

# Implementasi Logika Fuzzy Mamdani untuk Memprediksi Jumlah Penumpang Teman Bus Jalur Mall Pannakkukang - Pelabuhan Galesong

Putri Angraeni<sup>1</sup>, Penulis Kedua<sup>2</sup>, Penulis Ketiga<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Komputer, Universitas Negeri Makassar

Jl. Mallengkeri Raya, Parangtambung, Kec. Tamalate, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90224

<sup>1</sup> Putriangraeni@gmail.com

<sup>2</sup>penulis.ketiga@pertama.edu

<sup>3</sup>penulis.ketiga@pertama.edu

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah penumpang pada jalur Mall Pannakkukang-Pelabuhan Galesong dalam sistem transportasi angkutan cepat "Teman Bus" di Kota Makassar. Moda transportasi umum sering menghadapi masalah ketidakseimbangan antara jumlah bus dan jumlah penumpang yang dapat mengurangi kenyamanan dan efisiensi mobilitas penumpang. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan logika fuzzy, khususnya metode fuzzy Mamdani, untuk memprediksi jumlah penumpang yang akan naik bus berdasarkan data variabel input yang telah dikumpulkan seperti hari, dan suhu cuaca serta variabel output yaitu jumlah penumpang. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini, berdasarkan input yang diberikan yaitu hari dengan nilai 0,5 dan suhu cuaca dengan nilai 30, maka diperoleh jumlah penumpang sebanyak 1500 yang berarti jumlah penumpang tersebut dikategorikan sepi.

**Kata kunci:** Logika fuzzy, Metode fuzzy mamdani, Moda transportasi, Teman bus, Prediksi jumlah penumpang.

## Abstract

This study aims to predict the number of passengers on the Mall Pannakkukang-Galesong Harbor route on the "Teman Bus" fast transit transportation system in Makassar City. Public transportation modes often face the problem of an imbalance between the number of buses and the number of passengers, which can reduce the comfort and efficiency of passenger mobility. To overcome this problem, this study uses a fuzzy logic approach, specifically the Mamdani fuzzy method, to predict the number of passengers who will take the bus based on input variable data that has been collected, such as day temperature and weather, as well as the output variable, namely the number of passengers. The results obtained in this study are based on the inputs given, namely the day with a value of 0.5 and the weather temperature with a value of 30. The number of passengers is 1500, which means the number of passengers is included in the quiet category.

**Keywords:** Fuzzy logic, Mamdani fuzzy method, Mode of transportation, Friends of the bus, Prediction of the number of passengers.

## I. PENDAHULUAN

Transportasi umum memainkan peran penting dalam mobilitas perkotaan, dan bus merupakan salah satu moda transportasi yang banyak digunakan oleh masyarakat. Untuk pengembangan angkutan umum di kawasan perkotaan dengan *system* non tunai dan berbasis teknologi telematika, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia mengimplementasikan program *Buy the Service* pada teman bus [1]. Teman bus adalah *system* transportasi angkutan cepat di Indonesia yang beroperasi diberbagai kota, salah satunya yaitu kota Makassar pada koridor 1 yaitu jalur Mall Pannakkukang – Pelabuhan Galesong.

Permasalahan yang seringkali dijumpai pada moda transportasi umum yaitu ketidakseimbangan antara jumlah bus dan jumlah penumpang. Hal ini juga terjadi pada teman bus Kota Makassar jalur Mall Pannakkukang-Pelabuhan Galesong. Kepadatan penumpang seringkali terjadi pada hari-hari atau kondisi cuaca tertentu. Hal tersebut membuat penumpang teman bus harus memilih antara berdesakan di dalam bus atau menunggu bus selanjutnya datang yang kemungkinan besar memerlukan waktu yang cukup lama sehingga kenyamanan mobilitas penumpang jadi menurun. Dengan demikian, diperlukan prediksi jumlah penumpang yang akan naik bus pada rute Mall Pannakkukang-Pelabuhan Galesong, agar jumlah bus yang datang sesuai dengan jumlah penumpang yang ada.

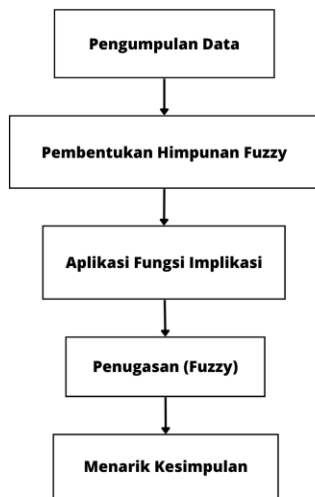
Dalam artikel penelitian "*Implementation of mamdani fuzzy implication in predicting traffic volume and duration of green lights on an intersection*" oleh E F Yogachi, V M Nasution dan G Prakarsa [2], telah menggunakan pendekatan logika fuzzy mamdani untuk memprediksi jumlah positif COVID-19 di Jawa Barat. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif dan teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu observasi pada website pikobar. peneliti menggunakan data variabel berupa kenaikan ODP, PDP, dan positif COVID-19 dengan 3 kategori himpunan untuk semua variabel yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Sedangkan variabel output adalah hasil prediksi positif 14 hari kemudian. Kurva yang

digunakan untuk kebutuhan fuzzifikasi adalah kurva linier. Metode penyusunan aturan yang digunakan adalah fungsi MAX dan defuzzifikasi menggunakan Centroid.

Prediksi jumlah penumpang dapat dilakukan menggunakan logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* merupakan ilmu yang mempelajari ketidakpastian. Salah satu konsep *system fuzzy* yang digunakan dalam proses prediksi jumlah penumpang teman bus yaitu metode mamdani [3]. Metode *fuzzy* mamdani memiliki konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* yang sangat fleksibel, dan memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat. Hasil dari penelitian yang telah dihitung menyatakan bahwa metode *fuzzy* Mamdani mempunyai tingkat *error* yang lebih kecil dibandingkan dengan metode *fuzzy* lainnya [4]. Implementasi logika *fuzzy* Mamdani diharapkan dapat memberikan prediksi jumlah penumpang yang lebih akurat berdasarkan variabel *input* yang relevan, seperti hari, dan suhu cuaca, serta variabel *output* yaitu jumlah penumpang sehingga penyedia layanan teman bus bisa lebih sigap apabila terjadi lonjakan penumpang.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Tahapan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pengumpulan data, membentuk himpunan *fuzzy*, aplikasi fungsi implikasi, penegasan (*defuzzy*), dan tahap terakhir yaitu menarik kesimpulan. Dapat dilihat pada **gambar 1**.



**Gambar 1.** Tahap Penelitian

Tahap pengumpulan data pada penelitian ini yaitu menggunakan data primer yang dikumpulkan melalui wawancara dan survei langsung pada penumpang dan pengelola sistem transportasi. Kemudian, data lainnya merupakan data sekunder yang mencakup data historis dan dokumentasi yang disediakan oleh PT Borlindo Mandiri Jaya pada bulan (Maret 2023) sebanyak 31 data, berupa jumlah penumpang, hari, dan cuaca. Data tersebut dapat dilihat pada **tabel 1**.

TABEL 1  
DATA JUMLAH PENUMPANG PADA MARET 2023

Tanggal	Hari	Suhu Cuaca	Jumlah Penumpang
01/03/2023	1	27	2019
02/03/2023	1	29	2117
03/03/2023	1	30	2071
04/03/2023	1	30	1936
05/03/2023	0	29	1600
06/03/2023	1	28	1997
07/03/2023	1	29	2079
08/03/2023	1	31	1965
09/03/2023	1	31	2246
10/03/2023	1	31	2175
11/03/2023	1	32	1757
12/03/2023	0	32	1694
13/03/2023	1	30	2088
14/03/2023	1	30	2111
15/03/2023	1	31	2249

Setelah data terkumpul, selanjutnya yaitu proses prediksi, yang dimana proses prediksi pada penelitian ini menggunakan logika *fuzzy* metode mamdani. Logika *fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzziness*) antara benar atau salah [5]. Sistem *fuzzy* merupakan sebuah sistem yang dibangun berdasarkan definisi, cara kerja, dan deskripsi yang jelas berdasar pada logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* digunakan untuk memetakan ruang *input* menjadi ruang *output* menggunakan aturan *IF\_THEN* yang disebut dengan *Fuzzy Inference System* (FIS). FIS bekerja berdasarkan kaidah-kaidah linguistik dan menggunakan algoritma *fuzzy* untuk menyediakan sebuah pendekatan yang dapat dianalisis secara matematis. Logika *fuzzy* yang digunakan dalam hal ini adalah logika *fuzzy* Mamdani. Metode mamdani diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 sebagai metode MAX-MIN. Adapun tahapan dalam *fuzzy* mamdani yaitu pembentukan himpunan *fuzzy* (*fuzzification*), inferensi, dan defuzzifikasi [6], [7]. Tahap *fuzzification* merupakan proses mengubah *input* numerik menjadi nilai linguistik yang dapat diterima oleh sistem. Tahap inferensi merupakan aturan-aturan linguistik yang digunakan untuk menghasilkan nilai *output* yang tidak pasti. Tahap defuzzifikasi merupakan proses mengubah nilai *output* yang tidak pasti menjadi nilai numerik yang dapat dipahami oleh manusia [8].

Metode *fuzzy* Mamdani telah banyak diterapkan diberbagai bidang penelitian termasuk pada penelitian-penelitian sebelumnya dengan tema yang serupa seperti yang ditulis oleh Graha Prakarsa, dkk. yaitu memprediksi jumlah positif COVID-19 dengan *system fuzzy* Mamdani [9], dan Renaldi Primaswaraa Prasetya dengan tema menentukan durasi nyala lampu lalu lintas dengan sistem logika *fuzzy* Mamdani [10]. Dalam kasus penelitian-penelitian tersebut, terdapat ketidak pastian dan keambiguan dalam data yang digunakan. Logika *fuzzy* Mamdani memungkinkan penggunaan variabel linguistik dan aturan-aturan *fuzzy* untuk menggambarkan penalaran manusia yang tidak pasti. Dengan memanfaatkan konsep

keanggotaan *fuzzy*, logika *fuzzy* Mamdani dapat mengatasi ketidakpastian tersebut dan memberikan hasil yang lebih akurat. Hal ini menunjukkan bahwa logika *fuzzy* Mamdani telah terbukti efektif dalam memecahkan masalah prediksi jumlah penumpang teman bus jalur Mall Pannakkukang-Pelabuhan Galesong.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses prediksi jumlah penumpang bus jalur Mall Pannakkukang-Pelabuhan Galesong menggunakan logika *fuzzy* Mamdani pada penelitian ini menggunakan data variabel *input* yaitu hari dan suhu cuaca, sedangkan variabel *output* yaitu jumlah penumpang. Variabel yang digunakan dapat dilihat pada **tabel 2**.

TABEL 2  
VARIABEL INPUT DAN OUTPUT

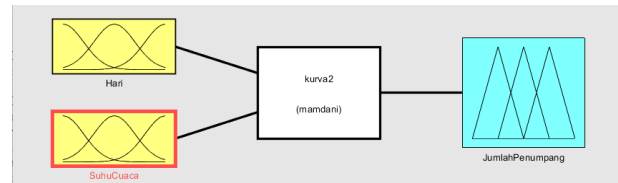
Fungsi	Variabel	Semesta Pembicaraan
Input	Hari	[0-1]
	Suhu Cuaca	[20-40]
Output	Jumlah Penumpang	[0-2800]

Himpunan *fuzzy* dibentuk berdasarkan variabel yang telah diperoleh. Adapun himpunan *fuzzy* untuk variabel *input* hari dibagi menjadi 2 kategori sedangkan untuk variabel *input* suhu cuaca dan *output* jumlah penumpang dibagi menjadi 3 kategori. Variabel dan himpunan tersebut dapat dilihat pada **tabel 3**.

TABEL 3  
VARIABEL HIMPUNAN FUZZY

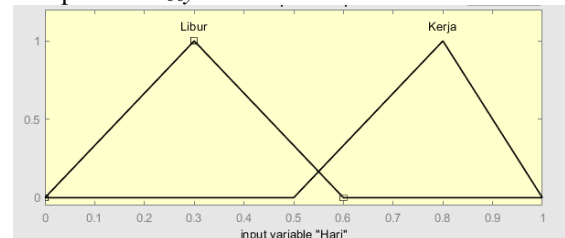
Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
Hari	Libur	[0, 0.3, 0.6]
	Kerja	[0.5, 0.8, 1]
Suhu Cuaca	Rendah	[20, 25, 30]
	Normal	[25, 30, 35]
	Tinggi	[30, 35, 40]
Jumlah Penumpang	Sepi	[0, 0, 800, 1500]
	Sedang	[800, 1500, 2200]
	Ramai	[1500, 2200, 2800, 2800]

Berdasarkan tabel 3, maka dapat direpresentasikan himpunan *fuzzy* dari variabel hari, suhu cuaca dan jumlah penumpang sebagai berikut:



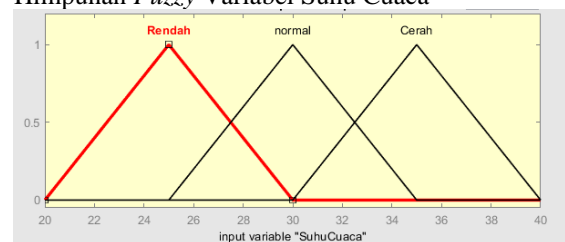
Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Input dan Output

#### a. Himpunan Fuzzy Variabel Hari



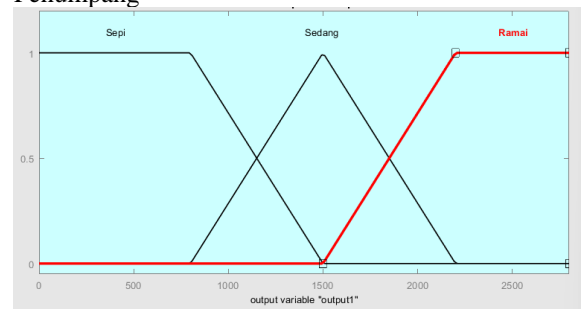
Gambar 3. Variabel Hari

#### b. Himpunan Fuzzy Variabel Suhu Cuaca



Gambar 4. Variabel Suhu Cuaca

#### c. Pembentukan Fungsi Keanggotaan Variabel Jumlah Penumpang



Gambar 5. Variabel Jumlah Penumpang

#### d. Aturan Fuzzy

Aturan *fuzzy* menggambarkan relasi antara kondisi-kondisi pada variabel *input* dan himpunan *fuzzy* pada variabel *output*. Tiap aturan dalam logika *fuzzy* merupakan suatu implikasi[11]. Untuk menghubungkan himpunan *fuzzy* antara dua variabel input dalam bentuk aturan *fuzzy*, maka operator yang digunakan yaitu operator *AND*. Sedangkan operator *IF-THEN* digunakan untuk memetakan antara himpunan *fuzzy* pada variabel *input* dan *output*. Aturan *fuzzy* dapat dilihat pada **gambar 6**.

```

1. If (Hari is Libur) and (SuhuCuaca is Rendah) then (JumlahPenumpang is Sepi) (1)
2. If (Hari is Libur) and (SuhuCuaca is Normal) then (JumlahPenumpang is Sedang) (1)
3. If (Hari is Libur) and (SuhuCuaca is Tinggi) then (JumlahPenumpang is Sedang) (1)
4. If (Hari is Kerja) and (SuhuCuaca is Rendah) then (JumlahPenumpang is Sepi) (1)
5. If (Hari is Kerja) and (SuhuCuaca is Normal) then (JumlahPenumpang is Ramai) (1)
6. If (Hari is Kerja) and (SuhuCuaca is Tinggi) then (JumlahPenumpang is Ramai) (1)

```

Gambar 6. Aturan Fuzzy

#### e. Penegasan (Defuzzifikasi)

Metode yang digunakan pada proses defuzzifikasi logika fuzzy Mamdani dipenelitian ini yaitu metode *centroid (composite moment)* yang dimana, cara memperoleh nilai *crisp* yaitu dengan mengambil titik pusat ( $z^*$ ) pada daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan:

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z_j)}$$

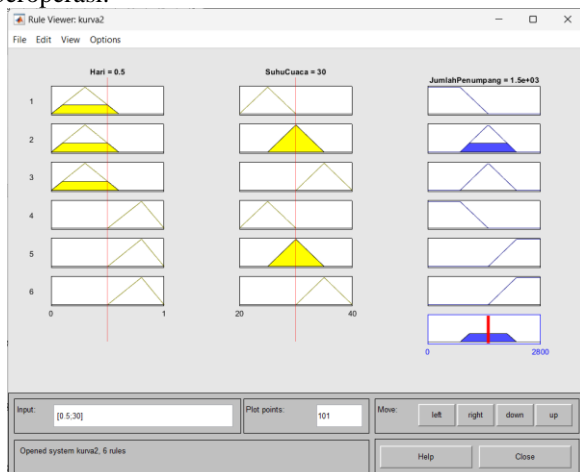
Gambar 7. Rumus Untuk Variabel Kontinu

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)}$$

Gambar 8. Rumus Untuk Variabel Diskret

*Input* dari proses defuzzifikasi diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan *output* yang dihasilkan adalah bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut [6].

Berikut merupakan hasil pengujian dari implementasi logika fuzzy mamdani untuk memprediksi jumlah penumpang teman bus jalur Mall Pannakkukan-Pelabuhan Galesong menggunakan aplikasi Matlab, dengan memasukkan nilai hari = 0.5, suhu cuaca = 30, maka diperoleh jumlah penumpang 1.500. Dengan demikian, jumlah penumpang dikategorikan sepi. Ketika didapatkan kategori “sepi” dari *output system fuzzy* Mamdani, maka pihak PT Borlindo Mandiri Jaya dapat mengurangi jumlah teman bus yang beroperasi. Sebaliknya ketika *output system fuzzy* Mamdani dari jumlah penumpang “ramai”, maka pihak PT Borlindo Jaya dapat menambah jumlah teman bus yang akan beroperasi.



Gambar 9. Hasil Pengujian

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan Pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) *Fuzzy Inference System* (FIS) dengan metode Mamdani dapat digunakan untuk memprediksi jumlah penumpang teman bus jalur Mall Pannakkukan-Pelabuhan Galesong.
- 2) Berdasarkan *input* nilai hari dan suhu cuaca, didapatkan hasil pengujian sebesar 1.500 yang berarti jumlah penumpang sepi. Dengan kata lain, ketika didapatkan kategori “sepi” dari *output system fuzzy* Mamdani, maka pihak PT Borlindo Mandiri Jaya dapat mengurangi jumlah teman bus yang beroperasi, begitupun sebaliknya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Universitas Negeri Makassar dan PT Borlindo Mandiri Jaya atas dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini, serta tak lupa terima kasih juga kepada teman-teman sejawat yang ada di lingkungan program studi Teknik Komputer yang telah memberi semangat dan dukungannya sehingga terselesaikannya penelitian dan penulisan *paper* ini.

## V. REFERENSI

- [1] K. P. R. Indonesia, “TEMAN BUS Transportasi Ekonomis Mudah Andal dan Nyaman,” 2020. <https://temanbus.com/>.
- [2] E. F. Yogachi, V. M. Nasution, and G. Prakarsa, “Design and Development of Fuzzy Logic Application Mamdani Method in Predicting The Number of Covid-19 Positive Cases in West Java,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1115, no. 1, pp. 1–15, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1115/1/012031.
- [3] B. Setia, “Penerapan Logika Fuzzy pada Sistem Cerdas,” *J. Sist. Cerdas*, vol. 2, no. 1, pp. 61–66, 2019, doi: 10.37396/jsc.v2i1.18.
- [4] S. Nurhayati, D. Supriadi, and T. H. M., “Sistem Prediksi Kebutuhan Vitamin A Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Vitamin A Need For Prediction System Using Mamdani Fuzzy Method,” *J. Manaj. Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 1–10, 2023.
- [5] A. Ikhwan, M. Badri, M. Andriani, and N. Saragih, “Analisis Tingkat Kepuasan Pelanggan Menggunakan Fuzzy Mamdani (Studi Kasus: Busrain Bakery),” *J. SAINTIKOM (Jurnal Sains Manaj. Inform. dan Komputer)*, vol. 18, no. 2, pp. 147–153, 2019, doi: 10.53513/jis.v18i2.153.
- [6] D. L. Rahakbauw, F. J. Rianekuay, and Y. A. Lesnussa, “Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Untuk Memprediksi Jumlah Produksi Karet (Studi Kasus: Data Persediaan Dan Permintaan Produksi Karet Pada Ptp Nusantara Xiv (Persero) Kebun Awaya, Teluk Elpaputih, Maluku-Indonesia),” *J. Ilm. Mat. Dan Terap.*, vol. 16, no. 1, pp. 119–127,

- 2019, doi: 10.22487/2540766x.2019.v16.i1.12764.
- [7] O. Laia and P. Marpaung, "Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Untuk Memprediksi Stok Persediaan Barang Proyek ( Studi Kasus : Pt . Andhy Putra Medan )," *JIKOMSI [Jurnal Ilmu Komput. dan Sist. Informasi]*, vol. 3, no. 3, pp. 48–59, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jikom/article/view/89/77>.
  - [8] A. Burhanuddin, "Analisis Komparatif Inferensi Fuzzy Tsukamoto , mamdani dan Sugeno Terhadap Produktivitas Padi di Indonesia," *LEDGER J. Inform. Inf. Technol. Anal.*, vol. 2, no. 1, pp. 48–57, 2023.
  - [9] G. Prakarsa and V. M. Nasution, "Penerapan Logika Fuzzy Menggunakan Metode Mamdani Pada Prediksi Jumlah Kasus Positif Covid-19," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 5, no. 4, p. 1660, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i4.3282.
  - [10] R. P. Prasetya, "Implementasi Fuzzy Mamdani Pada Lampu Lalu Lintas Secara Adaptif Untuk Meminimalkan Waktu Tunggu Pengguna Jalan," *J. Mnemon.*, vol. 3, no. 1, pp. 24–29, 2020, doi: 10.36040/mnemonic.v3i1.2526.
  - [11] A. Dirgantara, A. Fauzi, and G. Ginabila, "Analysis of Air Pollution Levels in DKI Jakarta Province Using the Mamdani Fuzzy Inference System Method," *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 97–104, 2020, doi: 10.31289/jite.v4i1.3804.