

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) merupakan lembaga pemerintah yang bertugas melakukan pengamatan kondisi cuaca, penyusunan prakiraan cuaca, serta pemberian peringatan dini terkait cuaca. Dalam pelaksanaannya, pengamatan dilakukan menggunakan berbagai instrument yang ditempatkan pada lokasi tertentu untuk merepresentasikan kondisi lingkungan sekitarnya, yang dikenal sebagai stasiun [1]. Namun demikian, sistem pemantauan cuaca yang umum digunakan saat ini masih bersifat statis, yaitu hanya melakukan pengukuran pada satu titik lokasi tertentu. Keterbatasan dalam menggambarkan kondisi atmosfer secara vertikal atau berdasarkan variasi ketinggian terutama pada lapisan udara rendah (*lower atmosphere*). Metode profil atmosfer vertikal menjadi salah satu solusi dalam mengatasi keterbatasan tersebut, yaitu melalui analisis perubahan parameter cuaca seperti suhu, tekanan, dan kelembaban terhadap ketinggian [2].

Perubahan suhu dan tekanan udara cenderung menurun seiring bertambahnya ketinggian [3], sedangkan kelembaban dapat berubah tergantung kondisi lapisan atmosfer [4]. Berdasarkan kondisi tersebut, pengambilan data pada beberapa tingkat ketinggian diperlukan agar diperoleh gambaran kondisi atmosfer yang lebih representatif. Wei *et al.* [5] menyatakan bahwa pada wilayah pegunungan dan perbukitan, parameter seperti angin, suhu, dan kelembapan mengalami perubahan yang signifikan terhadap ketinggian. Variasi tersebut dipengaruhi oleh kondisi topografi serta proses atmosfer lokal, seperti angin lembah gunung dan sirkulasi pesisir. Fenomena ini menunjukkan bahwa karakteristik atmosfer pada wilayah dengan kontur tidak rata memiliki dinamika yang lebih kompleks dibandingkan wilayah datar. Wilayah Senggarang termasuk salah satu daerah di Kepulauan Riau yang memiliki karakteristik geografis berupa kombinasi daerah pesisir dan perbukitan. Karakteristik wilayah tersebut menyebabkan parameter cuaca berubah pada setiap ketinggian.

Basha *et al.* [6] menyatakan bahwa sistem *monitoring* cuaca umumnya menggunakan beberapa sensor seperti DHT11 untuk mengukur suhu dan

kelembapan, BMP180 untuk mengukur tekanan udara, serta sensor hujan dan sensor gas untuk parameter lingkungan lainnya. Namun, penggunaan beberapa sensor secara terpisah menyebabkan sistem menjadi lebih kompleks dan membutuhkan lebih banyak komponen tambahan. Selain itu, Fahim *et al.* [7] menyatakan bahwa sensor DHT11 memiliki keterbatasan pada tingkat akurasi pengukuran suhu dan kelembapan, sedangkan BMP180 hanya mampu mengukur tekanan udara sehingga diperlukan sensor tambahan untuk memperoleh parameter atmosfer secara lengkap. Pada keterbatasan sensor tersebut, sehingga digunakan BME280 seperti yang dinyatakan oleh Chodorek *et al.* [8] bahwa BME280 mampu mengukur suhu, kelembapan, dan tekanan udara dalam satu modul sensor sehingga lebih efisien dibandingkan penggunaan beberapa sensor terpisah. Selain itu, sensor BME280 memiliki ukuran yang kecil, konsumsi daya rendah, dan tingkat akurasi yang baik.

Dalam proses pengiriman data parameter seperti suhu, kelembapan, dan tekanan udara diperlukan teknologi komunikasi yang mampu mendukung transmisi jarak jauh dengan konsumsi daya rendah. Selain itu, teknologi komunikasi harus tetap bekerja secara optimal pada wilayah dengan keterbatasan jaringan internet. Salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang memenuhi kriteria tersebut adalah LoRa (*Long Range*) [9]. LoRa (*Long Range*) merupakan salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang memiliki potensi besar karena mampu menyediakan jangkauan komunikasi jarak jauh dengan kebutuhan konsumsi daya yang relatif rendah [9]. Pada sistem *monitoring* ini, komunikasi LoRa digunakan sebagai media transmisi data untuk mengirimkan data dari berbagai parameter cuaca yang dibawa oleh drone, yaitu suhu udara, kelembapan udara, tekanan udara, serta data posisi berbasis *Global Positioning System* (GPS) [10], [11].

Penggunaan sistem *monitoring* berbasis drone, menunjukkan bahwa pengambilan data cuaca dapat dilakukan secara fleksibel pada berbagai titik dan ketinggian. Drone merupakan pesawat tanpa awak yang dapat dioperasikan secara jarak jauh dan mampu membawa berbagai sensor untuk melakukan pengukuran parameter atmosfer pada berbagai ketinggian [12], [13]. Penggunaan drone memberikan kemudahan dalam proses pengambilan data, terutama pada wilayah yang sulit dijangkau oleh metode statis, seperti daerah pesisir dan perbukitan di

Senggarang. Pengembangan sistem *monitoring* cuaca *portable* pada *platform* drone diharapkan dapat membuat proses pengambilan data di lapangan dan dapat merepresentasikan kondisi atmosfer secara vertikal tanpa keterbatasan pengukuran statis. Rancangan ini menghasilkan sistem *monitoring portable* untuk pengukuran parameter atmosfer pada berbagai ketinggian. Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dirancang dan diuji kinerja sistem *monitoring* cuaca pada *platform* (media) drone dengan integrasi sensor BME280, komunikasi LoRa, dan GPS.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem *monitoring* cuaca pada *platform* drone yang mampu mengukur parameter suhu, kelembaban, dan tekanan udara dengan variasi ketinggian 0 hingga 50 meter secara stabil dan *real-time*?
2. Bagaimana karakteristik perubahan parameter suhu, kelembaban, dan tekanan udara terhadap variasi ketinggian di wilayah Senggarang?
3. Bagaimana performa komunikasi LoRa dalam pengiriman data dari drone ke stasiun darat berdasarkan parameter RSSI, SNR, dan *packet loss*?

C. Batasan Penelitian

Pembatasan pada penelitian ini ditetapkan agar menjaga ruang lingkup penelitian tetap fokus dan dapat diselesaikan, adapun batasan-batasan penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Sistem *monitoring* parameter cuaca hanya terdiri dari sensor suhu udara, kelembapan udara, dan tekanan udara.
2. Drone dioperasikan 0 meter hingga 50 meter dengan interval 10 meter
3. Pengujian sistem dilakukan di dua lokasi, yaitu Klenteng yang mewakili daerah pesisir dan depan Kantor Wali Kota Senggarang yang mewakili daerah perbukitan.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem *monitoring* cuaca berbasis drone yang mampu mengukur parameter suhu, kelembaban, dan tekanan udara pada variasi ketinggian 0 sampai dengan 50 meter secara *real-time*.
2. Menganalisis perubahan parameter suhu, kelembaban, dan tekanan udara terhadap variasi ketinggian untuk memperoleh profil atmosfer vertikal di wilayah Senggarang.
3. Menganalisis performa komunikasi LoRa berdasarkan nilai RSSI, SNR, dan *packet loss* dalam proses transmisi data.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang akan didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan sistem *monitoring* cuaca menggunakan sensor BME280, GPS & LoRa dengan media wahana terbang (drone).
2. Menjadi alternatif solusi pengukuran cuaca lapisan udara rendah pada wilayah yang sulit dijangkau menara cuaca atau stasiun BMKG yang statis.
3. Menyediakan sistem yang mampu mengirim data jarak jauh tanpa internet menggunakan LoRa.
4. Menyediakan parameter cuaca yang *real time*.