

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Angin adalah gerakan udara secara horizontal yang terjadi sebagai akibat perbedaan suhu, tekanan udara, dan distribusi massa udara di permukaan bumi. Angin memiliki peran penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia dan lingkungan. Namun, ketika angin mencapai kecepatan yang tinggi, dapat menyebabkan bencana alam seperti angin puting beliung. Angin puting beliung adalah fenomena cuaca yang berbahaya dan sering terjadi di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Angin Puting Beliung merupakan salah satu bencana alam sering terjadi dengan kontribusi sebesar 21% dari keseluruhan bencana alam yang terjadi di Indonesia [1]. Fenomena ini ditandai dengan angin kencang berputar dengan kecepatan tinggi dan dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan, pohon, dan infrastruktur lainnya. Bencana angin puting beliung sering kali terjadi secara tiba-tiba, sehingga penting untuk memiliki sistem peringatan dini atau *early warning system* [2].

Early warning system adalah sistem yang dibuat untuk memberikan peringatan dini tentang kemungkinan terjadinya bencana atau situasi berbahaya. Sistem ini sangat penting dalam mengurangi risiko dan kerugian yang disebabkan oleh badai dan angin puting beliung. Dengan memanfaatkan sistem peringatan dini, diharapkan masyarakat dapat mempersiapkan diri dan melakukan tindakan pencegahan yang tepat serta meminimalisir terjadinya korban. Sistem *monitoring* kecepatan angin menjadi salah satu komponen penting dalam sistem peringatan dini angin puting beliung. Dengan memantau kecepatan angin secara terus-menerus, dapat diketahui apakah angin mencapai level bahaya yang dapat mengindikasikan potensi terjadinya angin puting beliung. Sistem *monitoring* ini dapat menggunakan berbagai teknologi seperti anemometer dan sensor kecepatan angin lainnya yang terhubung dengan *Internet of Things* (IoT)[3].

Teknologi terus berkembang sesuai dengan perkembangan zaman, dan salah satu teknologi yang tengah berkembang pesat adalah *Internet of Things* (IoT). IoT adalah sebuah paradigma teknologi yang menjanjikan untuk mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia fisik. IoT merujuk pada jaringan benda fisik, perangkat, sensor, dan mesin yang terhubung dan dilengkapi dengan koneksi internet yang memungkinkan mereka untuk mengumpulkan dan bertukar data secara *real-time*. Teknologi IoT memiliki potensi untuk memberikan wawasan dan pengetahuan *real-time* yang dapat diaplikasikan di berbagai sektor, termasuk di bidang kesehatan, transportasi,

pertanian, dan manufaktur, yang dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya, dan meningkatkan pengalaman pengguna [4].

Teknologi IoT dapat diimplementasikan salah satunya dengan menggunakan *Low Power Wide Area Network* (LPWAN). LPWAN adalah teknologi jaringan nirkabel yang dirancang dapat mengirimkan data dalam jarak yang jauh dengan konsumsi daya yang rendah sehingga komunikasi menjadi efisien dan efektif, seperti pada daerah pedesaan dengan jangkauan 10-40 km dan daerah perkotaan dapat mencapai 1-5 km. LPWAN dapat membantu meningkatkan produktivitas dan efisiensi pada berbagai sektor industri. Contoh dari teknologi LPWAN adalah LoRa, yang memiliki kemampuan untuk mengirimkan data pada jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah [5].

LoRa adalah sebuah modulasi radio *Long Range Access* yang memungkinkan pengiriman data pada jarak hingga 10 - 15 km dengan konsumsi daya yang rendah. Frekuensi yang digunakan oleh LoRa beroperasi pada pita frekuensi bebas atau tidak berlisensi (2,4 GHz, 868/915 MHz, 433 MHz, dan 169 MHz) bervariasi tergantung pada wilayahnya, seperti di Eropa 869 MHz, Amerika 915 MHz [6]. Frekuensi LoRa di Indonesia diatur dalam Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No 1 Tahun 2019 Tentang Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio Berdasarkan Izin Kelas, dengan rentang frekuensi LoRa 920-923 MHz [7]. Modulasi LoRa mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan teknologi nirkabel lainnya seperti *WiFi*, *bluetooth*, *seluler*, diantaranya LoRa mempunyai jangkauan yang sangat jauh dengan konsumsi daya yang rendah dan dapat bekerja pada area berkepadatan tinggi dan kepadatan rendah [8].

Komponen utama pada sistem LoRa meliputi *node*, *gateway*, dan *server*. *Node* berfungsi sebagai pengirim atau penerima data dalam bentuk paket melalui sinyal transmisi LoRa, *node* dapat berupa sensor atau perangkat lainnya yang dilengkapi modul LoRa. *Gateway* berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan sinyal antara *node* dengan *server* dan bertugas mengatur dan mengoptimalkan penggunaan frekuensi pada sistem LoRa. *Server* berfungsi sebagai pusat pengolahan data yang diterima dari *gateway* dan melakukan proses pengaturan data untuk diteruskan ke aplikasi atau sistem lainnya. Sebagai teknologi komunikasi nirkabel, LoRa dapat digunakan sebagai sensor pemantauan dan *monitoring* pada sistem peringatan dini atau *early warning system*. Perangkat LoRa *End* diharapkan dapat mengumpulkan data dan informasi secara *real-time* [9].

Sistem peringatan dini bencana angin menggunakan teknologi LoRa dapat *memonitoring* kecepatan angin di suatu wilayah dengan lebih efisien. Anemometer yang dipasang pada LoRa dapat digunakan sebagai *sensor node* atau nirkabel yang bisa mengumpulkan data kecepatan angin pada wilayah yang rawan bencana. Data tersebut dikirim ke *server* melalui *gateway* dan diolah menjadi informasi yang berguna untuk memprediksi terjadinya bahaya angin puting beliung [10]. Sistem teknologi LoRa juga dapat diintegrasikan dengan melalui notifikasi Telegram,

dengan informasi tersebut masyarakat dapat mendapatkan informasi secara real-time dan membantu masyarakat lebih tanggap bencana.

Arsitektur penelitian ini berfokus pada mekanisme aliran data dari *sensor node* ke *gateway* dan menyimpan data ke *server*. Perangkat *sensor node* yang digunakan adalah Anemometer yang dihubungkan dengan mikrokontroler Mappi32 yang telah mempunyai fitur LoRa. Pengujian fungsionalitas dilakukan untuk menguji akurasi dari anemometer yang telah dirancang dan pengujian jarak juga dilakukan untuk mengetahui parameter tingkat keberhasilan variabel yaitu RSSI (*Received Signal Strength Indication*).

Penelitian berjudul “Purwarupa Sistem Peringatan Dini Bencana Alam Angin Puting Beliung Berdasarkan Kecepatan Angin Berbasis Jaringan Kabel” [11]. Pada penelitian tersebut memerlukan biaya operasional yang tinggi untuk mengelola jaringan kabel secara luas. Kurangnya akurasi data yang didapatkan karena terbatas pada jangkauan titik-titik wilayah tertentu yang terpasang jaringan kabel. Sehingga pada penelitian ini modulasi LoRa mempunyai jangkauan yang lebih luas, biaya operasional dan konsumsi daya yang rendah dan mengirimkan data secara cepat dan stabil.

Pada penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Kecepatan dan Arah Angin Berbasis Mikrokontroler AT89S51 Melalui Layanan SMS” [12] didapatkan bahwa adanya keterbatasan pengiriman informasi jika berada diluar jangkauan sinyal dan jumlah karakter yang terbatas pada SMS. Tidak adanya fitur *real-time* yang dapat memantau kecepatan angin secara langsung. Sehingga pada penelitian ini platform IoT Ubidots yang diintegrasikan dengan notifikasi Telegram dapat memberikan informasi secara *real-time* dan lebih akurat.

Penelitian berjudul “Rancang Bangun Alat *Monitoring* Kecepatan Angin Dengan Koneksi Wireless Menggunakan Arduino Uno” [13] alat *monitoring* kecepatan angin ini hanya menampilkan data secara real-time melalui LCD, Anemometer yang digunakan kurang cocok untuk kondisi angin yang berbeda dan pengujian alat hanya dilakukan di lingkungan laboratorium. Sehingga pada penelitian ini menggunakan jenis anemometer yang telah dihubungkan dengan mikrokontroler Mappi32 yang mempunyai fitur LoRa dapat mengirimkan data ke *server* secara lebih efisien dan memiliki jangkauan jarak yang lebih jauh.

Pada penelitian sebelumnya mengenai “Rancang Bangun Sistem Pembacaan Sensor Kecepatan Angin, Suhu, Dan Kelembapan Dengan Teknologi LoRa” [14]. Penelitian tersebut dilakukan pengujian jarak sejauh 400 meter secara *line of sight* mampu mengirimkan data kecepatan angin dari *node* ke *gateway* menuju *server* dengan baik. Namun pada penelitian tersebut tidak dilengkapi dengan parameter RSSI (*Received Signal Strength Indication*) dan hanya fokus pada bagian pengiriman data tanpa adanya uji kalibrasi pada anemometer serta tidak memiliki fitur *early warning system*. Oleh karena itu pada penelitian ini akan menggunakan *sensor node*

anemometer yang dihubungkan dengan mikrokontroler Mappi32 support LoRa dengan antenna 3 dBi. *Gateway* juga terdiri dari Mikrokontroler Mappi32. Server IoT yang digunakan yaitu Ubidots. Ubidots merupakan salah satu platform *server* atau *cloud* yang dapat digunakan untuk menampung data mengolah, dan menampilkan data dari perangkat IoT, dan juga diintegrasikan dengan notifikasi pada Telegram. Penelitian ini menguji akurasi pada anemometer yang telah dirancang dengan cara mengukur kesalahan relatifnya. Kesalahan relatif adalah ukuran persentase seberapa dekat nilai kecepatan angin yang diukur dengan nilai kecepatan angin yang seharusnya atau diharapkan. Pengujian jarak dilakukan dengan parameter RSSI (*Received Signal Strength Indication*) dengan kondisi *non-line of sight* pada daerah hijau Universitas Andalas.

Dengan memperhatikan hal tersebut maka penulis membuat serta mengerjakan tugas akhir dengan judul **“PERANCANGAN ALAT *MONITORING* KECEPATAN ANGIN UNTUK APLIKASI SISTEM PERINGATAN DINI BERBASIS LoRa MELALUI UBIDOTS DAN NOTIFIKASI TELEGRAM”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan dan implementasi *prototipe* pada sistem *monitoring* kecepatan angin untuk aplikasi sistem peringatan dini berbasis LoRa sebagai alat komunikasi data?
2. Bagaimana melakukan pengujian akurasi pada anemometer yang dirancang?
3. Bagaimana nilai RSSI LoRa pada sistem *monitoring* kecepatan angin?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang sistem *monitoring* kecepatan angin untuk aplikasi sistem peringatan dini berbasis komunikasi LoRa.
2. Menganalisa akurasi pada anemometer yang dirancang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini:

1. Dapat merancang suatu sistem *monitoring* kecepatan angin untuk aplikasi sistem peringatan dini menggunakan komunikasi LoRa
2. Memberikan informasi mengenai data kecepatan angin secara akurat untuk aplikasi sistem peringatan dini.
3. Mampu memahami karakteristik, kelebihan dan kekurangan komunikasi LoRa

1.5 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah pada tugas akhir ini diantaranya:

1. Transmisi data dilakukan satu arah (*half duplex*)
2. Pengujian akurasi pada anemometer dilakukan menggunakan *wind tunnel* di laboratorium Dinamika Fluida Jurusan Teknik Mesin Universitas Andalas. dibandingkan dengan anemometer digital
3. Pengujian alat dilakukan dengan kondisi *non line of sight* pada daerah Hijau Universitas Andalas dengan 2 variasi tempat.
4. Pengujian pertama dilakukan di Jurusan Teknik Elektro, Universitas Andalas pada lantai 1, 2, 3 dan 4. *Sensor node* berada di lantai 4.
5. Pengujian kedua dilakukan dengan variasi jarak 100 m, 200 m, 300 m, 400 m, dan 500m dengan lokasi *sensor node* berada di depan Laboratorium Sentral Universitas Andalas, sedangkan lokasi *gateway* berada pada kelipatan 100 meter dari *sensor node*.
6. Mikrokontroler yang digunakan adalah Mappi32 dan juga sebagai pengolah sinyal LoRa
7. Menggunakan *software* Arduino IDE, Ubidots, dan Telegram

1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1: Pendahuluan

Bab ini terdiri dari sub-sub latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan

BAB 2: Dasar Teori

Bab ini berisikan teori-teori pendukung yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan tugas akhir

BAB 3: Metodologi Penelitian

Bab ini berisikan tentang metodologi perancangan, pengambilan data, simulasi dan pengujian

BAB 4: Hasil dan pembahasan

Bab ini berisikan analisis dari penelitian tugas akhir ini.

BAB 5: Penutup

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan data dari penelitian yang telah dilakukan.