



JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite> DOI : 10.31289/jite.v4i1.3804

Received: 26 Mei 2020

Accepted: 07 Juli 2020

Published: 20 Juli 2020

Analysis of Air Pollution Levels in DKI Jakarta Province Using the Mamdani Fuzzy Inference System Method

Akmal Dirgantara¹⁾*, Ahmad Fauzi²⁾ & Ginabila²⁾

1) Program Studi Ilmu Komputer, STMIK Nusa Mandiri, Indonesia

2) Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Bina Sarana Informatika, Indonesia

*Corresponding Email: 14002273@nusamandiri.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat polusi udara ditentukan dengan menentukan tingkat ambang batas gas-gas polutan yang terkandung di udara. Polutan yang mengukur polusi udara adalah PM10 (Materi Khusus), SO₂ (Sulfur), NO₂ (Nitrogen Oksida), CO (Karbon Monoksida), O₃ (Ozon), dan NO₂ (Nitrogen Oksida), yang disebabkan oleh aktivitas kendaraan dan, Berdasarkan pada nilai ambang polutan ini, Untuk mengetahui tingkat polusi udara dengan metode inferensi fuzzy mamdani. Hasil studi ambang polutan kemudian akan diterapkan pada aturan / aturan yang diterapkan menggunakan aturan if-then dan kemudian variabel input yang disusun menggunakan rata-rata tertimbang, rata-rata variabel tertimbang akan menentukan tingkat polusi udara yang dikategorikan menjadi tiga tingkat: rendah, sedang dan tinggi.

Kata Kunci: Decision Tree, Pemilihan Fitur, Optimalisasi Kinerja Dosen Asisten, Particle Swarm Optimization.

Abstract

This study aims to measure the level of air pollution determined by pollutant gases contained in the air. Pollutants that measure air pollution are PM10 (Special Material), SO₂ (Sulfur), NO₂ (Nitrogen Oxide), CO (Carbon Monoxide), O₃ (Ozone), and NO₂ (Nitrogen Oxide), which are related to vehicle use and, according to the choice this pollutant threshold, we will discuss the level of air pollution with the fuzzy mamdani inference method. The results of the pollutant threshold study will then be applied to the rules / rules that are applied using the if-then rules and then the input variables are arranged using weighted averages, variable averages weighted will be determined higher into three levels: low, medium and high.

Keywords Decision Tree, Feature Selection, Optimization of Lecturer Assistant Performance, Particle Swarm Optimization.

How to Cite: Dirgantara, A., Fauzi, A. & Ginabila (2020). Analysis of Air Pollution Levels in DKI Jakarta Province Using the Mamdani Fuzzy Inference System Method. *JITE (Journal Of Informatics And Telecommunication Engineering)*. 4 (1): 97-104

I. PENDAHULUAN

Permasalahan lingkungan hidup merupakan hal yang sangat penting untuk segera diselesaikan karena menyangkut keselamatan, kesehatan, dan kehidupan manusia (Gusnita, 2012). Udara bersih merupakan faktor yang penting dalam kehidupan, namun dengan meningkatnya pembangunan fisik kota dan pusat-pusat industri, kualitas udara telah mengalami perubahan. Salah satu permasalahan adalah polusi udara. polusi udara ditentukan dengan ambang batas gas polutan yang terkandung pada udara. Zat polutan yang menjadi tolak ukur polusi udara yaitu PM10 (Partikular Matter), SO₂ (Sulfur), NO₂ (Nitrogen Oksida), CO (Carbon Monoksida), O₃ (Ozon), dan NO₂ (Nitrogen Oksida). Hal tersebut disebabkan oleh pertambahan sepeda motor, yang mencapai 30%. Sekitar lebih kurang 70% terdistribusi di daerah perkotaan (Ismiyati, Marlita, & Saidah, 2014) Data yang digunakan pada prediksi mengenai pencemaran udara menggunakan data set dari Data Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) Provinsi DKI Jakarta.

Prediksi akan menggunakan teori fuzzy inference system (FIS) yang secara otomatis menghasilkan aturan inferensi fuzzy dengan mengelompokkan dataset. Metode Fuzzy adalah suatu cara yang tepat

untuk memetakan ruang input ke dalam suatu ruang output (Pratama & Fitriani, 2017). Metode fuzzy inference system diterapkan pada batasan-batasan yang bersifat tidak tegas. metode fuzzy yang digunakan adalah metode fuzzy mamdani yang akan membagi tiga kategori tingkat pencemaran udara yaitu: rendah, sedang, dan tinggi.

Penelitian lain dilakukan oleh (Hastuti, Widasari, & Prasetio, 2017) melakukan pemantauan tingkat pencemaran udara di wilayah terdampak lumpur lapindo dilakukan dengan mengklasifikasikan tingkat pencemaran udara berdasarkan konsentrasi gas pencemar udara di wilayah tersebut. Pengklasifikasian tersebut juga memberikan gambaran mengenai dampak yang dapat terjadi dari masing-masing kelompok berdasarkan tingkat pencemaran udara ambien. Untuk melakukan pengklasifikasian digunakan metode logika fuzzy, persentase akurasi logika fuzzy di Desa Mindi, didapatkan persentase error 6.66%, sehingga persentase tingkat akurasi logika fuzzy di Desa Mindi adalah 93%.

Penelitian lain oleh (Tashid, 2012) melakukan pengukuran tingkat pencemaran udara di kota pekanbaru dengan menggunakan metode Fuzzy Logic Tsukamoto, menghasilkan sebuah sistem

pengukuran tingkat polusi udara menggunakan perangkat lunak Microsoft Visual Studio 6.0. Sehingga pada penelitian ini mengusulkan tingkat pencemaran udara berdasarkan setdata dari Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) Provinsi DKI Jakarta dengan melakukan penilaian Zat polutan yang menjadi tolak ukur polusi udara yaitu PM10 (Partikular Matter), SO₂ (Sulfur), NO₂ (Nitrogen Oksida), CO (Carbon Monoksida), O₃ (Ozon), dan NO₂ (Nitrogen Oksida). Hal ini perlu dilakukan mengingat pertumbuhan kendaraan di wilayah DKI Jakarta setiap tahun nya mengalami penambahan yang sangat pesat, dan aktifitas ekonomi yang tidak henti setiap harinya.

II. METODE PENELITIAN

Untuk mendapatkan informasi mengenai kualitas udara khususnya wilayah DKI Jakarta Penulis melakukan pengujian data indeks standar pencemar udara (ISPU) di Provinsi DKI Jakarta periode desember 2018 program dengan melakukan pendekatan Fuzzy Inference System mamdani ,sehingga dapat diketahui tingkat kualitas pencemaran udara, dengan di bagi ke dalam tiga kategori kurang, sedang, dan tinggi.

A. *Sampling/Metode Pemilihan Sampel*

Penulis mengambil sampel dari situs website repository <http://data.jakarta.go.id/> Dataset ini berisi mengenai Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) yang diukur dari 5 stasiun pemantau kualitas udara (SPKU) yang ada di Provinsi DKI Jakarta Tahun 2018

B. *Teknik Analisis Data*

Sistem kendali logika fuzzy disebut juga sistem Inferensi Fuzzy (Fuzzy Inference System/FIS) atau fuzzy inference engine adalah sistem yang dapat melakukan penalaran dengan prinsip serupa seperti manusia melakukan penalaran dengan nalurinya.

Terdapat beberapa jenis FIS yang dikenal yaitu Mamdani, Sugeno dan Tsukamoto. FIS yang paling mudah dimengerti, karena paling sesuai dengan naluri manusia adalah FIS Mamdani. FIS tersebut bekerja berdasarkan kaidah-kaidah linguistik dan memiliki algoritma fuzzy yang menyediakan sebuah aproksimasi untuk dimasuki analisa matematik (Nainggolan, 2016). Pada penelitian ini proses penilaian kualitas Udara di wilayah DKI Jakarta yang memiliki lima parameter pengukur properti disain yaitu: PM10 (Partikular Matter), SO₂ (Sulfur), NO₂ (Nitrogen Oksida), CO (Carbon Monoksida), O₃ (Ozon), dan NO₂ (Nitrogen

Oksida) sebagai proses analisis kualitas udara, pengujian dilakukan dengan menggunakan pendekatan Fuzzy Inference System Mamdani. Sebelum lakukan penilaian maka akan di tentuka terlebih dahulu nilai threshold CK Metrics. Tabel I menunjukkan nilai ambang batas yang digunakan. Sementara yang selanjutnya versi penulis yang di ambil dari set data yang ada.

Table 1. Threshold Penulis

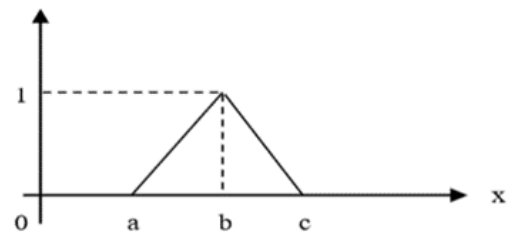
Atribut	Threshold
pm10	4-50
so2	1-50
co	2-50
o3	2-214
no2	1-34

Sumber : Hasil pengolahan data (2019)

Untuk menentukan derajat keanggotaan dari himpunan fuzzy yang dirancang, maka diperlukan fungsi dari himpunan tersebut. Fungsi ini dibangun berdasarkan persamaan garis yang dibentuk oleh himpunan fuzzy tersebut. Contoh fungsi dari himpunan segitiga dimana $f(x, a, b, c)$ adalah derajat keanggotaan, (Kumar, 2019) adalah nilai dari variabel, berturut-turut adalah nilai awal, tengah dan akhir dari variabel Segitiga (x, a, b, c) .

$$\begin{cases} 0 & : x < a \text{ atau } x \geq c \\ (x - a) / (b - a) & : a \leq x \leq b \\ (b - a) / (c - b) & : b \leq x \leq c \end{cases}$$

Derajat Keanggotaan $\mu(x)$



Sumber :(Kumar, 2019)

Gambar.1 Fungsi keanggotaan segitiga

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Tahap analisa data menggunakan Logika Fuzzy Inference System Model Mamdani secara detail. Metode Mamdani (O'docherty, 2005) diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Metode ini sering juga disebut metode Max-Min, karena menggunakan komposisi aturan Max (operator OR) dan fungsi implikasi Min (operator AND).

Berikut set data yang akan dijadikan bahan penelitian yang terdapat pada table 2. Data ini diambil dari repository <http://data.jakarta.go.id/> Data Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) di Provinsi DKI Jakarta bulan Desember Tahun 2018 terdapat 156 record cllas data.

Tabel 2. Data Indeks Standar Pencemar Udara

pm10	so2	co	o3	so2
57	15	21	64	3
59	18	22	65	15
57	16	21	86	4
63	13	29	71	3
56	11	23	134	27
58	18	12	104	19
66	17	20	137	19

73	16	35	123	34
56	16	17	214	18
51	14	14	117	26
51	14	14	117	26
56	16	17	214	18

Sumber : <http://data.jakarta.go.id/>

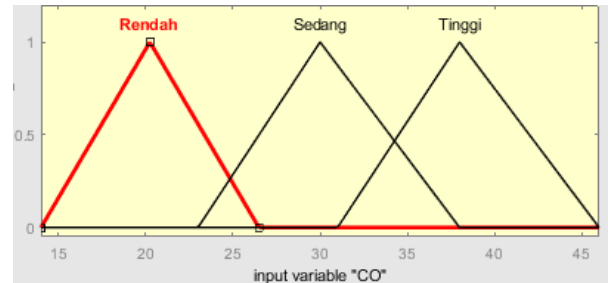
A. Pembentukan Fuzzy (Fuzzyfikasi)

Berdasarkan sampel data indeks standar pencemar udara dari lima properti desain PM10 (Partikular Matter), SO2 (Sulfur), NO2 (Nitrogen Oksida), CO (Carbon Monoksida), O3 (Ozon), dan NO2 (Nitrogen Oksida) pada penentuan kualitas udara peneliti membagi kedalam tiga yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Instrumen pengujian berupa set data yang akan digunakan untuk melakukan pengukuran dengan tujuan menghasilkan data kuantitatif yang akurat. Dalam penelitian ini pengujian akan dilakukan terhadap

Indikator *Carbon Monoksida* didefinisikan tiga himpunan *fuzzy*, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Himpunan *fuzzy* rendah memiliki domain [0, 27] dimana derajat keanggotaan rendah tertinggi (=27) terletak pada angka 0-27. Himpunan *fuzzy* sedang memiliki domain [22.30, 35] dimana derajat keanggotaan (=1) terletak pada nilai 27. Himpunan *fuzzy* tinggi akan memiliki domain [30, 37.45] dimana derajat keanggotaan tinggi tertinggi (=30) terletak pada angka >=12. Untuk mempersentasikan *indicator*

kualitas perangkat udara digunakan bentuk

segitiga representasi dengan grafik dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber : Hasil Uji coba

Gambar.2 Grafik fungsi keanggotaan segitiga

Ekspresi untuk fungsi keanggotaan CO *Carbon Monoksida* sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Rendah}} [x] =$$

$$\begin{cases} 0 & : x < 0 \text{ atau } x \geq 27 \\ (x - 0)/(20 - 0) & : 0 \leq x \leq 20 \\ (20 - 0)/(27 - 20) & : 20 \leq x \leq 27 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}} [x] =$$

$$\begin{cases} 0 & : x < 22 \text{ atau } x \geq 38 \\ (x - 22)/(30 - 22) & : 22 \leq x \leq 30 \\ (30 - 22)/(38 - 22) & : 30 \leq x \leq 38 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tinggi}} [x] =$$

$$\begin{cases} 0 & : x < 30 \text{ atau } x \geq 45 \\ (x - 30)/(37 - 30) & : 30 \leq x \leq 37 \\ (37 - 30)/(45 - 37) & : 37 \leq x \leq 45 \end{cases}$$

Sumber : Hasil Perhitunagn *fuzzy*

B. Aplikasi fungsi implikasi

Setelah pembentukan himpunan *fuzzy*, maka dilakukan pembentukan aturan-aturan *fuzzy*. Tiap aturan

merupakan suatu implikasi. Pada **Rules 4:**

penelitian ini terdapat beberapa rule.

Untuk menentukan aturan sbb:

Rule = Banyak Keanggotaan^{banyak variabel / indikator}

Semua rule yang terbentuk diatas telah terlampir dalam lampiran. Khusus untuk penentuan kualitas prangkat lunak yang memiliki 551 rule, Berikut aturan *fuzzy* untuk penentuank kualitas udara.

Rules 1:

1. *If (pm10 is rendah) and (so2 is rendah) and (co is rendah) and (o3 is rendah) and (no2 is rendah) then (Quality is reandah)*

If IK Baik and PD Kurang and ST Kurang and PDD Kurang and BP Kurang and M Baik and S Baik then out Kurang

Rules 2:

2. *If (pm10 is sedang) and (so2 is rendah) and (co is rendah) and (o3 is rendah) and (no2 is rendah) then (Quality is reandah)*

Rules 3:

3. *If (pm10 is tinggi) and (so2 is rendah) and (co is rendah) and (o3 is rendah) and (no2 is rendah) then (Quality is reandah)*

3. *If (pm10 is rendah) and (so2 is sedang) and (co is rendah) and (o3 is rendah) and (no2 is rendah) then (Quality is reandah)*

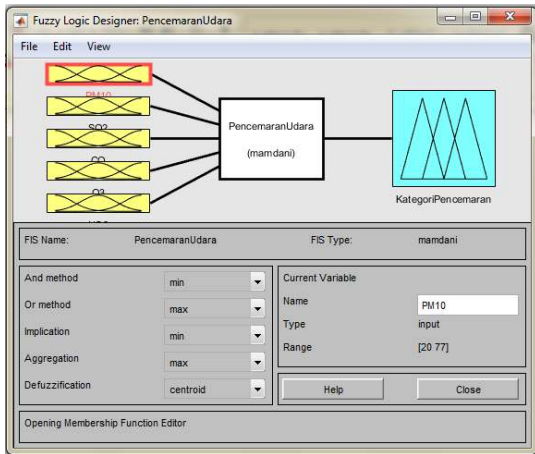
Rules 5:

3. *If (pm10 is sedang) and (so2 is rendah) and (co is rendah) and (o3 is rendah) and (no2 is rendah) then (Quality is reandah)*

Setelah aturan dibentuk maka, dilakukan aplikasi fungsi implikasi. Fungsi implikasi yang dilakukan adalah *MIN* yang berarti tingkat keanggotaan yang didapat dari proses ini adalah nilai minimal dari indikator atau variabel *input* untuk mendapatkan daerah *fuzzy* pada indikator hasil penentuan kualitas udara. Berdasarkan sample penentuan properti desain kulaitas udara di wilayah DKI Jakarta, maka fungsi implikasi sampel berikut:

1. Analisis dan Desain Sistem

Kriteria yang akan dianalisis dijadikan variabel *fuzzy* dari lima parameter dengan bantuan *Toolbox MatlabR2011b* pada gambar :



Sumber : Hasil pengolahan data (2020)
 Gambar 3. Fuzzy Inference System Mamdani Editor

2. Komparasi Aturan

Komposisi aturan fungsi implikasi menggunakan fungsi MAX yaitu dengan cara mengambil nilai maksimum dari output aturan. Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Komposisi aturan untuk sample sebelumnya adalah: Variabel output Derajat kebenaran himpunan baik

$$\begin{aligned}
 &= \text{Max} (\alpha_{156}, \alpha_{156}) \\
 &= \text{Max} (0,45; 0) \\
 &= 0,45
 \end{aligned}$$

Daerah hasil inferensi tertinggi adalah 0,45 dan terendah 0

a. Proses Defuzzifikasi

Pada tahapan inilah tujuan inti dari penelitian yaitu membandingkan hasil dari beberapa metode yang ada pada proses defuzzifikasi. Metode

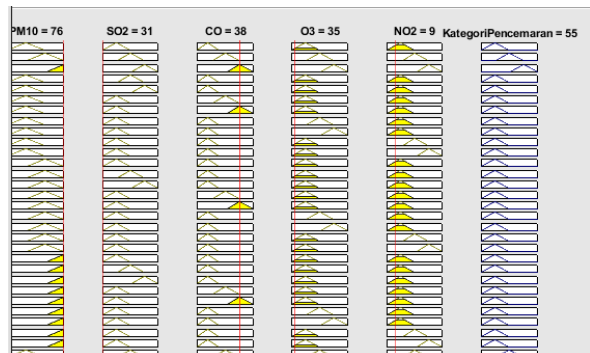
defuzzifikasi pada kasus ini dilakukan dengan menggunakan metode COA (centre of area), Bisektor, Mom (Mean Of Maximum), Lom (Largest Of Maximum), DanSom (Smallest Of Maximum), untuk menentukan nilai crisp x, didapat dari fungsi keanggotaan yang terbentuk dari proses komposisi semua output. Berikut akan dijabarkan hasil dari metode defuzzifikasi tersebut :

1. Metode COA (centre of area)

$$\begin{aligned}
 COA &= \frac{(23 \times 0) + (30 \times 1) + (38 \times 1)}{0 + 1 + 1} \\
 &= \frac{0+30+38+0}{2} \\
 &= \frac{68}{2} = 34
 \end{aligned}$$

b. Pengujian Sistem

Pada tahap pengujian sistem data-data testing dicoba kembali sebagai data input untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan dataset.



Sumber : Hasil pengolahan data (2020)
 Gambar 4. Rules hasil fuzzy mamdani

Hasil penelitian tentang ambang batas zat polutan tersebut kemudian akan diterapkan kedalam rule/aturan yang diterapkan menggunakan kaidah if-then kemudian variabel *input* dikomposisikan dengan menggunakan rata-rata terbobot. Hasil rata-rata variabel terbobot akan menentukan tingkat polusi udara. Yang dipengaruhi oleh beberapa variabel *input* diantaranya PM1, SO₂, CO, O₃, NO₂ dan telah dilakukan pengujian menggunakan *fuzzy logic mamdani* diperoleh semakin besar nilai hasil *output* maka pencemaran udara semakin tinggi.

IV. SIMPULAN

Hasil penelitian prediksi dengan metode *fuzzy logic* menggunakan MatlabR2011b dalam analisa tingkat polusi udara ISPU Provinsi DKI Jakarta. Hasil penelitian tentang ambang batas zat polutan tersebut kemudian akan diterapkan kedalam rule/aturan yang diterapkan menggunakan kaidah if-then kemudian variabel input dikomposisikan dengan menggunakan rata-rata terbobot. Hasil rata-rata variabel terbobot akan menentukan tingkat polusi udara. Yang dipengaruhi oleh beberapa variabel input diantaranya PM10 (Partikular Matter), SO₂ (Sulfur), NO₂ (Nitrogen Oksida), CO (Carbon Monoksida), O₃ (Ozon), dan NO₂ (Nitrogen Oksida) dan telah dilakukan pengujian menggunakan *fuzzy inference*

system mamdani diperoleh semakin besar nilai hasil output maka pencemaran udara semakin tinggi dan pada penelitian sesuai dengan data set yang ada, tingkat pencemaran udara masi dalam keadaan sedang yang memiliki nilai max anata 50-90, dari lima properti desain yang menjadi kategori.

DAFTAR PUSTAKA

- Gusnita, D. (2012). Pencemaran logam berat timbal (Pb) di udara dan upaya penghapusan bensin bertimbal. *Berita Dirgantara*, 13(3).
- Hastuti, R., Widasari, E. R., & Prasetyo, B. H. (2017). Sistem Pendeteksi Pencemaran Udara Ambien Di Kawasan Lumpur Lapindo Dengan Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer E-ISSN*, 2548, 964X.
- Kumar, A. (2019). *Analysis of object-oriented system quality model using soft computing techniques*.
- Nainggolan, J. M. (2016). Logika Fuzzy (Fuzzy Logic): Teori dan Penerapan Pada Sistem Daya (Kajian Pengaruh Induksi Medan Magnet). URL: [Http://Member.Unila.Ac.Id/~Ftelektro/Lab/Ltpe/Dokumen/Fuzzy%20Logic%20Pa per. Doc](http://Member.Unila.Ac.Id/~Ftelektro/Lab/Ltpe/Dokumen/Fuzzy%20Logic%20Pa%20per.Doc), 23.
- O'docherty, M. (2005). *Object-oriented analysis & design*. John Wiley & Sons.
- Pratama, E. A., & Fitriani, S. (2017). *PENERAPAN METODE FUZZY INFERENCE SYSTEM (FIS) MAMDANI DALAM PENENTUAN PEMBERIAN REWARD KARYAWAN BAGIAN PRODUKSI PADA IKM DOCTOR SPEED*.
- Tashid. (2012). Analisis Tingkat Polusi Udara Menggunakan Fuzzy Logic. *Jurnal Sains Dan Teknologi Informasi*, 1, 46.