

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim global selama beberapa dekade terakhir telah menjadi isu yang sangat penting karena memberikan dampak langsung terhadap dinamika cuaca dan pola musim di berbagai belahan dunia. Kejadian ini menghasilkan ketidakstabilan pada variabilitas iklim, seperti peningkatan suhu rata-rata, perubahan pola presipitasi, dan intensifikasi kejadian cuaca ekstrem, perubahan iklim menyebabkan variabilitas cuaca yang semakin sulit diprediksi, sehingga berdampak pada meningkatnya risiko bencana hidrometeorologi seperti banjir, kekeringan, dan perubahan durasi musim tanam [1]. Temuan ini sejalan dengan publikasi BMKG *Climate Outlook 2023* yang melaporkan adanya anomali suhu sekitar $+0,3^{\circ}\text{C}$ di Indonesia dibandingkan periode normal 1991–2020. Fenomena anomali tersebut menegaskan bahwa perubahan iklim tidak hanya terjadi pada skala global, tetapi juga memengaruhi kondisi cuaca secara lokal [2].

Kondisi tersebut juga dirasakan oleh wilayah-wilayah perkotaan, termasuk Kota Lhokseumawe yang terletak di pesisir Aceh bagian Utara. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa curah hujan di Kota Lhokseumawe mengalami variasi signifikan antar bulan selama beberapa tahun terakhir yang mengindikasikan adanya ketidakstabilan pola cuaca [3]. Selain curah hujan, suhu udara juga menunjukkan fluktuasi musiman yang semakin sulit diprediksi, sehingga memengaruhi berbagai sektor seperti pertanian, perikanan, kesehatan, dan infrastruktur. Profil Kota Lhokseumawe yang diterbitkan oleh Bappeda (2024) juga menegaskan bahwa kondisi geografis kota yang berada di wilayah pesisir menjadikan Lhokseumawe rentan terhadap perubahan cuaca ekstrem dan potensi bencana hidrometeorologi [4]. Ketidakpastian cuaca ini bukan hanya berdampak pada aktivitas masyarakat tetapi juga berpengaruh pada perencanaan pembangunan, ketersediaan sumber daya, dan potensi energi terbarukan. Sebuah penelitian mengenai peluang dan tantangan transisi energi bersih di Lhokseumawe pada tahun 2024 juga menyoroti pentingnya data cuaca yang akurat untuk memetakan potensi energi surya dan energi terbarukan lainnya yang sangat dipengaruhi oleh pola iklim lokal [5].

Seiring berkembangnya teknologi digital, kajian meteorologi tidak lagi hanya mengandalkan observasi manual, tetapi telah memanfaatkan pendekatan big data analytics. Dengan volume data cuaca yang besar dan dihasilkan secara berkala setiap jam atau harian, big data memungkinkan analisis yang lebih akurat dalam memahami pola cuaca jangka panjang. penggunaan big data untuk peramalan menunjukkan bahwa integrasi data dari banyak sumber seperti sensor, observasi stasiun, dan satelit dapat meningkatkan performa model prediksi [6]. Penelitian yang menerapkan deskriptif analytics terhadap data iklim menggunakan metode datafikasi, menunjukkan bahwa pemanfaatan big data dapat memberikan informasi iklim yang lebih akurat, mudah dipantau, dan relevan [7]. Oleh karena itu, data cuaca BMKG yang tersedia secara konsisten menjadi peluang besar untuk dianalisis menggunakan pendekatan big data analytics guna menemukan pola dan tren yang lebih mendalam.

Dalam ranah pemodelan deret waktu untuk analisis cuaca, berbagai metode statistik telah digunakan, seperti ARIMA, namun model tersebut masih memiliki keterbatasan terutama ketika data menunjukkan pola musiman yang kuat serta dipengaruhi variabel eksternal. Model SARIMAX (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables*) merupakan salah satu metode statistik deret waktu yang mampu menangani dua aspek tersebut sekaligus. SARIMAX dapat memodelkan pola musiman sekaligus memasukkan variabel eksogen seperti suhu, kelembapan, atau kecepatan angin untuk meningkatkan akurasi prediksi. Pada Penelitian sebelumnya membuktikan efektivitas SARIMAX dalam penelitian prediksi curah hujan di Tasikmalaya, di mana model SARIMAX(0,0,1)(0,1,1,12) menghasilkan kinerja terbaik berdasarkan nilai MSE, MAE dan MAPE [8]. Selain itu, studi lain menunjukkan bahwa penggunaan variabel eksogen berupa suhu dalam model SARIMAX mampu meningkatkan akurasi peramalan kelembapan udara [9]. Di Kalimantan Timur, penelitian sebelumnya membandingkan performa SARIMAX dengan model neural network dan menemukan bahwa SARIMAX lebih unggul secara stabil pada prediksi jangka pendek dengan nilai eror yang lebih rendah [10]. Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa SARIMAX merupakan model yang sangat potensial digunakan dalam analisis tren cuaca yang bersifat musiman dan dipengaruhi banyak faktor.

Hingga saat ini, kajian rinci mengenai analisis tren perubahan cuaca di Kota Lhokseumawe menggunakan pendekatan big data analytics dan model SARIMAX masih sangat terbatas, bahkan belum ada. Kebanyakan penelitian terdahulu lebih fokus pada wilayah Jawa atau Kalimantan, sehingga kajian ilmiah mengenai wilayah Aceh, khususnya Lhokseumawe, masih memiliki celah penelitian yang cukup besar. Studi yang secara khusus menggunakan data set BMKG dari 05 Mei 2024 hingga 30 April 2026 untuk menganalisis tren curah hujan, suhu, dan pola musiman di kota ini secara kuantitatif masih sangat sedikit. Namun, analisis dengan menggunakan rentang data terkini ini sangat diperlukan untuk menghasilkan pemetaan pola cuaca yang lebih tepat sebagai dasar evaluasi lingkungan dan mitigasi bencana hidrometeorologi. Kebutuhan akan penelitian ini semakin penting mengingat Lhokseumawe memiliki karakteristik iklim pesisir yang rentan, sehingga analisis tren cuaca yang komprehensif dapat memberikan manfaat praktis bagi lembaga pemerintah seperti Bappeda dan BPBD dalam perencanaan adaptasi dan mitigasi risiko bencana.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian berjudul “Analisis Tren Perubahan Cuaca di Kota Lhokseumawe Menggunakan Big Data Analytics dan Algoritma SARIMAX pada Data set BMKG ” menjadi sangat relevan dan signifikan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman ilmiah yang mendalam mengenai pola dan tren perubahan cuaca di Lhokseumawe melalui pendekatan kuantitatif modern berbasis big data. Selain itu, hasil penelitian dapat menjadi dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan pembangunan daerah, pengelolaan sumber daya, mitigasi bencana hidrometeorologi, serta pengembangan sektor energi terbarukan yang bergantung pada kestabilan iklim wilayah. Dengan memadukan analisis data berskala besar dan pemodelan deret waktu SARIMAX. Dalam penelitian ini, curah hujan digunakan sebagai variabel utama (Y) karena paling merepresentasikan perubahan cuaca di wilayah tropis pesisir. Sementara itu, suhu udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin digunakan sebagai variabel eksogen (X) karena secara teoritis dan empiris terbukti memengaruhi dinamika curah hujan serta tersedia secara konsisten pada data set BMKG. Oleh karena itu penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik dan praktis bagi pemerintah, masyarakat, dan peneliti di masa yang akan datang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan, maka permasalahan yang dapat di rumuskan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana tren perubahan cuaca di Kota Lhokseumawe berdasarkan data cuaca BMKG periode 05 Mei 2024 - 30 April 2026?
2. Bagaimana big data analytics dapat digunakan untuk mengolah dan menganalisis data cuaca BMKG agar pola dan perubahan cuaca dapat diidentifikasi secara lebih akurat?
3. Bagaimana model SARIMAX dapat diterapkan untuk memprediksi cuaca di Kota Lhokseumawe dan seberapa baik tingkat akurasi nya ?

1.3 Batasan Masalah

Beberapa Masalah yang dibatasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1 Data cuaca yang digunakan hanya berasal dari BMKG meliputi variabel utama seperti curah hujan, suhu udara, kelembapan, dan kecepatan angin sesuai ketersediaan data.
- 2 Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan big data analytics, namun dibatasi hanya pada proses pengolahan, pembersihan, visualisasi, dan identifikasi pola tren, tanpa membahas aspek teknis terkait arsitektur big data secara mendalam.
- 3 Model prediksi yang digunakan dibatasi pada algoritma SARIMAX, tanpa membandingkan dengan model lain seperti LSTM, Random Forest, atau Neural Network secara komprehensif.
- 4 Variabel eksogen dalam model SARIMAX hanya menggunakan variabel cuaca yang tersedia pada data set BMKG, dan tidak memasukkan variabel lain di luar data meteorologi (misalnya polusi udara, aktivitas manusia, atau data satelit eksternal).
- 5 Ruang lingkup wilayah penelitian dibatasi hanya pada Kota Lhokseumawe, sehingga hasil analisis dan prediksi tidak disamaratakan untuk wilayah lain.
- 6 Output penelitian difokuskan pada analisis tren dan prediksi jangka pendek, tanpa membahas prediksi perubahan iklim jangka menengah atau menganalisis dampak kebijakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis tren dan pola perubahan cuaca di Kota Lhokseumawe selama periode 05 Mei 2024 hingga 30 April 2026 berdasarkan data cuaca BMKG untuk mengetahui perubahan signifikan pada curah hujan, suhu, kelembapan, dan kecepatan angin.
2. Menerapkan big data analytics dalam proses pengolahan dan analisis dataset cuaca BMKG guna memperoleh informasi pola musiman dan dinamika cuaca secara lebih akurat dan lengkap.
3. Menerapkan model SARIMAX untuk memprediksi variabel cuaca utama di Kota Lhokseumawe dengan mempertimbangkan unsur musiman serta variabel eksogen.
4. Mengevaluasi kinerja model SARIMAX berdasarkan nilai akurasi (MSE, MAE, MAPE) sehingga dapat menentukan tingkat akurasi model dalam memprediksi perubahan cuaca di Kota Lhokseumawe.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi yang jelas mengenai tren dan perubahan cuaca di Kota Lhokseumawe pada periode 05 Mei 2024 hingga 30 April 2026 sehingga dapat menjadi rujukan bagi peneliti maupun pihak terkait.
2. Menunjukkan pemanfaatan big data analytics sebagai metode yang efektif dalam pengolahan dan analisis data cuaca secara lebih cepat, terstruktur, dan akurat.
3. Menghasilkan model prediksi cuaca berbasis SARIMAX yang dapat digunakan untuk memprediksi kondisi cuaca dengan tingkat akurasi yang baik.
4. Memberikan kontribusi bagi pemerintah daerah dan instansi terkait dalam mendukung perencanaan pembangunan, mitigasi risiko bencana, serta pengelolaan sektor yang dipengaruhi oleh kondisi cuaca.