

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pariwisata menjadi salah satu pilar utama dalam struktur perekonomian nasional Indonesia karena memiliki peran strategis dalam meningkatkan penerimaan devisa negara, memperluas kesempatan kerja, serta mendorong pertumbuhan ekonomi di berbagai daerah (Mun'im, 2022) (Parmawati et al., 2018). Sebagai upaya memperkuat kontribusi sektor tersebut, Pemerintah Indonesia secara berkelanjutan melakukan pengembangan potensi pariwisata di berbagai wilayah, termasuk di Kabupaten Bangkalan. Kabupaten ini terletak di ujung barat Pulau Madura dan berfungsi sebagai pintu gerbang utama yang terhubung langsung dengan Jembatan Suramadu, sehingga menjadikannya memiliki posisi geografis yang strategis sekaligus potensi wisata yang beragam. Beragam destinasi wisata dapat ditemukan di wilayah ini, mulai dari wisata religi seperti Makam Aer Mata Ibu di Arosbaya, pesona alam Bukit Jaddih dan Mercusuar Sembilangan (Johanes et al., 2024) (Hodson, 2022), hingga wisata bahari seperti Pantai Siring Kemuning yang menjadi daya tarik tersendiri bagi wisatawan domestik maupun mancanegara. Meskipun memiliki potensi destinasi yang beragam dan posisi geografis yang strategis, pengelolaan pariwisata di Kabupaten Bangkalan belum sepenuhnya optimal dalam meningkatkan daya tarik dan stabilitas kunjungan wisatawan..

Pariwisata merupakan salah satu sektor strategis dalam mendukung pembangunan ekonomi daerah, termasuk di Kabupaten Bangkalan yang memiliki potensi wisata alam dan budaya yang beragam. Dinas Kebudayaan dan Pariwisata (Disbudpar) Kabupaten Bangkalan sebagai lembaga yang berwenang memiliki peran penting dalam mengoptimalkan potensi tersebut melalui peningkatan aksesibilitas, penyediaan fasilitas wisata, dan pelaksanaan strategi promosi yang efektif. Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan pariwisata di Bangkalan masih menghadapi sejumlah permasalahan mendasar. Berdasarkan hasil penelitian di Pantai Tlangoh, (No Title, 2023) menjelaskan bahwa jumlah kunjungan wisatawan berfluktuasi secara signifikan karena keterbatasan aksesibilitas dan fasilitas, di mana faktor-faktor tersebut berpengaruh positif

terhadap peningkatan kunjungan, sementara waktu tempuh dan jenis transportasi menjadi penghambat utama wisatawan. Hal serupa juga ditemukan oleh (Studi et al., 2022), yang menyatakan bahwa peran pemerintah daerah dalam pengelolaan wisata pantai belum maksimal akibat keterbatasan infrastruktur, koordinasi, serta fasilitas dasar seperti toilet dan area publik yang belum memadai. Lebih lanjut, (Bangkalan et al., 2024) mengungkapkan bahwa pariwisata Madura masih mengalami fluktuasi musiman akibat lemahnya inovasi dan promosi yang tidak berkelanjutan, sehingga berdampak pada ketidakstabilan ekonomi bagi pelaku wisata. Di sisi lain, (E. Nabillah, 2025) menyoroti bahwa promosi wisata melalui media brosur di Bangkalan belum dimanfaatkan secara optimal karena tidak menonjolkan informasi penting seperti akses, fasilitas, dan keunggulan destinasi, yang mengakibatkan kurangnya daya tarik bagi wisatawan. Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa permasalahan utama pariwisata di Kabupaten Bangkalan terletak pada keterbatasan aksesibilitas dan fasilitas wisata, fluktuasi kunjungan wisatawan, serta promosi yang belum efektif dalam membangun citra destinasi secara berkelanjutan. Fenomena fluktuasi jumlah kunjungan wisatawan yang terjadi secara berkala tersebut mencerminkan adanya dinamika data pariwisata yang bersifat tidak stabil dan sulit diprediksi secara akurat. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan data jumlah kunjungan wisatawan pada lima destinasi wisata unggulan di Kabupaten Bangkalan, yaitu Makam Syaikhonal Kholil, Makam Sultan Abdul Kadirun, Makam Mata Air Ibu, Taman Rekreasi Kota, dan Pantai Siring Kemuning, untuk dilakukan proses peramalan (*forecasting*) guna memperoleh prediksi kunjungan yang lebih akurat.

Pola data jumlah kunjungan wisatawan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data deret waktu yang memiliki karakteristik *non-linier* dan *non-stasioner*. Data pariwisata umumnya mengandung tren jangka panjang, pola musiman, serta dipengaruhi oleh kejadian eksternal seperti kebijakan dan pandemi, sehingga nilai statistiknya tidak konstan dari waktu ke waktu. Dalam penelitian sebelumnya dinyatakan bahwa data permintaan pariwisata biasanya bersifat non-stasioner (Song & Li, 2008), sementara penelitian lain, menegaskan bahwa hubungan dalam data pariwisata bersifat non-linier (*FORECASTING TOURISM DEMAND TO CATALONIA : NEURAL NETWORKS VS. TIME SERIES MODELS*,

n.d.), sehingga metode linier konvensional kurang efektif. Sifat *non-linier* menunjukkan bahwa hubungan antara satu periode waktu dengan periode berikutnya tidak mengikuti pola linier sederhana, sedangkan sifat non-stasioner mengindikasikan bahwa parameter statistik data, seperti nilai rata-rata dan varians, mengalami perubahan sepanjang waktu (Han et al., 2024). Kompleksitas karakteristik tersebut menimbulkan tantangan tersendiri dalam proses peramalan, karena metode konvensional sering kali tidak mampu menangkap dinamika pola data yang berubah-ubah secara adaptif. Kondisi tersebut menuntut adanya model peramalan yang tidak hanya mampu menangkap pola perubahan data yang kompleks, tetapi juga dapat meminimalkan tingkat kesalahan dalam proses prediksi.

Ketidakakuratan dalam proses peramalan jumlah kunjungan wisatawan berpotensi menimbulkan implikasi serius terhadap efektivitas pengambilan keputusan. Perkiraan yang terlalu rendah (*underestimate*) dapat menyebabkan ketidaksiapan dalam penyediaan fasilitas dan layanan pendukung, yang pada akhirnya menurunkan tingkat kepuasan wisatawan (Aieb et al., 2024). Sebaliknya, perkiraan yang terlalu tinggi (*overestimate*) dapat mengakibatkan penggunaan sumber daya yang tidak efisien, misalnya dalam bentuk investasi infrastruktur yang kurang termanfaatkan atau alokasi anggaran promosi yang tidak sebanding dengan hasil yang diperoleh (Xie et al., 2020b). Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat kesalahan hasil peramalan memiliki peranan penting dalam memastikan efektivitas pemanfaatan sumber daya dan keberlanjutan program pengembangan pariwisata. Oleh karena itu, Tingkat kesalahan prediksi peramalan menjadi aspek krusial dalam mendukung perencanaan dan pengambilan kebijakan strategis di sektor pariwisata. Untuk meminimalkan tingkat kesalahan tersebut, diperlukan pendekatan yang mampu menangkap pola data dengan lebih baik dan menyesuaikan terhadap perubahan tren kunjungan wisatawan dari waktu ke waktu.

Dalam upaya mengatasi permasalahan peramalan data deret waktu (*time series*), berbagai pendekatan telah dikembangkan oleh para peneliti. Metode konvensional umumnya menggunakan model statistik parametrik, seperti *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH), yang banyak diterapkan

dalam analisis data berkorelasi waktu (Garai et al., 2024). Namun, seiring dengan kemajuan teknologi dan meningkatnya kompleksitas pola data, pendekatan berbasis machine learning (ML) mulai banyak digunakan untuk memperoleh hasil peramalan yang lebih akurat dan adaptif. Beberapa metode ML yang populer antara lain *Artificial Neural Network* (ANN), *Support Vector Regression* (SVR) (Garai et al., 2024), serta *Radial Basis Function Neural Network* (RBFNN) yang dikenal mampu memetakan hubungan non-linier secara efektif (Wang et al., 2025). Selain itu, sejumlah penelitian juga mengusulkan penerapan model *hibrida*, seperti ARIMA–ANN, guna meningkatkan kinerja peramalan dengan mengombinasikan keunggulan dari masing-masing metode (Garai et al., 2024). Meskipun demikian, tidak ada satu pun metode yang sepenuhnya unggul, karena setiap pendekatan memiliki keterbatasan dalam menangani karakteristik data wisata yang sangat dinamis dan dipengaruhi oleh banyak faktor eksternal.

Setiap metode memiliki kelebihan dan keterbatasan tersendiri. Model statistik seperti ARIMA cenderung kurang efektif dalam menangani data dengan pola non-linier yang kompleks (B. Zhang et al., 2022)(Garai et al., 2024). Sebaliknya, model berbasis machine learning seperti RBFNN memiliki kemampuan tinggi dalam menangkap hubungan non-linier, tetapi kinerjanya sangat dipengaruhi oleh konfigurasi parameter dan arsitektur jaringan yang digunakan (Wang et al., 2025). Pemilihan parameter yang tidak optimal dapat menurunkan akurasi prediksi secara signifikan. Selain itu, keberadaan *noise* atau derau pada data dapat mengganggu proses pembelajaran pada model tunggal, baik yang berbasis statistik maupun *machine learning* (Garai et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan hibrida yang mampu menggabungkan keunggulan beberapa metode sekaligus untuk meningkatkan akurasi dan stabilitas hasil peramalan.

Untuk mengatasi berbagai kelemahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pendekatan hibrida yang mengintegrasikan *Complete Ensemble Empirical Mode Decomposition with Adaptive Noise* (CEEMDAN), *Radial Basis Function Neural Network* (RBFNN), dan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Pendekatan ini dipilih karena mampu menggabungkan keunggulan masing-masing metode untuk mengatasi permasalahan peramalan deret waktu secara komprehensif. Setelah

proses dekomposisi dilakukan, tahap berikutnya adalah pemodelan hasil komponen sinyal tersebut menggunakan jaringan saraf yang adaptif dan efisien.

CEEMDAN berperan sebagai tahap pra-pemrosesan data untuk melakukan dekomposisi sinyal. Metode ini dikenal sebagai teknik reduksi derau (*noise reduction*) (B. Zhang et al., 2022), dengan cara menguraikan data time series yang kompleks menjadi beberapa komponen sub-deret yang lebih sederhana dan relatif stasioner yang disebut *Intrinsic Mode Functions* (IMFs) (Garai et al., 2024). Melalui dekomposisi tersebut, setiap komponen dapat dimodelkan secara terpisah sehingga menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan stabil (Garai et al., 2024).

RBFNN digunakan sebagai model peramalan utama karena memiliki kemampuan unggul dalam menangkap hubungan *non-linear*, kecepatan konvergensi tinggi, serta efisiensi proses pelatihan (Wang et al., 2025). Sejumlah studi terdahulu juga menunjukkan bahwa kombinasi CEEMDAN–RBFNN memberikan hasil yang lebih kompetitif dibandingkan metode tunggal dalam tugas peramalan deret waktu (B. Zhang et al., 2022). Namun demikian, kinerja jaringan saraf sangat bergantung pada penentuan parameter optimal, sehingga diperlukan algoritma optimisasi untuk menyempurnakan proses pelatihannya.

Selanjutnya, PSO diterapkan sebagai algoritma optimisasi untuk menyempurnakan kinerja RBFNN. Algoritma ini secara otomatis menyesuaikan parameter pusat (*center*) dan sebaran (*spread*) pada fungsi basis radial sehingga diperoleh konfigurasi jaringan yang optimal. Dengan demikian, PSO mampu meningkatkan akurasi prediksi sekaligus mempercepat proses konvergensi model (Wang et al., 2025)(Garai et al., 2024). Dengan integrasi ketiga metode tersebut, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem peramalan yang lebih akurat, stabil, dan adaptif terhadap perubahan pola kunjungan wisatawan dari waktu ke waktu.

Hasil yang diharapkan dari penerapan metode hibrida CEEMDAN–RBFNN–PSO ini adalah tercapainya peningkatan akurasi dalam peramalan jumlah kunjungan wisatawan secara signifikan. Peningkatan tersebut diharapkan terlihat dari nilai kesalahan prediksi yang lebih rendah berdasarkan metrik evaluasi seperti *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan *Root Mean Squared Error* (RMSE). Dengan demikian, performa metode hibrida yang diusulkan diharapkan dapat

melampaui model tunggal, seperti RBFNN atau ARIMA, maupun model hibrida konvensional lainnya yang memiliki kompleksitas lebih rendah.

1.2 Perumusan Masalah

1.2.1 Permasalahan (*Problem Statement*)

Berdasarkan penjelasan pada bagian latar belakang, sektor pariwisata di Kabupaten Bangkalan masih menghadapi sejumlah hambatan, khususnya terkait keterbatasan akses menuju lokasi wisata, kurangnya fasilitas pendukung, serta kegiatan promosi yang belum berjalan optimal. Kondisi tersebut berdampak pada ketidakstabilan jumlah wisatawan yang datang setiap periode. Sifat data kunjungan yang cenderung tidak linier dan berubah-ubah dari waktu ke waktu membuat proses peramalan sulit dilakukan menggunakan metode konvensional. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini menerapkan pendekatan hibrida CEEMDAN–RBFNN–PSO guna memperoleh hasil prediksi kunjungan wisatawan yang lebih akurat dan dapat dijadikan dasar dalam perencanaan strategi pengelolaan pariwisata yang berkelanjutan.

1.2.2 Metode Usulan

Penelitian ini mengusulkan penerapan kombinasi metode *Complete Ensemble Empirical Mode Decomposition with Adaptive Noise* (CEEMDAN), *Radial Basis Function Neural Network* (RBFNN), dan *Particle Swarm Optimization* (PSO) untuk meningkatkan akurasi peramalan jumlah kunjungan wisatawan di Kabupaten Bangkalan. Data awal diproses menggunakan imputasi median guna menjaga kestabilan distribusi data. Selanjutnya, metode CEEMDAN digunakan untuk mendekomposisi data deret waktu menjadi beberapa *Intrinsic Mode Function* (IMF) dan residu, yang kemudian dijadikan input bagi RBFNN dalam proses peramalan. Parameter RBFNN dioptimasi menggunakan PSO untuk memperoleh hasil prediksi yang lebih akurat dan stabil dibandingkan metode konvensional.

1.2.3 Pertanyaan Penelitian

Dari penjabaran permasalahan dan metode yang diusulkan, maka didapat pertanyaan penelitian sebagai berikut berapa tingkat kesalahan prediksi yang

dihasilkan oleh metode CEEMDAN-RBFNN-PSO dalam meramalkan kunjungan wisatawan Nusantara di Kabupaten Bangkalan, ditinjau berdasarkan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tingkat kesalahan hasil prediksi dari kombinasi metode hybrid CEEMDAN-RBFNN-PSO dalam memprediksi jumlah kunjungan wisatawan di Kabupaten Bangkalan berdasarkan nilai Mean Squared Error (MSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

1.3.2 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik dari sisi teoretis maupun praktis, sebagaimana dijelaskan berikut:

1. Manfaat Teoritis

Secara teoretis, hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi sebagai berikut:

- a. Menambah khasanah literatur ilmiah terkait penerapan metode imputasi median dan model hibrida CEEMDAN-RBFNN-PSO dalam peramalan jumlah kunjungan wisatawan.
- b. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam penerapan metode hibrida berbasis dekomposisi sinyal dan optimisasi algoritmik untuk pemodelan data deret waktu nonlinier di sektor pariwisata.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, antara lain:

a. Bagi Pemerintah Daerah

Sebagai bahan pertimbangan dalam merumuskan strategi pengembangan dan promosi pariwisata di Kabupaten Bangkalan berdasarkan hasil prediksi jumlah kunjungan wisatawan yang lebih akurat.

b. Bagi Pengelola Destinasi Wisata

Sebagai dasar dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan dan pengembangan potensi wisata, termasuk penyediaan fasilitas, pelayanan, serta dukungan terhadap sektor ekonomi kreatif masyarakat lokal seperti kuliner, transportasi, dan akomodasi.

c. Bagi Peneliti atau Penulis

Memberikan pengalaman empiris serta pemahaman mendalam mengenai penerapan metode imputasi median dan model CEEMDAN-RBFNN-PSO dalam proses peramalan data deret waktu, khususnya pada konteks pariwisata daerah.

d. Bagi Institusi Akademik atau Universitas

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah di lingkungan universitas, khususnya bagi mahasiswa yang tertarik melakukan penelitian pada bidang prediksi data, analisis deret waktu, serta penerapan metode hibrida dalam pengembangan sektor pariwisata.

1.4 Batasan Masalah

Menjaga agar penelitian ini tetap fokus dan terarah, maka ditetapkan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Bangkalan.
2. Data yang dianalisis berupa jumlah kunjungan wisatawan bulanan pada periode Januari 2016 hingga Desember 2024, dengan total sebanyak 108 data observasi.
3. Pada tahap pra-pemrosesan (preprocessing), dilakukan penanganan terhadap nilai kosong atau anomali yang muncul akibat periode pandemi COVID-19 menggunakan metode imputasi median. Langkah ini bertujuan untuk menjaga kontinuitas dan stabilitas pola data deret waktu, sehingga hasil analisis dan pemodelan dapat lebih akurat serta representatif.
4. Model yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada kombinasi metode hibrida CEEMDAN-RBFNN-PSO, di mana CEEMDAN

berfungsi sebagai tahap dekomposisi sinyal, RBFNN sebagai model prediksi utama, dan PSO sebagai algoritma optimisasi parameter.

1.5 Sistematika Skripsi

Untuk memberikan gambaran yang jelas dan terstruktur mengenai isi laporan proposal skripsi ini, maka disusunlah sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi pendahuluan yang mencakup latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah yang digunakan, serta sistematika penulisan proposal.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan penelitian-penelitian terdahulu yang relevan serta landasan teori yang mencakup konsep peramalan time series, metode CEEMDAN, RBFNN, dan algoritma PSO.

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara rinci langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan, mulai dari pengumpulan data, pra-pemrosesan data, perancangan model hibrida CEEMDAN-RBFNN-PSO, skenario pengujian, hingga metrik evaluasi yang akan digunakan.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab IV berisi hasil implementasi sistem yang telah dilaksanakan sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan. Bab ini membahas mengenai skenario pengujian sistem yang digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan serta mengevaluasi efektivitas sistem yang telah dibangun. Hasil dari pengujian ini menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan akhir penelitian.

BAB V: PENUTUP

Pada bab V ini berisi bagian akhir dari penelitian yang memuat kesimpulan berdasarkan hasil yang telah diperoleh untuk menjawab rumusan masalah yang diajukan. Selain itu, bab ini juga memberikan saran dari penulis terkait pengembangan sistem di masa yang akan datang.