

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan cuaca yang semakin tidak menentu kini menjadi tantangan nyata bagi kehidupan masyarakat, terutama di Indonesia yang memiliki wilayah geografis luas dan beragam. Fenomena cuaca ekstrem seperti hujan lebat, angin kencang, dan suhu yang naik turun secara drastis seringkali berdampak pada sektor pertanian, perikanan, transportasi, hingga keselamatan masyarakat. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pemantauan cuaca yang mampu menyajikan informasi secara cepat, akurat, dan dapat diakses oleh semua kalangan [1].

Sayangnya, sistem pemantauan cuaca yang ada saat ini masih banyak bergantung pada metode manual atau peralatan yang mahal dan sulit diakses oleh masyarakat umum, apalagi di daerah pelosok yang belum terjangkau oleh jaringan listrik atau komunikasi. Akibatnya, informasi cuaca menjadi terbatas, tidak real-time, dan kurang bermanfaat dalam pengambilan keputusan sehari-hari, seperti jadwal tanam atau mitigasi bencana. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan akan informasi cuaca yang cepat dan akurat dengan kemampuan infrastruktur yang tersedia di lapangan.

Berangkat dari kondisi tersebut, teknologi modern seperti mikrokontroler ESP32 hadir sebagai solusi inovatif. Mikrokontroler ini memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai sensor lingkungan dalam satu sistem yang ringkas dan hemat daya. ESP32 memiliki fitur konektivitas seperti Wi-Fi dan Bluetooth, serta mendukung antarmuka komunikasi serial seperti UART, I2C, dan SPI. Hal ini menjadikannya sangat ideal untuk digunakan dalam sistem pemantauan cuaca yang membutuhkan banyak input sensor secara bersamaan [1].

Mikrokontroler ESP32 juga mendukung berbagai mode penghematan daya, seperti deep-sleep, yang memungkinkan perangkat untuk tetap hidup dalam jangka waktu lama tanpa konsumsi energi berlebih. Hal ini sangat penting untuk memastikan sistem tetap berjalan meskipun berada di lokasi yang tidak memiliki akses listrik

PLN. Dengan kombinasi sensor-sensor seperti BMP280 (untuk suhu, tekanan udara), anemometer (kecepatan angin), wind vane (arah angin), dan rain gauge (curah hujan), sistem dapat mengumpulkan data cuaca secara menyeluruh dan komprehensif.

Namun, agar sistem ini benar-benar dapat berfungsi di lokasi terpencil, maka kebutuhan akan pasokan listrik mandiri menjadi aspek yang tidak bisa diabaikan. Untuk menjawab tantangan ini, penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi solusi yang paling tepat. PLTS tidak hanya menyediakan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, tetapi juga dapat diimplementasikan dengan biaya yang relatif terjangkau, sistem pemantauan cuaca dapat terus bekerja meskipun terjadi cuaca mendung atau malam hari, dengan stabilitas arus dan tegangan yang terjaga [2].

Dalam hal transmisi data, penggunaan teknologi LoRa (Long Range) semakin memperkuat sistem ini. LoRa merupakan protokol komunikasi jarak jauh yang menggunakan frekuensi rendah, memungkinkan data dikirim hingga radius 5–10 km bahkan di area tanpa sinyal GSM. Dengan konsumsi daya yang rendah, LoRa sangat cocok untuk sistem berbasis energi terbatas seperti PLTS. Modul LoRa yang dipasangkan dengan ESP32 memungkinkan pengiriman data secara periodik, stabil, dan efisien tanpa mengganggu kestabilan sistem secara keseluruhan[3].

Integrasi antara ESP32, PLTS, dan LoRa menciptakan sebuah sistem yang benar-benar mandiri, dapat berjalan secara otonom, dan tidak memerlukan intervensi manusia secara langsung dalam jangka waktu panjang. Konsep ini sejalan dengan semangat pengembangan teknologi tepat guna, terutama untuk menjawab permasalahan di wilayah terpencil yang minim infrastruktur. Data yang dikumpulkan juga dapat dikirimkan ke platform seperti Node-RED, ditampilkan dalam bentuk dashboard, dan disimpan secara historis dalam bentuk CSV untuk kebutuhan analisis lebih lanjut [4].

Keunggulan lain dari sistem ini adalah fleksibilitasnya untuk dikembangkan. Misalnya, dengan menambahkan modul GPS untuk pelacakan lokasi, atau sensor kelembapan tanah untuk integrasi ke sistem pertanian presisi. Selain itu, sistem ini

juga dapat dijadikan prototipe pembelajaran bagi sekolah atau universitas dalam bidang IoT, energi terbarukan, dan mitigasi bencana.

Dari sisi penelitian, masih terbatas studi di Indonesia yang menggabungkan teknologi ini secara komprehensif dan mengujinya langsung di lapangan. Penelitian sebelumnya banyak berfokus pada stasiun cuaca otomatis yang bergantung pada jaringan seluler atau listrik PLN, tanpa mempertimbangkan efisiensi daya atau keberlanjutan sistem di lokasi tanpa infrastruktur memadai. Oleh karena itu, proyek ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sistem stasiun cuaca berbasis mikrokontroler dengan sumber daya PLTS dan komunikasi LoRa, guna menghasilkan data cuaca lokal yang akurat, stabil, dan mudah diakses secara *real-time*.

Proyek ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mendukung ketahanan iklim, khususnya di sektor pertanian, mitigasi bencana, dan pembangunan wilayah tertinggal. Dengan adanya sistem pemantauan cuaca yang handal dan mandiri, masyarakat lokal dapat meningkatkan kesiapsiagaan terhadap perubahan iklim serta memaksimalkan hasil pertanian sesuai dengan kondisi cuaca yang tercatat. Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk mengangkat tugas akhir dengan judul ***“RANCANG BANGUN WEATHER STATION BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DAN TRANSMISI DATA MENGGUNAKAN LORA”*** Melalui project ini, penulis bertujuan untuk merancang sistem pemantauan cuaca yang dapat menjadi solusi atas permasalahan pemantauan kondisi lingkungan, khususnya di wilayah yang belum terjangkau jaringan listrik dan internet.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem *weather station* berbasis mikrokontroler untuk memantau parameter cuaca secara otomatis dan *real-time*?
2. Bagaimana mengimplementasikan pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber energi utama agar sistem dapat beroperasi secara mandiri di daerah terpencil?
3. Bagaimana merancang sistem transmisi data menggunakan teknologi LoRa agar data cuaca dapat dikirim secara efisien dan jarak jauh tanpa ketergantungan pada jaringan internet atau seluler?
4. Bagaimana mengimplementasikan seluruh komponen sistem agar *weather station* dapat bekerja secara optimal, efisien, dan berkelanjutan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem *weather station* berbasis mikrokontroler untuk mengukur parameter cuaca utama seperti suhu, tekanan udara, kecepatan angin, arah angin, dan curah hujan secara akurat dan *real-time*.
2. Mengimplementasikan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebagai sumber daya utama yang dapat menyediakan energi secara mandiri dan berkelanjutan.
3. Mengimplementasikan transmisi data menggunakan teknologi LoRa agar data cuaca dapat dikirim secara efisien dan jarak jauh tanpa bergantung pada jaringan internet atau seluler.
4. Menyajikan data hasil pengukuran secara *real-time* melalui platform pemantauan yang mudah diakses oleh pengguna.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Penyediaan Informasi Cuaca *Real-Time*
Sistem dapat menyajikan data cuaca secara langsung dan akurat untuk membantu masyarakat pada wilayah terpencil, serta pihak terkait dalam mengambil keputusan.
2. Dukungan terhadap Energi Terbarukan
Dengan penggunaan PLTS, sistem dapat beroperasi mandiri tanpa bergantung pada jaringan listrik konvensional, sehingga lebih ramah lingkungan.
3. Efisiensi Pengiriman Data Jarak Jauh
Teknologi LoRa memungkinkan transmisi data dari lokasi terpencil ke pusat pemantauan dengan efisien dan hemat biaya.
4. Pengembangan Ilmu dan Teknologi
Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dan sarana pembelajaran bagi mahasiswa atau peneliti yang tertarik pada pengembangan sistem monitoring berbasis IoT dan energi terbarukan.
5. Pendukung Pengambilan Keputusan
Data cuaca yang diperoleh dapat dimanfaatkan dalam bidang pertanian, perikanan, dan mitigasi bencana untuk mendukung keputusan yang lebih tepat dan responsif.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian, maka batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Sistem hanya mengukur parameter cuaca utama: suhu, tekanan udara, kecepatan angin, arah angin, dan curah hujan.
2. Mikrokontroler yang digunakan terbatas pada satu jenis (ESP32 atau sejenisnya), sesuai dengan kebutuhan sistem.
3. Sumber daya listrik sistem berasal dari PLTS dengan kapasitas terbatas yang disesuaikan dengan kebutuhan alat.

4. Sistem hanya mengirimkan data ke satu gateway LoRa dalam satu area, tanpa integrasi ke internet atau cloud secara luas.
5. Pengujian dilakukan di satu lokasi uji yang telah ditentukan, tidak mencakup berbagai lokasi atau kondisi ekstrem.
6. Desain mekanik casing tidak dibahas secara mendalam dan hanya menggunakan casing standar untuk melindungi perangkat.
7. Algoritma pengolahan data tidak dioptimalkan secara kompleks, data ditampilkan pada platform pemantauan sederhana.
8. Aspek keamanan data dan enkripsi dalam transmisi LoRa tidak dibahas secara detail.

1.6 Sistematika Tugas Akhir

Demi terwujudnya penulisan yang baik maka Sistematika penulisan laporan ini disusun untuk memberikan beberapa gambaran umum tentang kegiatan yang dilakukan. Sistematika laporan ini adalah sebagai Berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, tujuan, batasan masalah, tempat dan waktu pelaksanaan, metode pengumpulan data, dan sistematika penulisan laporan.

2. BAB II LANDASAN TEORI

Landasan teori adalah bagian yang menguraikan konsep, teori, atau temuan penelitian sebelumnya yang relevan, yang digunakan sebagai dasar untuk menganalisis dan membahas permasalahan dalam laporan.

3. BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR

Pada Bab Perancangan tugas akhir membahas mengenai perancangan hardware, diagram blok, flowchart dan cara kerja sistem.

4. BAB IV PEMBUATAN ALAT

Pada Bab ini merupakan pembahasan mengenai Langkah-langkah dalam pembuatan alat yang meliputi perencanaan, alat dan bahan yang digunakan pengerjaan hardware dan software sampai menjadi sebuah alat yang dapat dioperasikan.

5. BAB V ANALISA HASIL PENGUKURAN DAN PENGUJIAN

Pada Bab ini akan dijelaskan mengenai besaran apa saja yang akan diukur dalam simulasi alat serta nilai dari besaran tersebut dan pada bab ini memaparkan pengujian apa saja yang akan dilakukan pada simulasi alat. Selain itu, pada bab ini juga terdapat paparan Analisa dan hasil pengukuran dan pengujian.

6. BAB VI PENUTUP

Bab penutup dalam laporan adalah bagian yang menyajikan kesimpulan dari seluruh pembahasan dan hasil penelitian, serta memberikan rekomendasi atau saran yang relevan berdasarkan temuan yang ada.