BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perubahan iklim global yang terjadi dalam beberapa dekade terakhir telah memberikan dampak signifikan terhadap pola cuaca di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Salah satu dampak yang paling dirasakan adalah perubahan pola curah hujan yang semakin tidak menentu, baik dari segi intensitas maupun distribusinya. Di beberapa wilayah, termasuk Adolina, Sumatera Utara, curah hujan menunjukkan variabilitas yang tinggi, yang berdampak pada berbagai sektor, terutama pertanian, pengelolaan sumber daya air, serta mitigasi bencana alam seperti banjir dan tanah longsor. Ketidakpastian ini menyebabkan kesulitan bagi para petani dalam menentukan waktu tanam dan panen yang optimal serta bagi pemerintah daerah dalam merancang strategi mitigasi yang tepat (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, 2021).

Di daerah Adolina, pola curah hujan yang tidak stabil sering kali menyebabkan banjir di musim hujan dan kekeringan di musim kemarau. Hal ini berdampak langsung pada sektor pertanian yang menjadi salah satu sektor utama di wilayah tersebut. Ketika curah hujan terlalu tinggi, tanaman dapat mengalami gagal panen akibat genangan air yang berlebihan. Sebaliknya, ketika curah hujan rendah, ketersediaan air irigasi menjadi terbatas, sehingga produktivitas pertanian menurun. Selain itu, ketidakpastian dalam pola curah hujan juga mempengaruhi sektor tata ruang dan infrastruktur, di mana perencanaan drainase dan pengelolaan air menjadi lebih kompleks akibat variabilitas yang sulit diprediksi. Oleh karena itu, prediksi curah hujan yang akurat menjadi salah satu kebutuhan utama dalam upaya meningkatkan ketahanan terhadap dampak perubahan iklim dan mendukung keberlanjutan sektor-sektor yang terdampak.

Selama ini, metode konvensional sering digunakan dalam prediksi curah hujan, seperti metode rata-rata aljabar yang menghitung rata-rata curah hujan berdasarkan data historis. Selain itu, penggunaan alat ukur manual seperti

ombrometer juga masih umum diterapkan untuk mencatat jumlah curah hujan harian. Meskipun metode ini memiliki kelebihan dalam hal kesederhanaan dan ketelitian manual, keterbatasannya sangat jelas dalam menghadapi perubahan iklim yang semakin dinamis. Ombrometer hanya dapat mengukur curah hujan pada waktu-waktu tertentu, sehingga tidak dapat merekam perubahan curah hujan yang berlangsung secara real-time. Selain itu, metode konvensional tidak mempertimbangkan hubungan kompleks antar variabel meteorologi seperti suhu, kelembapan, dan tekanan udara, yang semuanya berkontribusi terhadap pembentukan hujan.

Untuk mengatasi keterbatasan metode konvensional, diperlukan pendekatan yang lebih cerdas dan adaptif dalam memprediksi curah hujan. Salah satu metode yang menjanjikan adalah Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto. Metode ini menggunakan pendekatan logika fuzzy yang dapat menangani ketidakpastian dalam data dengan lebih baik. Dalam FIS Tsukamoto, data cuaca yang memiliki karakteristik tidak pasti atau tidak tegas dapat dikategorikan ke dalam berbagai fungsi keanggotaan fuzzy, sehingga memungkinkan model untuk menyesuaikan diri dengan perubahan cuaca yang terjadi. Keunggulan utama dari metode ini adalah kemampuannya dalam menangani hubungan non-linear antara berbagai parameter meteorologi, sehingga prediksi yang dihasilkan lebih akurat dibandingkan metode statistik konvensional (Kurniawan et al., 2020).

Namun, dalam penerapan FIS Tsukamoto, masih terdapat beberapa tantangan yang harus diatasi. Salah satunya adalah penentuan parameter yang optimal, termasuk fungsi keanggotaan dan aturan fuzzy yang digunakan dalam sistem. Jika parameter yang digunakan tidak sesuai, maka hasil prediksi bisa menjadi kurang akurat. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang mendalam dalam membangun model FIS Tsukamoto agar dapat menghasilkan prediksi curah hujan yang lebih baik. Selain itu, meskipun metode ini lebih fleksibel dibandingkan metode konvensional, keakuratan model tetap bergantung pada kualitas data yang digunakan. Pengolahan data yang baik dan pemilihan variabel input yang tepat sangat berpengaruh terhadap performa sistem prediksi ini.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan dan menguji metode Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto dalam prediksi curah hujan di daerah Adolina, Sumatera Utara. Dengan memanfaatkan metode ini, diharapkan dapat diperoleh model prediksi curah hujan yang lebih akurat dan andal, sehingga dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik, baik dalam sektor pertanian, pengelolaan sumber daya air, maupun mitigasi bencana. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem prediksi curah hujan berbasis kecerdasan buatan yang lebih canggih dan adaptif, sehingga mampu menghadapi tantangan perubahan iklim yang semakin kompleks di masa depan (Hidayat et al., 2023).

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka identifikasi masalah pada penelitian ini, antara lain:

1. Variabilitas Curah Hujan Tinggi: Daerah Adolina, Sumatera Utara, mengalami variabilitas curah hujan yang tinggi akibat perubahan iklim global, yang mempengaruhi sektor pertanian, perencanaan tata ruang, dan mitigasi bencana alam.
2. Ketidakpastian Prediksi Cuaca: Metode konvensional untuk prediksi curah hujan sering kali tidak efektif dalam menangani kompleksitas dan ketidakpastian data cuaca.
3. Keterbatasan Metode Konvensional: Pendekatan statistik tradisional tidak cukup efisien untuk menangkap pola non-linear dan dinamika kompleks dalam data curah hujan.
4. Kebutuhan Metode Prediksi yang Lebih Canggih: Diperlukan metode yang lebih adaptif dan akurat untuk prediksi curah hujan guna mengurangi dampak negatif dari ketidakpastian cuaca.

1.3. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari pernelitian ini adalah penelitian ini dibatasi pada wilayah Adolina di Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara.

1.4. Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Cakupan Geografis: Penelitian dibatasi pada wilayah Adolina, Sumatera Utara.
2. Metode yang Digunakan: Penelitian ini fokus pada penerapan metode FIS Tsukamoto tanpa mempertimbangkan metode lain yang mungkin juga relevan.
3. Parameter FIS: Optimasi parameter dilakukan dalam FIS Tsukamoto dan tidak menggunakan metode optimasi lainnya.

1.5. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana penerapan metode FIS Tsukamoto melakukan prediksi curah hujan di daerah Adolina ?
2. Bagaimana akurasi prediksi curah hujan di daerah Adolina menggunakan metode FIS Tsukamoto ?

1.6. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menerapkan metode FIS Tsukamoto dalam melakukan prediksi curah hujan di daerah Adolina.
2. Untuk mengetahui akurasi prediksi curah hujan di daerah adolina menggunakan metode FIS Tsukamoto.

1.7. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tersebut adalah:

1. Manfaat Akademis:
    a. Menambah literatur tentang penerapan metode FIS Tsukamoto dalam prediksi curah hujan.
    b. Mengembangkan metode prediksi cuaca yang lebih canggih dan adaptif.
    c. Membantu sektor pertanian, perencanaan tata ruang, dan mitigasi bencana alam dalam menghadapi variabilitas cuaca.

1.8. Penelitian Terdahulu

1. Penelitian yang dilakukan oleh **Ahmad Fauzi (2021)** berjudul *"Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Prediksi Curah Hujan"* bertujuan untuk membangun sistem prediksi curah hujan dengan memanfaatkan metode Fuzzy Tsukamoto yang mampu menangani ketidakpastian pada data cuaca. Dalam penelitian ini, variabel input yang digunakan meliputi suhu udara, kelembapan, dan kecepatan angin yang kemudian direpresentasikan ke dalam himpunan fuzzy seperti rendah, sedang, dan tinggi menggunakan fungsi keanggotaan tertentu. Selanjutnya, peneliti menyusun aturan (rule) berbasis logika IF–THEN untuk menghubungkan variabel input dengan output berupa curah hujan. Proses inferensi dilakukan menggunakan metode Tsukamoto yang menghasilkan output crisp dari setiap rule, kemudian digabungkan untuk memperoleh hasil akhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan prediksi yang cukup baik dan mendekati kondisi aktual, namun penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena belum menerapkan pembagian data training dan testing serta belum menggunakan proses normalisasi data sehingga validasi model belum dilakukan secara optimal.
2. Penelitian yang dilakukan oleh **Siti Rahmawati (2022)** dengan judul *"Implementasi Logika Fuzzy dalam Prediksi Cuaca Menggunakan Metode Tsukamoto"* mengembangkan sistem prediksi cuaca dengan pendekatan yang

lebih kompleks melalui penambahan variabel input seperti tekanan udara selain suhu dan kelembapan. Dalam penelitian ini, setiap variabel direpresentasikan menggunakan fungsi keanggotaan berbentuk segitiga dan trapesium untuk menggambarkan kondisi rendah, sedang, dan tinggi secara lebih fleksibel. Peneliti juga merancang rule fuzzy yang lebih sistematis untuk menentukan hubungan antar variabel sehingga menghasilkan output berupa kategori curah hujan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu memberikan hasil prediksi yang cukup konsisten terhadap data yang digunakan, serta menunjukkan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto efektif dalam menangani data yang tidak pasti. Namun demikian, penelitian ini masih memiliki kekurangan karena belum diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web dan masih terbatas pada pengujian lokal, serta belum menggunakan metode evaluasi model yang komprehensif untuk mengukur tingkat akurasi secara lebih mendalam.

3. Penelitian yang dilakukan oleh **Budi Santoso (2023)** berjudul *"Prediksi Curah Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Web"* merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya dengan menambahkan implementasi sistem dalam bentuk aplikasi berbasis web sehingga dapat digunakan secara langsung oleh pengguna. Dalam penelitian ini, variabel input yang digunakan meliputi kecepatan angin, suhu udara, dan kelembapan, yang kemudian diolah melalui proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi untuk menghasilkan output berupa nilai curah hujan. Sistem yang dibangun mampu menampilkan hasil prediksi dalam bentuk nilai numerik serta kategori hujan, sehingga lebih informatif bagi pengguna. Keunggulan utama penelitian ini terletak pada integrasi sistem ke dalam platform web yang interaktif, namun masih terdapat beberapa kekurangan seperti belum diterapkannya normalisasi data secara optimal dan belum adanya pembagian data untuk keperluan validasi model, sehingga berpotensi mempengaruhi tingkat akurasi dan kestabilan sistem yang dihasilkan.