

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Krisis iklim global telah meningkatkan frekuensi dan intensitas kejadian cuaca ekstrem di Indonesia[1], sehingga menimbulkan ancaman serius bagi lingkungan, kesehatan, ekonomi, dan keamanan[2]. Dampak tersebut sangat dirasakan pada sektor perikanan tangkap, khususnya oleh nelayan tradisional yang memiliki tingkat ketergantungan tinggi terhadap kondisi cuaca dan laut. Berbeda dengan kapal modern yang telah dilengkapi perangkat navigasi dan sistem informasi cuaca yang memadai, sebagian besar nelayan tradisional di Indonesia masih mengandalkan pengalaman, intuisi, dan pengamatan alam dalam menentukan waktu melaut. Kondisi ini menyebabkan nelayan tradisional menjadi kelompok yang paling rentan terhadap perubahan cuaca yang tidak menentu[3]. Cuaca ekstrem seperti hujan lebat, gelombang tinggi, dan angin kencang sering kali terjadi secara tiba-tiba sehingga sulit diprediksi hanya berdasarkan pengalaman dan pengamatan alam. Keterbatasan akses terhadap informasi cuaca yang akurat sebelum keberangkatan melaut menyebabkan sebagian nelayan tetap memutuskan untuk berangkat meskipun terdapat potensi cuaca yang membahayakan. Akibatnya, risiko kecelakaan laut, kerusakan kapal, hingga kehilangan nyawa menjadi semakin tinggi.

Di Indonesia, lebih dari 60% kecelakaan laut melibatkan kapal nelayan tradisional, dan cuaca buruk merupakan salah satu penyebab utama kecelakaan[4]. Cuaca yang semakin sulit diprediksi ini meningkatkan risiko kecelakaan dan kerugian ekonomi, sehingga diperlukan sistem pemantauan dan peringatan dini yang andal untuk melindungi keselamatan nelayan dan infrastruktur pesisir[5].

Bencana cuaca ekstrem, khususnya angin kencang[6], berpotensi menyebabkan kerusakan serius pada infrastruktur kapal nelayan tradisional[7]. Oleh karena itu, diperlukan sistem peringatan dini yang efektif dan akurat[8]. Keterbatasan sistem pemantauan cuaca konvensional[9] yang sering bersifat manual dan memerlukan biaya yang relatif tinggi[10], serta tidak mampu menyediakan data secara *real-time*[11], menjadi salah satu faktor yang mendorong penggunaan *Iot*[12]. Teknologi *Iot* memungkinkan proses pengumpulan, pemrosesan, dan pertukaran data dilakukan secara otomatis dan *real-time*[13].

Penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* memungkinkan pengembangan *prototipe* alat pendeteksi cuaca yang ringkas namun tetap akurat dengan memanfaatkan sensor suhu, kelembapan, kecepatan angin, dan curah hujan yang terintegrasi dengan mikrokontroler.

Dalam implementasinya, perangkat mikrokontroler yang banyak digunakan pada sistem pemantauan cuaca berbasis *Iot* adalah ESP32 S3[14],[15],[16]. ESP32 S3 dipilih karena memiliki kemampuan komunikasi *Wi-Fi* dan *Bluetooth Low Energy (BLE)*, performa pemrosesan data yang

baik, serta konsumsi daya yang relatif rendah[15]. Teknologi *Wi-Fi* digunakan untuk mengirimkan data sensor ke *cloud* secara *real-time* melalui jaringan *internet*[16], dan dapat beroperasi dengan konsumsi daya yang efisien[17]. Pengiriman data umumnya dilakukan menggunakan protokol *HTTP* atau melalui notifikasi berbasis aplikasi seperti *Telegram* untuk mendukung transfer data sensor yang cepat dan efisien[18].

Data cuaca yang diperoleh dari sensor kemudian dikirim oleh ESP32 S3 ke *server* melalui jaringan *Wifi* menggunakan protokol *HTTP*. Selanjutnya, data disimpan pada *Database MySQL* dan ditampilkan pada *dashboard monitoring* berbasis *web* secara *real-time* sehingga pengguna dapat memantau kondisi cuaca dengan mudah. [19]. Visualisasi data ini memungkinkan nelayan memperoleh informasi kondisi cuaca sebelum melakukan aktivitas melaut, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan apakah kondisi cuaca aman untuk berangkat atau tidak.

Sensor yang umum digunakan dalam sistem pemantauan cuaca berbasis *Iot* meliputi sensor suhu dan kelembapan DHT22 atau DHT11[20], sensor kecepatan dan arah angin yang diukur menggunakan *anemometer* dan *wind vane*[21], serta sensor curah hujan seperti *tipping bucket rain gauge* atau *raindrop sensor*[12]. Selain itu, pengukuran tekanan udara sering dilakukan menggunakan sensor BMP280 atau BMP180[5]. Akurasi sensor kecepatan angin dapat dikalibrasi dan divalidasi dengan mengacu pada data referensi yang dikeluarkan oleh BMKG[6].

Hasil observasi yang dilakukan di BMKG Kota Tegal menunjukkan bahwa informasi cuaca diperoleh melalui pengamatan beberapa parameter penting, seperti suhu udara, kelembapan udara, curah hujan, dan kecepatan angin. Parameter-parameter tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan kondisi cuaca pada suatu wilayah. Dari hasil pengamatan tersebut diketahui bahwa informasi cuaca yang akurat memerlukan proses pengukuran yang dilakukan secara kontinu menggunakan instrumen yang sesuai. Selain itu, hasil diskusi dengan petugas pengamatan cuaca menunjukkan bahwa keakuratan data sangat dipengaruhi oleh kualitas sensor yang digunakan serta proses kalibrasi terhadap data referensi. Oleh karena itu, dalam pengembangan sistem *monitoring* cuaca berbasis *Internet of Things (IoT)*, diperlukan pemilihan sensor yang sesuai serta pengujian hasil pengukuran agar data yang diperoleh dapat digunakan sebagai informasi pendukung dalam pengambilan keputusan.

Dalam sistem deteksi cuaca ekstrem, penentuan nilai ambang batas (*threshold*) menjadi bagian penting untuk menentukan tingkat keamanan kondisi cuaca bagi nelayan. Parameter seperti kecepatan angin, curah hujan, suhu, dan kelembapan dapat digunakan untuk mengklasifikasikan kondisi cuaca ke dalam kategori normal, waspada, dan bahaya. Kondisi cuaca normal menunjukkan nelayan masih aman untuk melaut, sedangkan kondisi waspada menunjukkan nelayan perlu lebih berhati-hati terhadap perubahan cuaca yang dapat terjadi sewaktu-waktu. Sementara itu, kondisi bahaya menunjukkan cuaca ekstrem yang berpotensi membahayakan keselamatan nelayan

sehingga tidak disarankan untuk melakukan aktivitas melaut. Dengan adanya *threshold* tersebut, sistem tidak hanya berfungsi sebagai *monitoring* cuaca, tetapi juga sebagai sistem pendukung keputusan bagi nelayan sebelum melakukan aktivitas melaut.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem peringatan dini cuaca ekstrem dapat dikembangkan menggunakan berbagai teknologi pemantauan cuaca yang memiliki tingkat akurasi tinggi [22]. Namun, sebagian teknologi tersebut memerlukan biaya yang besar dan infrastruktur yang kompleks, sehingga kurang sesuai untuk diterapkan pada sektor nelayan tradisional. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif yang lebih sederhana, ekonomis, dan mudah dioperasikan, seperti sistem deteksi cuaca ekstrem berbasis *Internet of Things (IoT)*.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pengembangan sistem deteksi cuaca ekstrem berbasis *Internet of Things (IoT)* menjadi salah satu alternatif solusi untuk mendukung penyediaan informasi kondisi cuaca secara *real-time*, akurat, dan mudah diakses oleh nelayan tradisional. Sistem ini dirancang sebagai media pendukung pengambilan keputusan sebelum keberangkatan melaut, sehingga nelayan dapat mengetahui kondisi cuaca terlebih dahulu sebelum memutuskan untuk berlayar serta mengurangi risiko berlayar pada kondisi cuaca yang tidak aman. Selain memberikan informasi dan peringatan dini terhadap potensi cuaca ekstrem, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan nelayan serta mengurangi risiko kecelakaan di laut. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan

implementasi sistem deteksi cuaca ekstrem berbasis *Internet of Things (IoT)* yang efektif, efisien, serta sesuai dengan kebutuhan nelayan tradisional.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem deteksi cuaca ekstrem berbasis *Iot* yang dapat digunakan oleh nelayan tradisional?
2. Parameter cuaca apa saja, seperti kecepatan angin, curah hujan, suhu, dan kelembapan, yang efektif untuk mendeteksi potensi cuaca ekstrem pada aktivitas nelayan tradisional?
3. Bagaimana sistem berbasis *Iot* dapat mengumpulkan, memproses, dan mengirimkan data cuaca secara *real-time* kepada nelayan tradisional?
4. Bagaimana mekanisme pemberian peringatan dini terhadap potensi cuaca ekstrem agar dapat meningkatkan keselamatan aktivitas nelayan tradisional?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas dari maksud dan tujuan yang telah ditetapkan, maka permasalahan dalam penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang merupakan sistem deteksi cuaca ekstrem berbasis *Iot* yang diperuntukkan khusus bagi sektor nelayan tradisional.
2. Parameter cuaca yang diamati dibatasi pada kecepatan angin, curah hujan, suhu udara, dan kelembapan.
3. Pengambilan dan pengiriman data cuaca dilakukan secara *real-time*

menggunakan sensor dan mikrokontroler berbasis *Iot*.

4. Sistem peringatan dini cuaca ekstrem dibatasi pada pemberian notifikasi melalui aplikasi atau media komunikasi seperti *Telegram*.
5. Sistem tidak membahas peramalan cuaca jangka panjang, melainkan hanya mendeteksi kondisi cuaca ekstrem berdasarkan nilai ambang batas tertentu.
6. Pengujian sistem dilakukan dalam skala *prototipe* dan tidak mencakup implementasi penuh di seluruh wilayah perairan.
7. Akurasi data cuaca dibatasi pada kemampuan dan spesifikasi sensor yang digunakan.
8. Penelitian ini tidak membahas aspek jaringan secara mendalam serta tidak mencakup pembahasan terkait sumber daya listrik seperti baterai.

1.4. Tujuan

Tujuan penelitian ini disusun berdasarkan rumusan masalah dan fokus penelitian. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengembangkan sistem berbasis *Iot* untuk memantau kondisi cuaca secara *real-time* di wilayah perairan, khususnya bagi nelayan tradisional.
2. Mengintegrasikan sensor cuaca, seperti suhu, kelembapan, kecepatan angin, dan curah hujan, sebagai parameter pendeteksi potensi cuaca ekstrem pada sektor nelayan tradisional.
3. Merancang mekanisme pengolahan data cuaca untuk menentukan kondisi cuaca normal maupun ekstrem.

4. Membangun sistem peringatan dini terhadap potensi cuaca ekstrem yang mudah diakses oleh nelayan tradisional melalui perangkat digital.
5. Menguji kinerja dan keandalan sistem deteksi cuaca ekstrem berbasis *Iot* dalam mendukung pengambilan keputusan nelayan tradisional sebelum dan saat melaut.

1.5. Manfaat

1.5.1. Bagi Mahasiswa

- a. Menambah wawasan dan pemahaman mahasiswa dalam penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* pada bidang kelautan dan perikanan.
- b. Melatih kemampuan mahasiswa dalam merancang, membangun, dan mengimplementasikan sistem berbasis sensor dan *monitoring* cuaca.
- c. Menjadi sarana penerapan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan ke dalam solusi nyata yang bermanfaat bagi masyarakat.
- d. Menjadi referensi dan pengalaman akademik untuk penyusunan tugas akhir atau penelitian lanjutan.

1.5.2. Bagi Universitas Harkat Negeri

- a. Mendukung pengembangan penelitian terapan yang relevan dengan kebutuhan masyarakat, khususnya sektor nelayan tradisional.

- b. Meningkatkan kontribusi universitas dalam pemanfaatan teknologi untuk keselamatan dan kesejahteraan masyarakat pesisir.
- c. Menjadi bahan referensi akademik bagi mahasiswa dan dosen dalam bidang *Iot* dan sistem *monitoring* cuaca.

1.5.3. Bagi Nelayan Tradisional

- a. Membantu nelayan memperoleh informasi cuaca secara *real-time* dan lebih akurat.
- b. Memberikan peringatan dini terhadap potensi cuaca ekstrem sehingga dapat meningkatkan keselamatan saat melaut.
- c. Membantu nelayan dalam pengambilan keputusan sebelum berangkat melaut.

1.6. Sistematika Penulisan Laporan

Untuk mempermudah penulisan dan pembaca, maka penulisan dalam penelitian ini menggunakan sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini dijelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisi tentang objek penelitian terkait dan landasan teori. yaitu berupa materi tentang penelitian-penelitian yang serupa dengan penelitian yang akan dilakukan dan membahas teori-teori tentang kajian yang diteliti.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini membahas tentang Langkah-langkah / tahapan perencanaan dengan bantuan beberapa metode, teknik, alat (*tools*) yang digunakan seperti Prosedur Penelitian dan metode pengumpulan data.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN

Dalam bab ini menguraikan analisis dari permasalahan yang ada, serta perancangan *Software* dari permasalahan tersebut.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisi tentang hasil akhir dari sistem penelitian yang dibuat dan pembahasan tentang mekanisme kerjanya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisi kesimpulan mengenai seluruh proses tugas akhir yang telah dilakukan.

LAMPIRAN

Lampiran berisi informasi tambahan yang sebagai pendukung kelengkapan laporan, antara lain dari tempat penelitian, serta data-data lain yang di perlukan.