dengan memiliki data yang akurat, para pengembang dapat menentukan ukuran, jenis, dan konfigurasi turbin angin yang paling optimal untuk lokasi tersebut. Selain pengukuran langsung, pemodelan dan simulasi menggunakan komputer juga menjadi metode yang umum digunakan untuk memprediksi produksi energi angin di lokasi tertentu. Data historis, seperti catatan kecepatan angin selama beberapa tahun terakhir, digunakan sebagai dasar untuk membangun model prediksi yang lebih akurat. Faktor lain seperti kondisi lahan dan tumbuhan serta hambatan lainnya juga dimasukkan dalam perhitungan untuk memperkirakan potensi energi angin di suatu daerah. Dengan demikian, pengumpulan dan analisis data yang teliti tentang sumber daya energi angin menjadi kunci dalam mengoptimalkan produksi listrik dari pembangkit tenaga angin. Langkah-langkah ini sangat penting untuk memastikan efisiensi dan keberlanjutan penggunaan energi angin sebagai salah satu sumber energi listrik yang bersih dan berkelanjutan [5]. Kecepatan angin adalah faktor kunci yang memengaruhi kinerja dan efisiensi pembangkit listrik tenaga angin. Namun, ketika kecepatan angin tidak terkendali, hal ini dapat menyebabkan sejumlah masalah yang perlu diselesaikan dalam pemanfaatan energi angin. Salah satunya adalah ketidakstabilan tenaga angin, di mana perubahan yang tiba-tiba dalam kecepatan angin dapat mengakibatkan produksi listrik yang tidak konsisten. Hal ini menjadi tantangan dalam memastikan pasokan listrik yang stabil dan dapat diandalkan.

Saat kecepatan angin berubah secara drastis, terutama dalam kondisi cuaca ekstrem seperti badai, ada risiko kesulitan dalam mengintegrasikan pembangkit listrik tenaga angin ke dalam jaringan listrik. Serta lonjakan atau penurunan tiba-tiba dalam produksi listrik dari turbin angin juga dapat menyebabkan masalah stabilitas dalam jaringan, hal ini pada akhirnya dapat berdampak pada kualitas dan keandalan pasokan listrik secara keseluruhan. Masalah pengendalian turbin angin juga menjadi fokus utama, ketika kecepatan angin sangat tinggi, turbin angin perlu diatur agar tidak beroperasi terlalu keras dan merusak dirinya sendiri. Sebaliknya, dalam keadaan angin lemah, turbin perlu diatur agar masih dapat menghasilkan listrik meskipun dengan kecepatan angin yang rendah. Pengaturan yang tepat diperlukan untuk menjaga keseimbangan antara produksi listrik yang optimal dan keamanan operasi turbin.

Untuk mengatasi tantangan-tantangan ini, terus dilakukan pengembangan teknologi pengendalian yang canggih. Sistem pengaturan otomatis pada turbin angin seperti sistem *pitch*

dan *yaw control*, dirancang untuk merespons perubahan kecepatan angin dengan cepat dan efisien. Pengembangan sistem penyimpanan energi juga dianggap sebagai solusi potensial untuk mengatasi perubahan yang tiba-tiba dalam produksi listrik akibat kecepatan angin yang berubah-ubah. Dengan upaya-upaya ini, diharapkan bahwa masalah-masalah yang terkait dengan perubahan kecepatan angin yang tidak terkendali dapat diminimalkan. Sehingga sistem tenaga listrik dari pembangkit tenaga angin dapat beroperasi dengan lebih stabil, aman, dan dapat diandalkan. Melalui terus berinovasi dan mengembangkan teknologi, energi angin memiliki potensi untuk menjadi sumber energi listrik yang lebih efisien dan berkelanjutan di masa depan [6]. Untuk menghasilkan daya dari kecepatan angin yang ada, penting untuk memilih turbin angin dengan daya tinggi, sistem transmisi kecepatan yang efisien, dan generator yang sesuai. Semua komponen ini bekerja bersama dalam sistem secara keseluruhan, dan setiap bagian memiliki pengaruh tak langsung pada kinerja generator, yang memegang peran utama dalam mengubah energi angin menjadi energi listrik.

Pertama-tama, pemilihan turbin angin yang tepat sangat penting. Turbin dengan daya yang cukup besar dan desain yang efisien dapat menangkap lebih banyak energi dari angin yang berlalu, sehingga menghasilkan lebih banyak listrik. Selanjutnya, sistem transmisi kecepatan yang efisien juga diperlukan untuk mengubah energi kinetik dari angin menjadi energi mekanik yang dapat digunakan oleh generator. Sistem transmisi ini harus efisien agar tidak ada kehilangan energi yang signifikan selama proses konversi.

Kemudian, pemilihan generator yang sesuai juga sangat krusial. Generator bertanggung jawab mengubah energi mekanik dari turbin menjadi energi listrik. Jenis generator, seperti generator sinkron atau generator induksi, dipilih berdasarkan kebutuhan sistem dan karakteristik turbin. Pengendali (kontrol) juga diperlukan pada berbagai tingkat sistem untuk memantau dan mengatur operasi turbin dan generator sesuai dengan kondisi angin dan kebutuhan jaringan listrik.

Secara keseluruhan, sistem ini harus didesain dan diintegrasikan dengan baik agar dapat menghasilkan daya listrik secara efisien dan andal dari energi angin yang tersedia. Setiap komponen memiliki peran yang saling terkait dan mendukung dalam menciptakan operasi yang optimal. Dengan terus berkembangnya teknologi dalam bidang ini, diharapkan pemanfaatan energi angin sebagai sumber energi listrik dapat terus ditingkatkan, menjadi lebih efisien, dan memberikan kontribusi pada sistem energi yang lebih berkelanjutan di masa depan [7].

Dengan kemajuan teknologi yang cepat terutama dalam bidang internet, kita menyaksikan transformasi yang besar dalam cara manusia berinteraksi dengan perangkat. Internet tidak lagi hanya sebagai jaringan untuk menghubungkan manusia, tetapi juga sebagai penghubung antara

manusia dan perangkat, serta antara perangkat satu dengan yang lain. Salah satu konsep yang sangat relevan saat ini adalah *Internet of Things* (IoT), yang menjadi elemen utama dalam era industri 4.0. IoT memungkinkan perangkat terhubung ke internet, memungkinkan mereka untuk dikendalikan dan dimonitor dari jarak jauh. Hal ini tidak hanya memberikan kenyamanan, tetapi juga membuka peluang baru dalam hal efisiensi, produktivitas, dan keamanan.

Kunci keberhasilan IoT juga terletak pada kemampuannya untuk menghasilkan dan mengumpulkan data secara *kontinue*. Data yang dihasilkan oleh perangkat terhubung ini kemudian disimpan dan dikelola dalam database. Analisis data yang canggih dari IoT memberikan wawasan yang berharga, baik bagi individu maupun perusahaan. Sebagai contoh, dalam industri, IoT digunakan untuk memantau mesin secara real-time, meramalkan kerusakan, atau meningkatkan efisiensi rantai pasokan. Dengan perkembangan teknologi ini, kita melihat perubahan yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan. Dari rumah pintar hingga kendaraan otonom, IoT membawa kita ke arah yang lebih terkoneksi, efisien, dan adaptif. Namun, penting juga untuk memperhatikan aspek keamanan data dan privasi seiring dengan kemajuan ini, agar manfaat dari IoT dapat dirasakan dengan aman dan dapat dipercaya [8].

Penelitian tentang kecepatan angin ini sudah banyak dilakukan, seperti menggunakan mikrokontroler dan IOT [8], pengukuran angin pada lapangan panahan [9], pengukuran angin dengan actoucoupler [10] dan lainnya. Dari penelitian tersebut belum ada yang melakukan penelitian kecepatan angin di daerah Bangkalan Madura khususnya di daerah Kamal. Oleh karena itu kami akan melakukan penelitian ini di daerah Kamal yang rencana kedepannya agar dapat digunakan sebagai dasar untuk pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dan penjelasan yang telah dikemukakan pada latar belakang maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana perancangan alat monitoring pengukuran kecepatan angin berbasis *Internet of Things* (IoT)?
- b. Bagaimana prinsip kerja alat monitoring pengukuran kecepatan angin berbasis *Internet of Things* (IoT)?
- c. Bagaimana data rata-rata kecepatan angin di lingkungan Universitas Trunojoyo Madura dalam waktu 10 bulan?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk menghasilkan alat monitoring pengukuran kecepatan angin berbasis *Internet of Things* (IoT).

- b. Untuk mendapatkan data angin dengan bantuan alat monitoring pengukuran kecepatan angin berbasis *Internet of Things (IoT)*.

Manfaat penelitian ini sebagai berikut:

- a. Mengetahui data Kecepatan rata-rata angin di lingkungan Universitas Trunojoyo Madura dalam waktu 10 bulan yang digunakan sebagai dasar untuk perancangan PLTB.

1.4 Batasan Masalah

- a. Pengambilan data hanya dilakukan di lingkungan Universitas Trunojoyo Madura.
- b. Pengambilan data dilakukan dalam waktu 10 bulan.
- c. Pengambilan data dilakukan tiap 5 menit sekali.

1.5 Metodologi Penulisan Skripsi

Pada metode penelitian ini ada beberapa tahapan yang dilakukan yaitu:

- a. Studi literatur

Dalam metode ini, materi atau referensi yang terkait dengan pembahasan yang akan dibahas akan dikumpulkan dari buku, jurnal dan internet.

- b. Tahap persiapan

Tahap persiapan ini dilakukan untuk mempersiapkan dan juga menentukan topik sebagai acuan penelitian yang akan dilakukan. Pada tahapan ini yang dilakukan yaitu membuat latar belakang yang berhubungan dengan penelitian ini. Jika sudah membuat latar belakang mengenai penelitian ini, maka yang akan dilakukan selanjutnya yaitu mencari data sebagai teori penunjang dari penelitian yang dilakukan.

- c. Perancangan Sistem

Pada tahapan ini memiliki proses-proses yang dilakukan yaitu perancangan *hardware* dan *software* yang akan digunakan untuk mencari dan mengumpulkan data, setelah melakukan proses tersebut maka akan dilakukan perancangan alat sebagai hasil.

- d. Hasil dan Analisa

Jika setelah alat yang dibuat selesai maka dilakukan pengujian untuk mendapatkan dan mengumpulkan data yang kemudian akan dianalisa dan ditentukan kesimpulan dan saran.

- e. Tahap Evaluasi dan Pembuatan Laporan

Jika analisa data sudah selesai dibuat maka akan dilakukan evaluasi mengenai alat yang dibuat untuk melihat data yang diperoleh dari alat tersebut sudah valid atau belum. Setelah itu melakukan tahap penyusunan laporan

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini memiliki beberapa subbab yaitu:

- a. BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab 1 mengenai pendahuluan ini terdapat beberapa subbab yaitu latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metodologi penulisan skripsi, sistematika penulisan, dan juga jadwal pelaksanaan penelitian.

b. BAB 2 TEORI PENUNJANG

Pada bab 2 ini berisi tentang penelitian terdahulu dan juga dasar teori dari penelitian yang akan dilakukan.

c. BAB 3 PERANCANGAN SISTEM

Pada bab 3 ini berisi mengenai perancangan alat dan analisis kebutuhan dari alat yang akan dibuat untuk melakukan penelitian.

d. BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

Pada bab 4 ini berisi tentang analisa sistem, implementasi dan pengujian alat yang sedang diteliti.

e. BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang sudah diteliti dan saran yang dapat digunakan sebagai masukan untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.