

Menentukan Level PPKM dengan Fuzzy Inference System: Mamdani

Mohammad Talha¹, Antika Pratiwi Trio Difa², Yosep Victor Febry Kusuma³

^{1,2,3}S1-Informatika, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Article Info

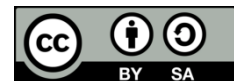
Article history:

Keywords:

PPKM
Covid-19
Fuzzy Inference System

ABSTRACT

Wabah penyakit Covid-19 menyebar dari China ke berbagai negara, termasuk Indonesia. Covid-19 dapat mudah menular melalui *droplet* dari mulut atau hidung penderita. Untuk menekan laju penularan, pemerintah Indonesia menetapkan Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM) dengan berbagai level sesuai dengan kondisi daerah tersebut. Dalam penentuan level PPKM digunakan sejumlah variabel, seperti transmisi komunitas, tingkat respons, dan tingkat vaksinasi. Untuk membantu penyesuaian strategi penentuan level PPKM, dalam penelitian ini dikembangkan *fuzzy inference system* dengan metode mamdani. Pengujian yang dilakukan terhadap data dari Kementerian Kesehatan pada kabupaten/kota didapat akurasi sebesar 93.19% dan pada provinsi didapat akurasi sebesar 100%.



1. PENDAHULUAN

Wabah penyakit coronavirus atau biasa disebut covid-19, pertama kali ditemukan di Wuhan, China, pada bulan Desember 2019. Penyakit yang disebabkan oleh virus SARS-CoV-2 ini, kemudian menyebar ke berbagai negara termasuk Indonesia. Pada bulan Maret tahun 2020, kasus pertama Covid-19 dilaporkan di Indonesia. Covid-19 dapat menular melalui *droplet* dari hidung atau mulut saat penderita batuk, bersin, maupun bernapas dan kemungkinan dapat menempel pada benda disekitarnya. Oleh karena itu, maka diberlakukan anjuran untuk menjaga jarak dan selalu memakai masker serta mengurangi kegiatan di luar rumah. Kasus Covid-19 ini dapat menjangkit semua kalangan dari bayi hingga orang tua. Penderita penyakit ini akan memiliki gejala yang mirip dengan penyakit pernafasan lain seperti demam, batuk, kelelahan, kehilangan kemampuan indera perasa dan penciuman. Namun penderita dengan penyakit lain semacam diabetes, penyakit jantung, atau penyakit pernafasan kronis lebih rentan untuk mendapat gejala yang lebih serius seperti kesulitan bernapas dan sakit pada dada [1].

Dengan mudahnya penularan Covid-19, semakin hari jumlah kasus terkonfirmasi semakin meningkat dan mengakibatkan banyak penderitanya meninggal. Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan, pada bulan Juni 2023, kasus Covid-19 di Indonesia tercatat telah mencapai 6,8 juta kasus terkonfirmasi dengan kasus aktif sebesar 9.480 kasus [3]. Berdasarkan data tersebut, pemerintah melakukan berbagai upaya untuk menanggulangi pandemi ini, salah satunya dengan menetapkan Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM) di beberapa kota besar. Hal tersebut dilakukan sebagai tindakan awal yang tepat untuk menekan laju penularan. Namun ternyata angka penularan semakin melambung, sehingga PPKM diterapkan di seluruh wilayah dengan level tertentu sesuai dengan kondisi yang ada. Dalam penentuan level PPKM, terdapat berbagai variabel yang harus dipertimbangkan, seperti transmisi komunitas, tingkat respons, dan tingkat vaksinasi.

Pada penelitian ini dikembangkan metode untuk dapat menentukan level PPKM yang sesuai di suatu wilayah. Dengan berbagai variabel dalam penentuan level PPKM dan ketidakpastian dalam data yang ada pada



lapangan, maka penelitian ini menggunakan *Fuzzy Inference System* dengan metode Mamdani, sehingga dapat membantu dalam penyesuaian strategi penanggulangan Covid-19. Penentuan level PPKM disesuaikan dengan kondisi pada tingkat provinsi hingga 4 level.

2. METODE

Pada penelitian ini digunakan metode Mamdani atau metode Max-Min. Beberapa tahapan yang perlu dilakukan untuk mendapatkan output, diantaranya:

- Pembentukan variabel input, himpunan fuzzy, dan output fuzzy
Variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
- Derajat keanggotaan
Menentukan derajat keanggotaan berdasarkan input dan himpunan fuzzy.
- Aplikasi operator fuzzy
Menentukan α -predikat aturan dengan fungsi implikasi Min dan selanjutnya menentukan nilai dari Z masing-masing aturan.
- Penegasan (defuzzy)
Input dari proses defuzzifikasi yaitu suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy. Dan output yang dihasilkan adalah suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut.

Penentuan level PPKM dipengaruhi oleh beberapa faktor yang akan disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Variabel Input

Variabel		
Transmisi Komunitas	Tingkat Respons	Tingkat Vaksinasi
● Kasus Konfirmasi	● Testing: Positivity Rate	● Capaian vaksinasi total
● Rawat Inap RS	● Tracing: Rasio Kontak Erat	● Capaian vaksinasi lansia

● Kematian	● Treatment: Bed Occupancy Rate	
------------	---------------------------------	--

Pengolahan data dilakukan dengan menentukan variabel *input* ataupun variabel *output* serta semesta pembicaraan. Selanjutnya adalah membentuk himpunan fuzzy yang dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

Tabel 2. Tingkat Transmisi Komunitas

Domain	Indikator	Tingkat Transmisi Komunitas			
		Tingkat 1	Tingkat 2	Tingkat 3	Tingkat 4
Kasus Konfirmasi	Kasus konfirmasi baru per 100.000 penduduk per minggu	<20	20 - <50	50 - <150	150 +
Rawat Inap RS	Angka kejadian rawat inap baru COVID-19 per 100.000 populasi per minggu	<5	5 - <10	10 - <30	30+
Kematian	Jumlah kematian akibat COVID-19 per 100.000 penduduk per minggu	<1	1 - <2	2 - <5	5+

Tabel 3. Kapasitas Respon

Domain	Indikator	Kapasitas Respon
--------	-----------	------------------

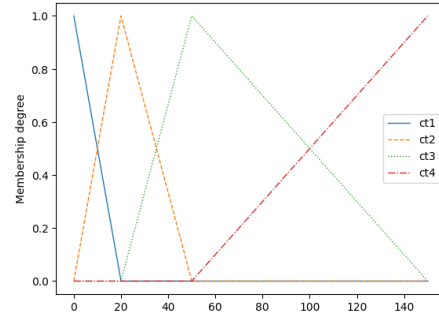
		Me mad ai	Sed ang	Ter bat as
Testi ng: Positi vity Rate	Positivity rate pemeriksaan kasus per minggu.	<5%	5 - <15 %	>1 5%
Traci ng: Rasio Kont ak Erat	Rasio kontak erat:kasus terkonfirmasi	>14	14 - 5	<5
Treat ment: Bed Occu panc y Rate (BO R)	Proporsi keterisian tempat tidur rumah sakit	<60 %	60 - <80 %	>8 0%

Tabel 4. Tingkat Vaksinasi

Dom ain	Indikator	Tingkat Vaksinasi		
		Me mad ai	Sed ang	Ter bat as
Capa ian vaksi nasi total	Indikator capaian total vaksinasi dosis 1 (satu)	>70 %	50 - 70%	<5 0%
Capa ian vaksi nasi lansi a	Indikator capaian vaksinasi dosis 1 (satu) lanjut usia di atas 60 tahun	>60 %	40 - 60%	<4 0%

Fungsi Keanggotaan Variabel Input Kasus Konfirmasi

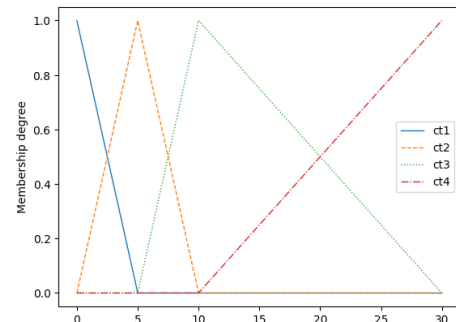
Mempresentasikan variabel nilai kasus konfirmasi (kasus konfirmasi baru per 100.000 penduduk dalam tiap minggu) yang dibagi menjadi empat tingkatan. Dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kasus Konfirmasi

Fungsi Keanggotaan Variabel Input Rawat Inap RS

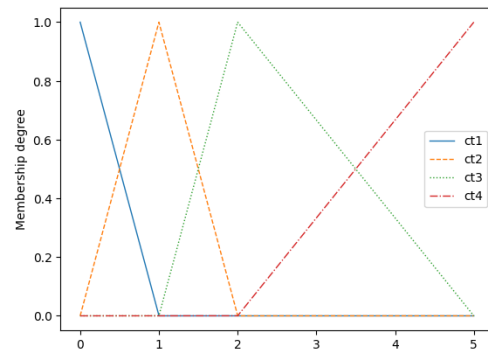
Mempresentasikan variabel nilai input rawat inap RS (kasus rawat inap baru COVID-19 per 100.000 populasi dalam tiap minggu) terbagi menjadi empat tingkat. Dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rawat Inap RS

Fungsi Keanggotaan Variabel Input Kematian

Mempresentasikan variabel nilai kasus kematian (kasus jumlah kematian baru akibat COVID -19 per 100.000 penduduk dalam tiap minggu) yang dibagi menjadi empat tingkatan. Dapat dilihat pada Gambar 3.

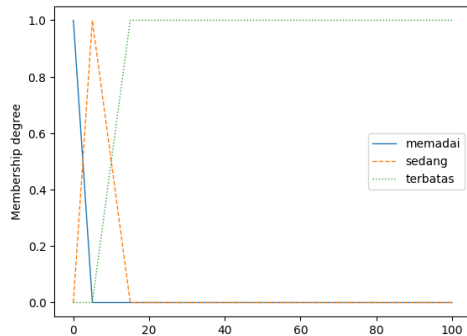


Gambar 3. Kematian



Fungsi Keanggotaan Variabel Input Positivity Rate

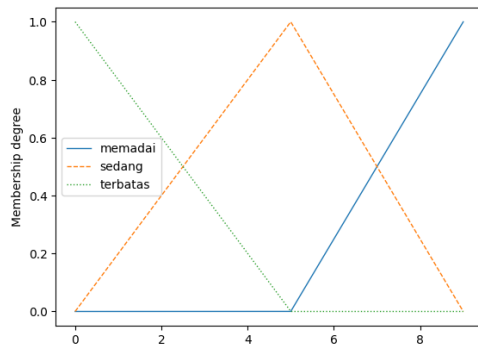
Mempresentasikan variabel nilai positivity rate (positivity rate pemeriksaan kasus dalam tiap minggu) yang dibagi menjadi tiga tingkatan. Dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Positivity Rate

Fungsi Keanggotaan Variabel Input Rasio Kontak Erat

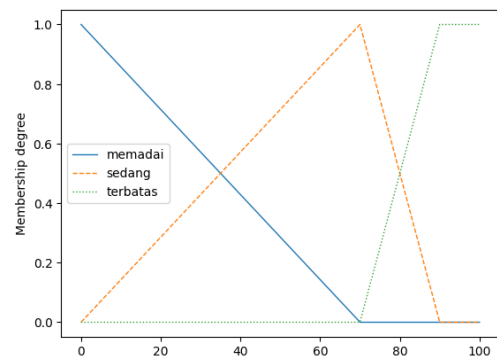
Mempresentasikan variabel nilai rasio kontak erat (kasus terkonfirmasi) yang dibagi menjadi tiga tingkatan. Dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rasio Kontak Erat

Fungsi Keanggotaan Variabel Input Bed Occupancy Rate

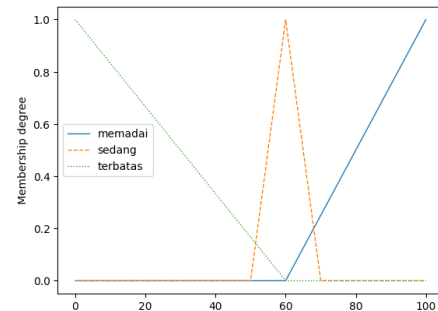
Mempresentasikan variabel nilai bed occupancy rate (proporsi keterisian tempat tidur rumah sakit) yang dibagi menjadi tiga tingkatan. Dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Bed Occupancy Rate

Fungsi Keanggotaan Variabel Input Capaian Vaksinasi Total

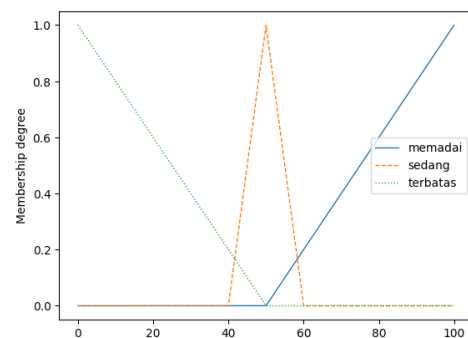
Mempresentasikan variabel nilai Capaian Vaksinasi Total yang dibagi menjadi tiga tingkatan. Dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Capaian Vaksinasi Total

Fungsi Keanggotaan Variabel Input Capaian Vaksinasi Lansia

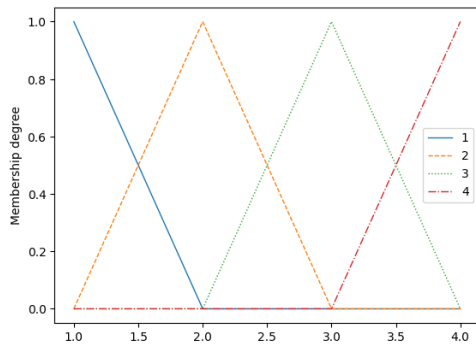
Mempresentasikan variabel nilai Capaian Vaksinasi Lansia yang dibagi menjadi tiga tingkatan. Dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Capaian Vaksinasi Lansia

Fungsi Keanggotaan Output Level PPKM

Merepresentasikan output nilai level PPKM berdasarkan variabel transmisi komunitas dan kapasitas respon yang dibagi menjadi empat level. Dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Level PPKM

Rancangan Aturan Fuzzy

Rancangan aturan fuzzy dalam penelitian ini berdasarkan pemetaan nilai-nilai yang terkait dengan penentuan level PPKM seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Dan untuk rules atau aturannya dapat dilihat pada tabel 5:

Tabel 5. Rules untuk menentukan level PPKM

Tingkat Transmisi	Vaksin								
	Memadai			Sedang			Terbatas		
	Kapasitas Respon			Kapasitas Respon			Kapasitas Respon		
	M e m a d a i	S e d a n g	T e r b a t a s	M e m a d a i	S e d a n g	T e r b a t a s	M e m a d a i	S e d a n g	T e r b a t a s
	1	2	2	2	2	2	3	3	3
T K 1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
T K 2	2	2	3	2	2	3	3	3	3
T K 3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
T K 4	3	3	4	3	3	4	3	3	4

Aturan pada tabel 5 kemudian disusun dengan format IF-THEN, beberapa contohnya adalah sebagai berikut:

- IF Transmisi Komunitas IS TK1 AND Kapasitas Respon IS Sedang AND Vaksin IS Terbatas THEN Ppkm IS 3

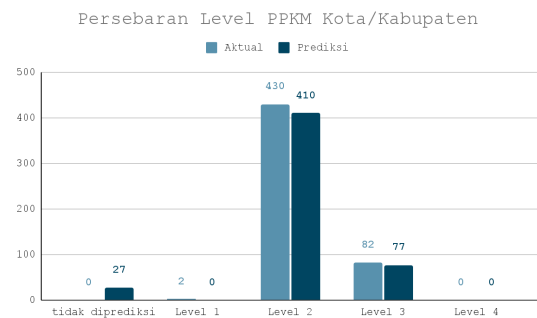
- IF Transmisi Komunitas IS TK2 AND Kapasitas Respon IS Memadai AND Vaksin IS Sedang THEN Ppkm IS 2

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan menampilkan hasil pengujian sistem Fuzzy terhadap situasi Covid-19 di tingkat Kota/Kabupaten dan Provinsi. Data tersebut diambil dari [3] per 20 Juni 2023.

3.1. Pengujian terhadap Situasi di Tingkat Kota/Kabupaten

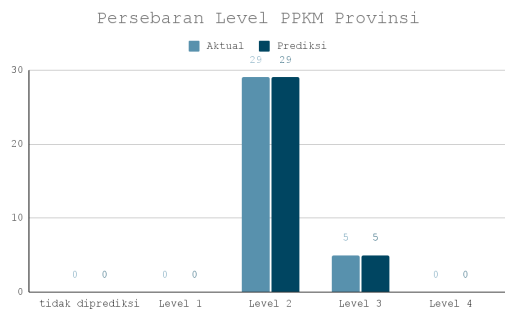
Data yang diperoleh terdiri dari 514 Kota/Kabupaten yang tersebar di seluruh Indonesia. Setiap kota/kabupaten memiliki data situasi Covid-19 sesuai dengan [3] serta level PPKM menurut perhitungan Kemenkes. Data tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil yang diperoleh sistem Fuzzy. Persebaran level PPKM sebenarnya dan hasil prediksi dapat dilihat pada Gambar 10. Ditemukan bahwa sistem Fuzzy mendapat nilai akurasi sebesar 93.19% dari 514 kota/kabupaten yang diprediksi.



Gambar 10. Persebaran Level PPKM tingkat Kota/Kabupaten

3.2. Pengujian terhadap Situasi di Tingkat Provinsi

Data yang diperoleh terdiri dari 34 Provinsi yang tersebar di seluruh Indonesia. Setiap provinsi memiliki data situasi Covid-19 sesuai dengan [3] serta level PPKM menurut perhitungan Kemenkes. Data tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil yang diperoleh sistem Fuzzy. Persebaran level PPKM sebenarnya dan hasil prediksi dapat dilihat pada Gambar 11. Ditemukan bahwa sistem Fuzzy mendapat nilai akurasi sebesar 100% dari 34 provinsi yang diprediksi.



Gambar 11. Persebaran Level PPKM tingkat Provinsi

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, dengan variabel input yang digunakan ada 8 variabel, maka dapat disimpulkan bahwa hasil akurasi pengujian terhadap situasi di tingkat kota/kabupaten sebesar 93.19% sedangkan hasil

akurasi pengujian terhadap situasi di tingkat provinsi sebesar 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. D. L. N. Karisma, T. S. Arinda, H. Widayani, and A. Kusumastuti, "Clustering of COVID-19 Provinces in Indonesia Using Fuzzy Means Cluster Methods," in *Proceedings of the 12th International Conference on Green Technology (ICGT 2022)*, E. Susanti, J. Juhari, and M. N. Jauhari, Eds., in *Advances in Engineering Research*, vol. 221. Dordrecht: Atlantis Press International BV, 2023, pp. 394–406. doi: 10.2991/978-94-6463-148-7_39.
- [2] Ghosh, Bappaditya and Biswas, Animesh., 2021. Status evaluation of provinces affected by COVID-19: A qualitative assessment using Fuzzy system. In: ScienceDirect.
- [3] Kementerian Kesehatan RI, 2023. [Online]. Available: <https://covid19.go.id/id/situasi>
- [4] World Health Organization. (2023). Considerations for implementing and adjusting public health and social measures in the context of COVID-19: interim guidance, 30 March 2023. Retrieved May 25, 2023, from <https://www.who.int/publications-detail-redirect/who-2019-ncov-adjusting-ph-measures-2023.1>