

# Prediksi Kualitas Udara Menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani

Ahmad Nasrul Qorib<sup>1</sup>, Adinda Putri Budi Saraswati<sup>2</sup>, Ajeng Listya Devani<sup>3</sup>, Anggraini Puspita Sari<sup>4\*</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program Studi Informatika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

<sup>1</sup>[21081010166@student.upnjatim.ac.id](mailto:21081010166@student.upnjatim.ac.id),

<sup>2</sup>[21081010201@student.upnjatim.ac.id](mailto:21081010201@student.upnjatim.ac.id),

<sup>3</sup>[21081010220@student.upnjatim.ac.id](mailto:21081010220@student.upnjatim.ac.id)

\*Corresponding author email: [anggraini.puspita.if@upnjatim.ac.id](mailto:anggraini.puspita.if@upnjatim.ac.id)

**Abstrak**— Kualitas udara adalah aspek penting dalam lingkungan hidup yang mempengaruhi kesehatan manusia dan ekosistem secara keseluruhan. Dalam upaya untuk memantau dan memprediksi kualitas udara, sistem prediksi kualitas udara termasuk sistem yang kompleks dan tidak pasti, sehingga penggunaan metode fuzzy menjadi salah satu metode yang cukup efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan Fuzzy Logic dengan metode Mamdani dalam prediksi kualitas udara. Logika Fuzzy memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Dalam prediksi kualitas udara ini menggunakan 2 (dua) variable input yaitu PM2.5 dan PM10, serta 2 (dua) variable output yaitu nilai aqi dan kualitas udara sebagai nilai crisp yang dihasilkan output untuk prediksi kualitas udara. Berdasarkan pengujian telah dilakukan menggunakan dataset dan studi literatur sebanyak 40 data yang memperoleh tingkat keakuratan sebesar 82.50% dan dapat disimpulkan bahwa penerapan menggunakan fuzzy mamdani dapat melakukan prediksi kualitas udara yang baik.

**Kata Kunci**—Prediksi, Kualitas Udara, Logika Fuzzy, Mamdani.

## I. PENDAHULUAN

Kualitas udara yang baik adalah aspek penting dalam melindungi kesehatan manusia serta keberlanjutan hidup makhluk hidup. Akan tetapi, meningkatnya polusi udara sudah menjadi permasalahan serius di banyak kota di Indonesia dan terlebih lagi di seluruh dunia. Kualitas udara yang kurang baik sudah menjadi atensi global sebab berakibat negatif pada kesehatan manusia serta ekosistem. Polutan udara seperti partikel PM2.5 dan PM10 dapat berakibat negatif pada mutu hidup, seperti menimbulkan permasalahan respirasi, penyakit kardiovaskular, hingga kematian. Faktor-faktor semacam polusi udara, pergantian iklim, serta kegiatan manusia bisa pengaruhi kualitas udara secara signifikan. Oleh sebab itu, dibutuhkan upaya guna meningkatkan prediksi kualitas udara yang efisien guna memahami serta mengatur kualitas udara.

Untuk menanggulangi permasalahan ini, prediksi kualitas udara sudah menjadi topik riset yang berarti. Di masa mendatang, pemerintah, lembaga terkait, serta masyarakat akan terbantu dan dapat menentukan langkah yang tepat guna menangkal dan mengendalikan permasalahan ini dengan adanya prediksi yang akurat tentang tingkat polusi udara serta mutu udara.

Sistem prediksi kualitas udara termasuk sistem yang kompleks dan tidak pasti, sehingga penggunaan metode fuzzy menjadi salah satu metode yang cukup efisien. Metode fuzzy

memungkinkan pemodelan variabel yang tidak terukur secara eksak dan menggabungkan pengetahuan manusia dalam bentuk aturan-aturan linguistik. Salah satu pendekatan fuzzy yang umum digunakan adalah metode Mamdani, yang menggambarkan hubungan antara variabel masukan dan keluaran melalui aturan-aturan linguistik.

Akan tetapi, walaupun sudah banyak riset yang dilakukan dalam bidang ini, masih terdapat berbagai tantangan dalam implementasi fuzzy dengan pendekatan Mamdani untuk memprediksi kualitas udara. Misalnya, pemilihan variabel masukan yang pas, aturan-aturan linguistik yang efisien, serta penyesuaian model fuzzy yang akurat sesuai informasi yang tersedia.

Dalam paper ini, kami akan menjawab apakah metode fuzzy dengan pendekatan Mamdani dapat efektif dalam memprediksi kualitas udara, serta menanggulangi tantangan yang ada dengan cara mengumpulkan data dari sumber yang terpercaya dan akurat, mengidentifikasi variabel masukan yang relevan, seperti nilai PM2.5 dan PM10, menguji metode fuzzy Mamdani menggunakan data kualitas udara yang tersedia, kemudian hasil prediksi akan dibandingkan dengan data aktual untuk melakukan evaluasi terhadap akurasi dengan tujuan mengimplementasikan metode fuzzy menggunakan pendekatan Mamdani yang efisien dalam memprediksi kualitas udara. Diharapkan hasil dari riset ini bisa memberikan manfaat berarti bagi pemerintah serta lembaga terkait dalam mengendalikan polutan. Dengan memahami faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas udara, upaya pencegahan penurunan kualitas udara dapat dilakukan sedini mungkin guna kesehatan masyarakat dan keberlanjutan lingkungan yang layak.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kualitas Udara

Kualitas udara adalah keadaan udara di suatu wilayah yang mencerminkan adanya polutan seperti partikel PM2.5 dan PM10. Polutan ini dapat berasal dari sumber alami, seperti letusan gunung berapi, atau dari aktivitas manusia, seperti industri, mobil, dan pembakaran bahan bakar fosil.

### B. Logika Fuzzy

Logika fuzzy adalah pendekatan matematis untuk menggambarkan ketidakpastian dan ambiguitas suatu sistem. Tidak seperti logika Boolean, yang hanya mengenali nilai benar

(1) dan salah (0), logika fuzzy memungkinkan tingkat kebenaran yang lebih kompleks dalam bentuk bilangan fuzzy antara 0 dan 1. Hal ini memungkinkan representasi informasi yang lebih akurat yaitu bukan biner atau akurat. Logika fuzzy merupakan salah satu cabang dari kecerdasan buatan.

### C. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan Buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) adalah cabang Ilmu pengetahuan yang menggunakan mesin untuk memecahkan masalah kompleks dengan cara yang lebih manusiawi. Kata "*Intelligence*" sendiri berasal dari bahasa Latin "*intelligo*" yang berarti "saya memahami". Dengan demikian, dasar dari kecerdasan ini adalah kemampuan untuk memahami dan mengambil tindakan. Sementara itu, kata "*Artificial*" berarti sesuatu yang bukan berasal dari alam nyata, melainkan merupakan hasil simulasi atau kreasi manusia.

Hingga saat ini, kecerdasan buatan (AI) telah hadir secara nyata dalam berbagai aplikasi, mulai dari penggunaan pada telepon pintar hingga mobil otonom. Penerapan AI juga dapat ditemukan dalam mesin-mesin otomatis dan robot di berbagai perusahaan, serta dalam penggunaan kamera pengawas dengan teknologi pengenalan wajah di berbagai sudut jalan. Selain itu, kita juga mengenal perangkat canggih seperti *Alexa*, *Siri*, *Cortana*, dan *Google Assistant*, yang berfungsi sebagai asisten cerdas untuk mempermudah kehidupan masyarakat perkotaan. Perkembangan AI memiliki potensi besar untuk menciptakan perubahan besar dalam cara kita berinteraksi dan menjalani kehidupan sehari-hari (Pabubung, 2021).

### D. Metode Mamdani

Metode Mamdani merupakan pendekatan logika fuzzy yang membuat keputusan berdasarkan aturan fuzzy. Metode ini memiliki tiga bagian utama:

Himpunan Fuzzy, Aturan Fuzzy, dan Penalaran Fuzzy. Himpunan fuzzy adalah himpunan yang ditentukan oleh fungsi keanggotaan yang menentukan tingkat keikutsertaan suatu elemen dalam himpunan tersebut. Aturan fuzzy menghubungkan himpunan fuzzy input ke himpunan fuzzy keluaran. Penalaran fuzzy menggabungkan aturan fuzzy dan himpunan fuzzy untuk menghasilkan hasil fuzzy.

### E. Prediksi Kualitas Udara Menggunakan Logika Fuzzy

Sebagai bagian dari prediksi kualitas udara, logika fuzzy dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan antara parameter yang relevan dengan kualitas udara. Misalnya, data suhu, kelembaban, dan tingkat polusi dapat digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan untuk setiap parameter. Berdasarkan pengetahuan dan pengalaman ahli, aturan fuzzy kemudian dapat dibuat untuk menghubungkan himpunan fuzzy masukan dengan himpunan fuzzy keluaran. Prediksi kualitas udara dapat diperoleh dengan metode Mamdani dengan memasukkan nilai input ke aturan fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya.

Dengan menggunakan logika fuzzy dan metode Mamdani, prediksi kualitas udara dapat menjadi lebih fleksibel

dan mengatasi ketidakpastian terkait penilaian kualitas udara. Penelitian ini menerapkan metode tersebut dan menganalisis hasilnya untuk menilai akurasi dan efektivitasnya dalam memprediksi kualitas udara.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan 40 data yang berasal dari dataset yang terdiri dari tiga variabel yaitu nilai PM2.5, PM10, dan kualitas udara.

### A. Pengumpulan Data

Pengumpulan informasi pada riset ini memanfaatkan dataset yang bersumber dari *website Kaggle*, terdiri dari tiga variabel masukan, yaitu nilai PM2.5, PM10, dan *quality* serta studi literatur. Studi literatur merupakan serangkaian aktivitas yang berkenaan dengan tata cara pengumpulan informasi pustaka, membaca serta mencatat, dan mencerna bahan riset.

### B. Metode Fuzzy Mamdani

Untuk mendapatkan output yang diinginkan, berikut ini proses yang dilalui:

#### 1. Fungsi Keanggotaan dan Variabel Linguistik

Berikut ini adalah fungsi keanggotaan dan variabel linguistik dalam sistem prediksi kualitas udara:

##### 1.1 Fungsi Keanggotaan

- Kualitas udara sehat: (0, 3, 3)
- Kualitas udara sedang: (4, 6, 6)
- Kualitas udara tidak sehat: (7, 10, 10)
- Konsentrasi PM rendah: (0, 0, 50)
- Konsentrasi PM sedang: (40, 75, 100)
- Konsentrasi PM tinggi: (100, 200, 200)

##### 1.2 Variabel Linguistik

- Kualitas udara: baik, sedang, tidak sehat
- Konsentrasi partikel materi (pm): rendah, sedang, tinggi

#### 2. Aturan Fuzzy

Dalam prediksi kualitas udara, aturan fuzzy digunakan untuk menghubungkan variabel input dan variabel output. Berikut beberapa aturan fuzzy yang digunakan dalam prediksi kualitas udara:

```
aturan1 = ctrl.Rule(pm25['rendah'] & pm10['rendah'],
quality['sehat'])
aturan2 = ctrl.Rule(pm25['sedang'] | pm10['sedang'],
quality['sedang'])
aturan3 = ctrl.Rule(pm25['tinggi'] | pm10['tinggi'],
quality['tidak_sehat'])
```

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

## A. HASIL

```

-- Data ke- 38 ---
PM2.5: 136
PM10: 78
Nilai AQI: 6.82
Kualitas Udara: Tidak Sehat
Error: 0.25

-- Data ke- 39 ---
PM2.5: 102
PM10: 65
Nilai AQI: 5.76
Kualitas Udara: Sedang
Error: 0.26

-- Data ke- 40 ---
PM2.5: 121
PM10: 75
Nilai AQI: 6.48
Kualitas Udara: Tidak Sehat
Error: 0.13

Rata-rata Error: 0.39
Akurasi: 82.50%

```

GAMBAR I. OUTPUT

Gambar I menunjukkan hasil prediksi kualitas udara menggunakan metode mamdani.

## B. PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode fuzzy menggunakan pendekatan Mamdani yang efisien dalam memprediksi kualitas udara. Sistem prediksi kualitas udara ini menggunakan tiga variabel masukan berupa data aktual, yaitu nilai PM2.5, PM10, dan *quality*, serta dua variabel keluaran atau hasil prediksi berupa nilai AQI dan *quality*. Kemudian hasil prediksi akan dibandingkan dengan data aktual untuk mengetahui tingkat akurasi sistem produksi kualitas udara ini.

Tabel di bawah ini merupakan data yang digunakan dalam penelitian.

TABEL I  
DATASET

PM 2.5	PM10	Quality
126	73	Tidak Sehat
70	53	Sedang
53	32	Sedang
59	36	Sedang
51	29	Sedang
45	24	Sehat
55	33	Sedang
57	38	Sedang

45	29	Sehat
45	32	Sehat
118	81	Tidak Sehat
109	73	Tidak Sehat
113	74	Tidak Sehat
105	73	Tidak Sehat
102	69	Tidak Sehat
119	78	Tidak Sehat
104	63	Tidak Sehat
33	19	Sehat
90	64	Sedang
70	56	Sedang
93	62	Sedang
18	21	Sehat
57	142	Tidak Sehat
91	60	Sedang
72	53	Sedang
93	62	Sedang
100	68	Sedang
93	68	Sedang
100	66	Sedang
93	64	Sedang
95	53	Sedang
86	61	Sedang
99	65	Sedang
93	67	Sedang
80	55	Sedang
58	179	Tidak Sehat
124	69	Tidak Sehat
136	78	Tidak Sehat
102	65	Tidak Sehat
121	75	Tidak Sehat

Berdasarkan analisis proses logika fuzzy mamdani dari 40 dataset dan pengujian sistem logika metode fuzzy mamdani untuk menentukan prediksi kualitas udara, maka diperoleh hasil prediksi kualitas udara dengan menggunakan logika fuzzy Mamdani yaitu 2 data sehat, 28 data sedang, 10 data tidak sehat. Dengan tingkat keakuratan prediksi kualitas udara yang diperoleh menggunakan logika metode fuzzy Mamdani yaitu 82.50%.

## V. KESIMPULAN

Dalam riset ini, menunjukkan bahwa prediksi kualitas udara dengan metode Mamdani menunjukkan hasil yang lebih akurat dibanding dengan metode lainnya. Hasil riset ini menunjukkan, bahwa metode Mamdani memiliki tingkatan akurasi sebesar 82.50% serta nilai rata-rata error sebesar 0.39. Oleh sebab itu, riset ini menunjukkan bahwa metode Mamdani memberikan hasil yang lebih akurat serta dapat digunakan untuk

pengambilan keputusan terkait penanganan permasalahan penurunan kualitas udara.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah Kecerdasan Buatan atas bimbingan dan ilmunya, serta kepada tim SANTIKA yang telah menyediakan template ini sehingga memudahkan penulis dalam penyusunan paper.

#### REFERENSI

- [1] Ayuningtias, Laras. (2017). Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno dan Mamdani (Studi Kasus: Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung). *Jurnal Teknik Informatika*.
- [2] Damai Arbaus, D. A. (2016). Kecerdasan Buatan pada Sistem Pintu Otomatis Menggunakan *Voice Recognition* Berbasis Raspberry Pi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik-Sistem*.
- [3] Eka Diah Kartiningrum. (2015). Panduan Penyusunan Studi Literatur. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Kesehatan Majapahit.
- [4] Hikmah Dwiyanti Nasir, D. Z. (2020). Prediksi Tingkat Polusi Udara Dengan *Data Mining*. Makassar: Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEDI).
- [5] Nadya Febriany, F. R. (2017). Aplikasi Metode Fuzzy Mamdani dalam Penentuan Status Gizi dan Kebutuhan Kalori Harian Balita menggunakan Software MATLAB. *Jurnal EurekaMatika*.
- [6] Nasution, Helfi. (2012). Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan. *Jurnal UNTAN*.
- [7] Pabubung, Michael Reskiantio. (2021). Epistemologi Kecerdasan Buatan (AI) dan Pentingnya Ilmu Etika dalam Pendidikan Interdisipliner. Yogyakarta. *Jurnal Filsafat Indonesia*.
- [8] Prayudha Jaka, dkk. (2018). Implementasi Metode *Fuzzy Logic* untuk Sistem Pengukuran Kualitas Udara di Kota Medan Berbasis *Internet of Things (IoT)*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*.
- [9] Septiyani, N.&Agoestanto.A.(2023).Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Pada Prakiraan Cuaca Harian di Kabupaten Cilacap. PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika6, 786-795.