

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Suhu udara merupakan salah satu unsur iklim utama yang menggambarkan kondisi termal atmosfer dan diukur secara standar pada ketinggian sekitar 2 meter di atas permukaan tanah sesuai pedoman pengamatan meteorologi (WMO, 2018). Dalam kajian klimatologi, suhu harian umumnya direpresentasikan melalui suhu maksimum dan minimum yang terjadi dalam periode 24 jam. Rata-rata suhu harian diperoleh dari agregasi nilai suhu dalam satu hari dan banyak digunakan sebagai indikator kondisi termal wilayah karena lebih stabil serta representatif dalam analisis variabilitas dan tren iklim.

Perubahan suhu dipengaruhi oleh berbagai faktor alami dan antropogenik, seperti radiasi matahari, tutupan awan, kelembapan, sirkulasi atmosfer, serta peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer (Wallace & Hobbs, 2006). Perubahan penggunaan lahan, kepadatan bangunan, dan aktivitas manusia berkontribusi terhadap peningkatan suhu di wilayah perkotaan melalui fenomena *urban heat island* (Oke, 1982). Variabilitas suhu harian berdampak pada berbagai sektor, termasuk kesehatan masyarakat, kebutuhan energi, produktivitas pertanian, dan dinamika iklim regional (IPCC, 2021).

Beberapa penelitian menunjukkan adanya perubahan karakteristik suhu di wilayah Jakarta seiring dengan urbanisasi yang pesat. Siswanto *et al.* (2016) mengidentifikasi peningkatan suhu dan perubahan pola iklim berdasarkan data historis jangka panjang di Jakarta. Studi lain oleh Maru dan Ahmad (2015) menunjukkan adanya tren kenaikan suhu siang hari serta keterkaitannya dengan

morfometri perkotaan. Penelitian mengenai *urban heat island* di Jakarta juga menegaskan bahwa perubahan tutupan lahan dan ekspansi wilayah terbangun berkontribusi terhadap peningkatan suhu permukaan dan udara (Lestari & Moersidik, 2015).

Seiring meningkatnya variabilitas suhu, berbagai penelitian telah mengembangkan metode peramalan suhu harian menggunakan pendekatan kecerdasan buatan yang mampu menangkap pola data yang kompleks. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS). Penelitian yang dilakukan oleh Göçken *et al.* (2015) menunjukkan bahwa ANFIS mampu memberikan performa prediksi yang baik dalam analisis suhu rata-rata harian di beberapa kote di Turki, serta menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan beberapa metode pemodelan lainnya. Wijayanti dan Septiarini (2018) menunjukkan efektivitas ANFIS dalam memprediksi temperature di Pattani berdasarkan data meteorologi karena kemampuannya memodelkan hubungan nonlinier pada data suhu. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ANFIS memiliki potensi yang baik untuk digunakan dalam pemodelan dan peramalan suhu yang memiliki karakteristik kompleks dan cenderung nonlinier.

Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) merupakan pendekatan hibrida yang menggabungkan sistem fuzzy dan jaringan saraf tiruan untuk meningkatkan akurasi prediksi. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Jang (1993) sebagai arsitektur adaptif yang mampu melakukan pembelajaran berbasis data melalui penyesuaian parameter fungsi keanggotaan. Perkembangan penelitian selanjutnya menunjukkan bahwa ANFIS efektif dalam memodelkan hubungan nonlinier dan sistem kompleks pada berbagai bidang, termasuk energi dan

lingkungan (Karaboga & Kaya, 2016). ANFIS banyak diterapkan karena kemampuannya dalam menangani ketidakpastian, *noise*, serta pola data kompleks yang memiliki kecenderungan nonlinier, yang dalam beberapa kondisi tidak sepenuhnya dapat direpresentasikan oleh pendekatan statistik linier seperti ARIMA atau regresi linier (Yaseen *et al.*, 2018).

Pemilihan variabel *lag* input yang optimal menjadi tahap penting dalam peramalan menggunakan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) untuk meningkatkan akurasi model dan mencegah model terlalu menghafal data latih, sehingga performa model tetap konsisten tahap pengujian. Salah satu metode yang efektif digunakan adalah *R-Square increment*, yaitu pendekatan yang mengevaluasi kontribusi masing-masing variabel terhadap peningkatan nilai koefisien determinasi (R^2) pada model peramalan. Menurut Puspitasari *et al.* (2013), metode *R-Square Increment* merupakan pendekatan yang efektif untuk menentukan variabel input optimal pada model ANFIS dalam peramalan deret waktu. Melalui evaluasi bertahap terhadap peningkatan nilai koefisien determinasi (R^2), metode ini mampu mengidentifikasi variabel yang memberikan kontribusi paling signifikan, yang diukur berdasarkan nilai kenaikan terbesar ketika variabel tersebut ditambahkan ke dalam model. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan input menggunakan *R-Square Increment* tidak hanya meningkatkan akurasi prediksi, tetapi juga mengurangi kompleksitas model dan risiko *overfitting*. Pendekatan ini mempercepat proses pelatihan jaringan serta meningkatkan stabilitas ANFIS dalam menangani data nonlinier. Metode ini dinilai efisien, mudah diimplementasikan, dan cocok diterapkan untuk berbagai aplikasi peramalan seperti energi, iklim, dan ekonomi.

Dinamika dan variabilitas suhu harian di Jakarta menunjukkan perlunya metode peramalan yang mampu menghasilkan prediksi yang akurat berdasarkan nilai MAPE dan adaptif terhadap fluktuasi rata-rata suhu harian di Jakarta. Fluktuasi suhu yang dipengaruhi oleh faktor atmosfer, karakteristik lokal perkotaan, serta aktivitas antropogenik menyebabkan pola data yang dinamis dan sering kali sulit dimodelkan dengan pendekatan konvensional. Penerapan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) berbasis *R-Square Increment* menjadi solusi relevan untuk meningkatkan kinerja model peramalan. Pendekatan ini memungkinkan proses pembelajaran yang lebih efektif terhadap pola historis suhu harian dengan tetap menjaga efisiensi dan kompleksitas model. Penelitian ini memiliki urgensi dalam meningkatkan keandalan sistem peramalan suhu harian serta mendukung perencanaan dan pengambilan kebijakan di berbagai sektor terdampak di wilayah Jakarta.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, diperoleh rumusan masalah dalam penulisan Tugas Akhir sebagai berikut.

1. Bagaimana penentuan lag input optimal pada model *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* berbasis *R-Square Increment* pada data rata-rata suhu harian di Jakarta.
2. Bagaimana hasil pemodelan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* menggunakan teknik *Fuzzy C-Means* dan *Grid Partition* pada data rata-rata suhu harian di Jakarta.

3. Bagaimana hasil dan kecenderungan pola peramalan rata-rata suhu harian di Jakarta berdasarkan model *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* terbaik.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan sebagai pedoman dalam mengerjakan Tugas Akhir adalah sebagai berikut.

1. Peramalan dalam Tugas Akhir ini menggunakan data rata-rata suhu harian di Jakarta periode Oktober 2024 hingga Oktober 2025 dengan satuan derajat celsius ($^{\circ}\text{C}$).
2. Data rata-rata suhu harian diperoleh dari *open access data* NASA POWER.
3. Metode peramalan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) dengan pemilihan input menggunakan *R-Square Increment*.
4. Evaluasi akurasi model peramalan dilakukan dengan menggunakan indikator *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, terdapat tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini sebagai berikut.

1. Mengimplementasikan metode *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* dengan pemilihan lag input optimal *R-Square Increment* untuk membuat model peramalan rata-rata suhu harian di Jakarta.
2. Mempelajari dan membandingkan hasil pemodelan *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* menggunakan teknik *Fuzzy C-Means* dan *Grid Partition* pada data rata-rata suhu harian di Jakarta untuk memperoleh model terbaik.

3. Menganalisis hasil serta kecenderungan pola peramalan rata-rata suhu harian di Jakarta beberapa periode ke depan berdasarkan model terbaik.