

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa termasuk dalam wilayah tropis yang memiliki curah hujan tinggi dengan rata-rata 2000 hingga 3000 milimeter per tahun dan energi panas dari sinar matahari yang cukup besar untuk proses penguapan air ke atmosfer. Kondisi ini menciptakan variasi cuaca yang beragam dan membutuhkan teknik prakiraan cuaca yang canggih, khususnya untuk prakiraan cuaca sesaat. Hal ini berguna untuk mendukung berbagai aktivitas seperti pertanian dan transportasi (Panggabean *et al.*, 2021); (Fajri *et al.*, 2019).

Cuaca merupakan keadaan atmosfer yang berubah dari waktu ke waktu di lokasi tertentu yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti suhu, kelembaban, curah hujan, tekanan udara, kecepatan angin, arah angin, lama penyinaran matahari, dan lain-lain. Mengingat dampak yang signifikan terhadap sektor pertanian, transportasi, pariwisata, dan upaya penanggulangan bencana, informasi cuaca yang tepat menjadi sangat penting karena memungkinkan masyarakat untuk mengambil tindakan dan persiapan yang diperlukan dalam menghadapi perubahan cuaca yang akan datang. Hal inilah yang menjadikan prakiraan cuaca sebagai kajian yang menarik dalam penelitian di bidang meteorologi (Lindawati *et al.*, 2023).

Studi tentang meteorologi telah memikat para peneliti untuk mengeksplorasi dinamika atmosfer. Hal tersebut telah dilakukan selama beberapa dekade untuk menghasilkan konsep-konsep baru dalam bidang meteorologi. Fokus utama dari penelitian tersebut adalah mengembangkan teknik prakiraan cuaca yang lebih efisien, dimana para ilmuwan mempelajari berbagai persamaan matematis dalam konteks dinamika meteorologi, fisika atmosfer, dan komputasi meteorologi (Fajri *et al.*, 2019). Sejalan dengan upaya ini, *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) menekankan pentingnya pengamatan satelit yang lebih baik, model komputer yang lebih rinci, dan kapasitas super komputer yang lebih besar untuk memperbaiki prediksi cuaca (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2020). Organisasi Meteorologi Dunia atau *World Meteorological*

*Organization* (WMO) melalui *The WMO World Weather Research Programme* (WWRP) mengidentifikasi sejumlah tantangan baru untuk pendekatan terkait cuaca. Tantangan-tantangan ini meliputi mengukur dan mengurangi ketidakpastian dalam prediksi, komunikasi prakiraan, dan indikasi dampak dari peringatan cuaca (*World Meteorological Organization*, 2015).

Prakiraan cuaca yang memprediksi kondisi masa depan berdasarkan data cuaca terkini dan masa lalu sangat penting bagi aktivitas manusia. Di Indonesia, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) secara berkala memperbarui prakiraan cuaca yang tersedia hingga sembilan hari ke depan dalam rentang waktu 1 jam. Mengingat cuaca pada hakikatnya berkaitan erat dengan aktivitas manusia, kemampuan memprediksi cuaca secara akurat dan tepat waktu menjadi sangat penting untuk mengambil keputusan terkait kegiatan sehari-hari. Meskipun kondisi cuaca terkini di Indonesia telah tersedia melalui BMKG di berbagai provinsi dan telah menggunakan beragam data dan model untuk prakiraan cuaca, para ahli BMKG merasa bahwa akurasi prediksi masih perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, pemilihan metode prakiraan yang lebih akurat terus diupayakan untuk meningkatkan keandalan prakiraan cuaca (Rifqi *et al.*, 2024); (Insani *et al.*, 2020).

Dalam beberapa dekade terakhir, kemajuan Teknologi Informasi telah memainkan peran kunci dalam mengubah berbagai industri, termasuk Data Mining yang merupakan proses investigasi dan analisis volume data yang besar untuk menemukan pola dan tren yang tidak jelas, sehingga sangat penting dalam mengekstrak wawasan yang dapat mendukung proses pengambilan keputusan (Shalsabilla *et al.*, 2023). Di zaman digital ini, kemajuan teknologi dan metode komputasi telah memfasilitasi penciptaan model-model prediksi cuaca yang lebih maju dan akurat, dengan *machine learning* yang merupakan bagian dari kecerdasan buatan menjadi salah satu metode yang sering digunakan untuk memprediksi cuaca karena kemampuannya memungkinkan mesin untuk mempelajari dan menyesuaikan diri dari data tanpa pemrograman yang spesifik (Dwiyanti & Prianto, 2023).

Meskipun penggunaan *machine learning* untuk memprediksi cuaca dapat memberikan hasil yang lebih cepat dan tepat dibandingkan metode tradisional,

memahami fenomena cuaca tetap menjadi tantangan karena dipengaruhi oleh berbagai faktor yang kompleks di setiap wilayah. Hal ini terlihat dari berbagai hambatan yang harus diatasi untuk meningkatkan keakuratan prediksi, termasuk keterbatasan data dan kerumitan serta variasi dari data cuaca sehari-hari seperti suhu, kelembaban udara, kecepatan angin, dan kondisi cuaca yang beragam. Tantangan lain yang tidak kalah penting adalah kemungkinan adanya fitur cuaca yang tidak terlalu berkaitan atau memiliki korelasi rendah dengan hasil cuaca yang diharapkan, yang bisa berpengaruh pada keakuratan prediksi cuaca (Lindawati *et al.*, 2023).

Penelitian mengenai analisis model prediksi cuaca menggunakan *Support Vector Machine*, *Gradient Boosting*, *Random Forest*, dan *Decision Tree* telah dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai akurasi, presisi, *F1 score*, dan *recall* serta membandingkan fitur yang memberikan pengaruh paling besar terhadap hasil prediksi cuaca. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa *Random Forest* memiliki performa terbaik dengan akurasi sekitar 85% dan presisi 86%, dimana tiga dari empat model yang diuji mencapai akurasi di atas 80% (Risanti *et al.*, 2024).

Penelitian mengenai *comparative analysis of weather prediction using classification algorithm* telah dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis secara komparatif pada *Random Forest*, *Decision Tree* dan *Extra Tree* untuk sistem prediksi cuaca. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa *Random Forest Classifier* dipilih sebagai yang terbaik karena mampu mencapai akurasi tertinggi, yaitu sebesar 66% (Ayankemi *et al.*, 2024).

Penelitian mengenai prediksi cuaca kota Jakarta menggunakan metode *Random Forest* telah dilakukan. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa metode *Random Forest* memiliki kinerja yang baik dalam prediksi cuaca di kota Jakarta dengan akurasi, presisi dan *recall* sebesar 0.71, *F1 score* sebesar 0.70, serta ROC-AUC sebesar 0.92 dan memberikan kontribusi yang penting dalam bidang prediksi cuaca serta dapat memberikan manfaat bagi berbagai sektor yang terkait dengan cuaca seperti pertanian, transportasi, pariwisata, dan mitigasi bencana (Dwiyanti & Prianto, 2023).

Penelitian mengenai penerapan *machine learning* untuk memprediksi cuaca menggunakan *Support Vector Machine* telah dilakukan dengan tujuan untuk menambah akurasi dalam memprediksi hujan. Hasil penelitian ini menghasilkan model yang fit dan mendapatkan akurasi sebesar 83% serta presisi yang dihasilkan sebesar 0,79%, sehingga jika dilihat dari gap antara skor akurasi dan presisi model tidak mengalami *overfitting* maupun *underfitting* (Mahendra *et al.*, 2024).

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, tingkat akurasi prediksi cuaca masih menunjukkan variasi yang cukup signifikan, berkisar antara 66% hingga 85%, yang menunjukkan masih terbukanya peluang untuk peningkatan akurasi. Meskipun beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan keberhasilan dalam memprediksi cuaca menggunakan berbagai metode *machine learning*, tantangan utama masih terletak pada kompleksitas data cuaca dan beragamnya faktor yang mempengaruhi akurasi prakiraan cuaca sesaat. Untuk mengatasi tantangan tersebut dan menghasilkan prakiraan cuaca sesaat yang lebih akurat, diperlukan teknologi yang mampu memprediksi cuaca secara efektif. *Machine learning* hadir sebagai solusi yang menjanjikan karena kemampuannya dalam mengekstrak pola dan belajar dari data tanpa memerlukan pemrograman yang spesifik. Berdasarkan potensi tersebut, penelitian ini berupaya mengimplementasikan metode *machine learning* untuk memprediksi cuaca sesaat yang komprehensif dengan menggunakan *Random Forest*. Dalam implementasinya, penelitian ini menggunakan data yang bersumber langsung dari Stasiun Meteorologi Bandara Soekarno-Hatta, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), yang akan diolah melalui serangkaian tahapan meliputi pra-pemrosesan (*pre-processing*), pelatihan (*training*), dan pengujian (*testing*). Dengan mengimplementasikan metode *machine learning* ini, diharapkan dapat memberikan wawasan baru tentang parameter cuaca yang paling berpengaruh dalam menghasilkan sistem prakiraan cuaca sesaat yang lebih akurat, sehingga informasi cuaca yang lebih andal dapat digunakan untuk perencanaan dan pengambilan keputusan yang lebih baik dalam berbagai sektor dan aktivitas sehari-hari.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *machine learning* untuk prakiraan cuaca sesaat?
2. Parameter cuaca apa saja yang mempengaruhi akurasi prakiraan cuaca sesaat?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan metode *machine learning* untuk prakiraan cuaca sesaat menggunakan *random forest* dengan memanfaatkan data cuaca dari Stasiun Meteorologi Bandara Soekarno Hatta, BMKG.
2. Mengidentifikasi parameter cuaca yang paling berpengaruh pada akurasi prakiraan cuaca sesaat.

## **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian mengenai pengembangan model *machine learning* untuk prakiraan cuaca sesaat ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis. Adapun manfaat teoritis yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang meteorologi.
2. Menyediakan landasan teoritis untuk penelitian lebih lanjut tentang penggunaan *machine learning* dalam meteorologi.

Adapun manfaat praktis yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi BMKG:
  - a. Menyediakan alternatif untuk sistem prediksi cuaca yang sudah ada.
  - b. Meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam prakiraan cuaca.
2. Bagi Masyarakat:
  - a. Memberikan informasi cuaca yang lebih akurat untuk perencanaan aktivitas sehari-hari.

- b. Mendukung pengambilan keputusan dalam berbagai sektor yang dipengaruhi oleh kondisi cuaca.
- 3. Bagi Peneliti:
  - a. Mengidentifikasi area potensial untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang meteorologi menggunakan *machine learning*.

