

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Angin merupakan salah satu elemen cuaca yang sangat berpengaruh terhadap kondisi atmosfer di suatu wilayah. Perubahan kecepatan dan arah angin dapat menyebabkan berbagai fenomena cuaca ekstrem, seperti badai, hujan deras, dan gelombang tinggi (Wattimena & Salamena, 2022). Berdasarkan peraturan BMKG Nomor : KEP. 009 Tahun 2010 Tentang Prosedur Standar Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan, dan Diseminasi Informasi, cuaca ekstrem ditandai dengan angin kencang melebihi 25 knot, angin puting beliung lebih dari 34,8 knot, serta hujan dengan intensitas tinggi (S. P. Ilham *et al.*, 2022). Perubahan pola angin yang mendadak dapat berdampak buruk terutama di Tanjung Balai Karimun yang berbatasan langsung dengan laut. Berdasarkan berita yang dilampirkan oleh Lendoot dan Metro TV (Lendoot, 2024 & Metro TV, 2024), dalam beberapa tahun terakhir Tanjung Balai Karimun telah mengalami angin puting beliung sebanyak tiga kali yang menyebabkan kerusakan infrastruktur dan korban jiwa.

Pemantauan kecepatan angin menjadi hal yang penting untuk mengurangi risiko akibat perubahan angin yang tidak menentu. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT), yang memungkinkan pengumpulan dan pemantauan data kecepatan angin secara *real-time*. Dengan adanya teknologi ini, masyarakat dapat lebih mudah memahami kondisi cuaca dan mengambil tindakan pencegahan lebih awal. Salah satu standar yang sering digunakan dalam mengklasifikasikan dan memahami kecepatan angin

adalah Skala *Beaufort*, yang menggambarkan kekuatan angin berdasarkan dampaknya terhadap lingkungan sekitar (V. Sari & Maulidany, 2020).

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) berkembang pesat dalam membantu analisis dan klasifikasi cuaca. AI memungkinkan komputer mengenali pola data, menentukan klasifikasi, serta menghasilkan keputusan secara otomatis. Berbagai metode *machine learning* telah diterapkan untuk meningkatkan akurasi dalam memprediksi cuaca, termasuk kecepatan dan arah angin. Data cuaca dapat dianalisis lebih cepat dan akurat sehingga membantu masyarakat serta berbagai sektor dalam mengambil langkah tepat saat menghadapi perubahan cuaca ekstrem. Penerapan AI dalam sistem monitoring cuaca juga membuka peluang deteksi dini terhadap potensi bencana alam seperti badai atau angin kencang. Peran *machine learning* sangat penting dalam mengenali pola, melakukan klasifikasi, serta memprediksi kondisi cuaca berdasarkan data historis maupun data *real-time* yang diperoleh (Siti, 2023).

Algoritma *Random Forest* menjadi salah satu metode *machine learning* yang banyak digunakan dalam klasifikasi cuaca (Febtiawan *et al.*, 2024). Algoritma ini membangun banyak pohon keputusan dari subset data dan fitur yang dipilih secara acak kemudian menggabungkan hasilnya untuk menghasilkan prediksi akhir yang stabil dan akurat. Pendekatan tersebut membuat *Random Forest* sangat efektif dalam menangani data cuaca yang bersifat non-linear dan kompleks, termasuk perubahan kecepatan angin yang sering sulit diprediksi (Fadil *et al.*, 2024). *Random Forest* juga dikenal mampu mengurangi risiko *overfitting* sehingga lebih andal dalam mengenali pola dari data cuaca yang bervariasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Risanti, (2024) menunjukkan bahwa algoritma ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi sebesar 84% dalam memprediksi cuaca dibandingkan dengan metode lainnya. Oleh karena itu, penerapan *Random Forest* dapat menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan kesiapsiagaan terhadap cuaca ekstrem. Penelitian yang dilakukan oleh Fadil *et al.*, (2024) menjelaskan bahwa *Random Forest* mampu melakukan klasifikasi kondisi cuaca menggunakan data historis BMKG Cilacap, mampu menangani data cuaca yang bersifat non-linear, serta memberikan hasil klasifikasi kondisi cuaca yang akurat. Penelitian yang dilakukan oleh Dwiyanti & Prianto, (2023) menjelaskan bahwa *Random Forest* mampu mengolah data historis, menangani ketidakseimbangan kelas, dan memberikan performa evaluasi yang baik.

Oleh karena itu, penerapan *machine learning*, terutama algoritma *Random Forest* menjadi sangat penting dalam penelitian ini karena mampu memberikan solusi terhadap tantangan klasifikasi data. Sistem pemantauan cuaca berbasis IoT yang didukung oleh algoritma *Random Forest* mampu mengklasifikasikan kecepatan angin secara akurat berdasarkan data kecepatan dan arah angin, sehingga meningkatkan ketepatan dalam interpretasi kategori cuaca sesuai dengan skala yang telah ditentukan. Pendekatan ini juga memungkinkan pengolahan data dalam jumlah besar secara efisien, mendukung pengambilan keputusan berbasis data yang dibutuhkan oleh masyarakat dan instansi terkait dalam meningkatkan kesiapsiagaan terhadap perubahan cuaca mendadak.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah penelitian ini bagaimana merancang sistem pemantauan kecepatan dan arah angin berbasis IoT dengan indikator visual serta bagaimana menentukan klasifikasi kecepatan angin berdasarkan skala *beaufort* menggunakan algoritma *Random Forest*.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memantau kecepatan dan arah angin di wilayah pesisir dengan menggunakan *platform Thingspeak* dan indikator visual. Penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan klasifikasi kecepatan angin berdasarkan skala *beaufort* dengan menerapkan algoritma *Random Forest*.

D. Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan penelitian, agar topik terfokus pada permasalahan yang diangkat maka diperlukan batasan masalah yaitu :

1. Pemantauan dilakukan hanya untuk mengukur arah dan kecepatan angin menggunakan sensor anemometer dan sensor arah angin.
2. Data yang diperoleh diklasifikasi menggunakan algoritma *Random Forest*.
3. Pemantauan kecepatan angin dan arah angin pada penelitian ini berfokus dengan menggunakan salah satu *platform* IoT yaitu *Thingspeak* dan indikator visual.
4. Klasifikasi dan pengukuran akurasi dilakukan dengan menggunakan pemrograman Python pada *platform Google Collab*.
5. Pada penelitian ini pengambilan data dilakukan selama sepuluh hari.
6. Lokasi pengujian alat dilakukan di Menara BUMN Coastal Area Karimun

E. Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan yang diperoleh manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Bagi masyarakat, penelitian ini memberikan manfaat bagi masyarakat dengan menyediakan informasi *real-time* mengenai kecepatan dan arah angin yang dapat diakses melalui *platform Thingspeak*. Data yang disajikan dalam penelitian ini didasarkan pada skala kecepatan angin *Beaufort* yang merupakan standar dalam mengukur intensitas angin. Informasi yang *real-time* juga dapat digunakan oleh masyarakat yang bergantung pada kondisi angin seperti nelayan untuk membantu mereka dalam melihat kondisi angin sebelum bekerja.
2. Bagi Stasiun Meteorologi RHA Tanjung Balai Karimun, penelitian ini bermanfaat untuk mengklasifikasikan data kecepatan angin berdasarkan skala Beaufort menggunakan algoritma *Random Forest*. Algoritma ini membantu dalam prediksi dan klasifikasi yang lebih akurat sehingga data yang dihasilkan lebih valid dan dapat digunakan untuk pemantauan jangka panjang. Dengan sistem yang lebih cerdas dan otomatis, stasiun meteorologi dapat meningkatkan efisiensi dalam melakukan analisis cuaca.
3. Bagi akademisi dan peneliti, penelitian ini bermanfaat dalam memberikan kontribusi yang signifikan dalam dunia akademik dan penelitian terutama dalam bidang pemantauan cuaca dan klasifikasi kecepatan angin menggunakan skala Beaufort. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berfokus pada peningkatan akurasi klasifikasi

angin dengan mengombinasikan berbagai sensor dan algoritma kecerdasan buatan lainnya. Selain itu, penelitian ini membuka peluang besar dalam pengembangan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) dan *machine learning* untuk memantau pola kecepatan dan arah angin secara lebih efisien dan berkelanjutan. Dengan teknologi yang semakin berkembang, penelitian ini bisa menjadi dasar bagi inovasi di masa depan seperti alat pemantauan cuaca berbasis AI yang lebih akurat dan mudah diakses oleh berbagai pihak.

