

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara merupakan campuran gas yang ada di bumi yang memiliki peranan penting dalam keberlangsungan hidup makhluk hidup. Udara sangat erat kaitannya dengan kesehatan sehingga kualitas udara harus dijaga dan dipertahankan melalui tindakan pengendalian polusi udara agar dapat memberikan dampak yang maksimal dalam menjaga fungsi ekosistem lingkungan (Atalla, 2021). Menurut UU Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan atau aktivitas manusia atau proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Seiring berkembangnya zaman, terjadi peningkatan volume kendaraan bermotor dan peningkatan jumlah pabrik di berbagai daerah yang menyebabkan terjadinya perubahan kualitas udara menjadi buruk. Buruknya kualitas udara sebagai akibat asap kendaraan bermotor dan kegiatan industri sangat berbahaya jika terhirup oleh makhluk hidup. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), Kota Bandung merupakan kota besar dengan tingkat kepadatan penduduk yang cukup tinggi. Dengan aktivitas kendaraan yang padat, menyebabkan tingkat asap polutan kendaraan menjadi tinggi. Ditambah lagi dengan banyaknya pabrik industri membuat kualitas udara di Kota Bandung semakin menurun.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) memberikan informasi mutu udara dalam bentuk Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) dengan tujuan agar masyarakat dapat mengetahui bagaimana tingkat kualitas udara di masing-masing wilayah. Perhitungan ISPU ini dilakukan berdasarkan pada beberapa parameter, tiga diantaranya adalah *particulate matter* 2,5 (PM_{2.5}), *particulate matter* 10 (PM₁₀), dan nitrogen dioksida (NO₂). *Particulate matter* merupakan campuran kompleks yang memiliki karakteristik kimia dan fisika yang beragam dengan ukuran dan sumber asal yang bervariasi (WHO, 2021). Berdasarkan ukurannya, *particulate matter* dibagi menjadi 2, yaitu PM_{2.5} dengan

ukuran kurang dari sama dengan $2,5 \mu m$ dan PM_{10} dengan ukuran kurang dari sama dengan $2,5 \mu m$ (Putri, 2012). Gas nitrogen dioksida (NO_2) yaitu gas berwarna merah keabu-abuan yang dapat mengakibatkan sakit mata dan sakit paru-paru pada manusia (Dewapandhu & Pribadi, 2023).

Peramalan kualitas udara perlu dilakukan agar masyarakat mengetahui bagaimana kualitas udara di tempat tinggal masing-masing, berupaya dalam pengendalian pencemaran udara, dan sebagai antisipasi atau peringatan untuk lebih waspada terhadap kesehatan pernapasan. Peramalan kualitas udara ini dilakukan dengan perhitungan dari beberapa parameter, yaitu *particulate matter* 2,5 ($PM_{2.5}$), *particulate matter* 10 (PM_{10}), dan nitrogen dioksida (NO_2). Pemilihan parameter $PM_{2.5}$ dan PM_{10} dipilih karena keduanya berasal dari kegiatan industri dan lalu lintas transportasi, tetapi tidak selalu berasal dari sumber yang sama, ukurannya yang sangat kecil sehingga dapat tetap ditangguhkan di udara untuk waktu yang lama, dan dapat memberikan beberapa dampak terhadap kesehatan (As'ari, 2022). Sedangkan parameter NO_2 dipilih karena berasal dari berbagai sumber terutama sektor transportasi dan merupakan prekursor bagi pembentukan indikator polusi udara lainnya seperti ozon (Handayani dkk., 2003). Selain itu, data ketiga parameter mudah didapatkan.

Penggunaan logika *fuzzy* pada penelitian ini diperlukan karena nilai kualitas udara bergantung pada beberapa parameter dengan kategori peramalan kualitas udara bersifat relatif atau tidak pasti. Oleh karena itu untuk digunakan metode *fuzzy* Mamdani dalam membuat parameter kualitas udara berdasarkan parameter $PM_{2.5}$, PM_{10} , dan NO_2 karena merupakan salah satu metode yang sangat fleksibel dan memiliki toleransi pada data yang ada, serta memiliki kelebihan yakni, lebih intuitif, diterima oleh banyak pihak (Atalla, 2021). Selanjutnya untuk proses peramalan akan digunakan *fuzzy time series*. Song dan Chissom merupakan orang yang pertama kali membuat *fuzzy time series* pada tahun 1993 (Hasudungan dkk., 2016). *Fuzzy time series* mempunyai kemampuan penalaran yang memungkinkannya untuk merepresentasikan masalah dalam bentuk basis pengetahuan, hal ini sangat berguna dalam menyelesaikan masalah dengan data yang kurang presisi, tidak lengkap, dan memiliki tingkat kebenaran yang parsial (Hasudungan dkk., 2016). Penggunaan metode *fuzzy time series* melibatkan

himpunan *fuzzy* sebagai suatu kelas bilangan dengan batasan yang tidak pasti atau samar sehingga peramalan dilakukan dengan nilai linguistik. Namun, *fuzzy time series* memiliki kelemahan, yaitu interval atau rentang data pada himpunan *fuzzy* terlalu jauh sehingga menyebabkan peramalan yang dilakukan kurang optimal (Rama, 2020).

Berdasarkan penjelasan tersebut, diperlukan suatu metode tambahan untuk dapat memberikan hasil peramalan yang lebih optimal. Sebelumnya terdapat penelitian yang menerapkan algoritma genetika pada fungsi derajat keanggotaan *fuzzy tsukamoto* sebagai algoritma optimasi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik (Rama, 2020). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa algoritma genetika dapat meningkatkan hasil akurasi. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil peramalan yang lebih optimal maka digunakan algoritma genetika. Algoritma genetika merupakan metode yang meniru evolusi makhluk hidup. Algoritma genetika bekerja dengan sekumpulan individu, yang mewakili kemungkinan solusi dari tugas. Pada hasil algoritma genetika, akan dilakukan berbagai pengujian seperti uji coba *population size*, kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate*, dan generasi. Dari beberapa uji coba tersebut akan dianalisa hasilnya dan diuji tingkat akurasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*.

Penelitian terkait yang berhubungan dengan penelitian ini diantaranya yaitu pertama, penelitian Yaslan, Abdurrahman, dan Yanuarti (2020) dengan pembahasan implementasi *fuzzy time series* pada peramalan kandungan parameter $PM_{2.5}$. Penelitian tersebut menghasilkan peramalan yang baik dengan tingkat kesalahan kurang dari 20%. Kedua, penelitian oleh Sulistiyorini dan Mahmudy (2015) yang membahas implementasi algoritma genetika pada permasalahan optimasi distribusi barang dengan kesimpulan mendapatkan jalur distribusi optimum dengan kapasitas yang tepat dan biaya minimum. Ketiga, penelitian oleh Insani dan Sari (2020) yang membahas peramalan kualitas udara dengan menggunakan metode *particle swarm optimization* dan *fuzzy time series* dengan kesimpulan tingkat error 18,36%.

Adapun pembaruan dari penelitian yang dilakukan adalah penggunaan logika *fuzzy* untuk menghasilkan nilai kualitas udara berdasarkan parameter polutan yang lebih spesifik terdampak akibat sektor transportasi dan industri. Metode *fuzzy*

Mamdani digunakan untuk membuat parameter baru, yaitu kualitas udara, dengan menggunakan data parameter $PM_{2.5}$, PM_{10} , dan NO_2 , sementara algoritma genetika digunakan untuk mengoptimalkan interval atau rentang data pada himpunan *fuzzy*, sehingga meningkatkan akurasi peramalan dari hasil *fuzzy time series*. Penggunaan metode ini secara bersamaan belum banyak diterapkan pada peramalan kualitas udara khususnya di Kota Bandung. Selain itu, penelitian ini juga memanfaatkan data real-time dari parameter $PM_{2.5}$, PM_{10} , dan NO_2 , yang memberikan gambaran kualitas udara yang lebih aktual dan relevan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meramalkan kualitas udara, digunakan metode *hybrid*, yaitu algoritma genetika dan *fuzzy time series*, agar hasil peramalan menjadi lebih akurat. Pada prosesnya, dilakukan pembentukan parameter kualitas udara berdasarkan parameter $PM_{2.5}$, PM_{10} , dan NO_2 dengan menggunakan *fuzzy Mamdani*. Berdasarkan paparan di atas, penulis tertarik untuk meramalkan kualitas udara di Kota Bandung dengan menggunakan metode *hybrid* algoritma genetika-*fuzzy time series* dengan parameter konsentrasi $PM_{2.5}$, PM_{10} , dan NO_2 .

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana hasil dari implementasi logika *fuzzy* dalam menentukan parameter kualitas udara di Kota Bandung berdasarkan parameter $PM_{2.5}$, PM_{10} , dan NO_2 ?
2. Bagaimana hasil peramalan kualitas udara di Kota Bandung menggunakan algoritma genetika dan *fuzzy time series*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan hasil dari implementasi logika *fuzzy* dalam menentukan parameter kualitas udara di Kota Bandung berdasarkan parameter $PM_{2.5}$, PM_{10} , dan NO_2 .

2. Mendapatkan hasil peramalan kualitas udara di Kota Bandung menggunakan algoritma genetika dan *fuzzy time series*.

1.4 Pembatasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data yang digunakan adalah data sejak tanggal 16 Maret 2024 sampai dengan 15 Juni 2024.
2. Indikator yang dipakai untuk mengukur tingkat kualitas udara yaitu $PM_{2.5}$, PM_{10} , dan NO_2 .
3. Hasil akhir dari peramalan kualitas udara di Kota Bandung dibandingkan dengan metode peramalan *fuzzy time series*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui penerapan model logika *fuzzy* dalam menentukan parameter kualitas udara di Kota Bandung berdasarkan parameter $PM_{2.5}$, PM_{10} , dan NO_2 sehingga diharapkan pembaca dapat memahami bagaimana sistem kerja logika *fuzzy* serta dapat pula mengimplementasikannya ke dalam permasalahan lainnya.
2. Mengetahui hasil peramalan kualitas udara di Kota Bandung dengan algoritma genetika dan *fuzzy time series*.