

## Penentuan Status Penularan COVID-19 di Jawa Timur Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto

Ishaq Agastyan Maulana Pratama<sup>#</sup>, Suryo Atmojo<sup>#</sup>

<sup>#</sup>*Jurusan Teknik Informatika, Universitas Wijaya Putra, Jl. Pd. Benowo Indah No.1-3, Surabaya, 60197, Indonesia  
E-mail: iampratamaa27@gmail.com*

---

### ABSTRACTS

The COVID-19 pandemic is not over, the Coronavirus Disease 19 Pandemic due to the SARS-CoV-2 virus is spreading very quickly in almost every country in the world because of its human-to-human nature. The COVID-19 pandemic in Indonesia was detected in Depok, West Java on March 2, 2020. To deal with this, the government must decide on an efficient policy by observing the atmosphere and situation in each region. The way is through determining the risk status of COVID-19 transmission in an area in order to break the chain of transmission of COVID-19. In Indonesia, it is up to each local government to determine the risk status of Covid-19 transmission at the regional level. This has led to subjective evaluations by local leaders and introduced many unclear definitions and boundaries when determining the risk status of COVID-19 transmission. This is the reason behind this research, where the Tsukamoto Algorithm mathematical calculation form is based on the official variables and regulations in the area concerned in determining the risk status of COVID-19 transmission. The data used is the daily data for COVID-19 districts or cities in East Java. The data used are 38 district or city data groups consisting of 4 variables. The input variables are COVID-19 positive cases, Supek cases, and Probabe cases, and each variable is defined as 3 fuzzy sets, namely Low, Medium, and High. The output variables are defined in 4 fuzzy sets regarding the Risk Status for COVID-19 Transmission, such as the East Java Government regulations, namely the status of green, yellow, orange, and red. All variables use membership function of triangular curve representation. How to analyze data using the SPK-COVID application using the Codeigniter Framework. The success of the estimation form of the percentage of conformity status generated by comparing the results of the Tsukamoto Algorithm analysis with real COVID-19 transmission risk status data. After doing 4 repetitions of the analysis, in which each analysis tries to change the area in the fuzzy set, we get a structure with a percentage of status conformity that is usually 95.51%, on data from 38 districts or cities in East Java.

---

### ABSTRAK

Pandemi COVID-19 belum berakhir, Pandemi Coronavirus Disease 19 akibat virus SARS-CoV-2 menyebar sangat cepat di hampir setiap negara di dunia karena sifatnya yang human-to-human. Pandemi COVID-19 di Indonesia terdeteksi di Depok, Jawa Barat pada 2 Maret 2020. Menanggulangi perihal itu, pemerintah wajib memutuskan kebijaksanaan yang efisien dengan mencermati suasana serta situasi di tiap-tiap wilayah. Jalannya melalui determinasi status resiko penularan COVID-19 pada suatu area guna memutuskan mata rantai penularan COVID-19. Di Indonesia, diserahkan kepada masing-masing pemerintah daerah untuk menentukan status risiko penularan covid-19 di tingkat daerah. Hal ini menyebabkan evaluasi subjektif oleh para pemimpin daerah dan memperkenalkan banyak definisi dan batasan yang tidak jelas saat menentukan status risiko penularan COVID-19. Perkara tersebutlah yang melatarbelakangi riset ini, dimana hendak diperoleh bentuk kalkulasi

---

### KATA KUNCI

*Covid-19,  
Fuzzy Tsukamoto,  
Status Risiko Penularan  
Covid-19,*

---

matematis Algoritma Tsukamoto bersumber pada variabel- variabel dan ketentuan yang resmi di kawasan berkaitan dalam determinasi status resiko penularan COVID-19. Data yang dipakai merupakan data harian COVID-19 kabupaten atau kota di Jawa Timur. Data yang dipakai berjumlah 38 golongan data kabupaten ataupun kota yang terdiri dari 4 variabel. Variabel inputnya ialah kasus positif COVID-19, kasus Supek, serta kasus Probabe, serta masing- masing variabel didefinisikan jadi 3 himpunan Fuzzy, ialah Rendah, Sedang, serta Tinggi. Variabel output- nya didefinisikan dalam 4 himpunan Fuzzy mengenai Status Risiko Penularan COVID-19 seperti peraturan Pemerintah Jawa Timur ialah status hijau, kuning, orange, serta merah. Seluruh variabel memakai fungsi keanggotaan representasi kurva segitiga. Cara analisa data memakai aplikasi SPK-COVID memakai Framework Codeigniter. Keberhasilan bentuk estimasi dari persentase kesesuaian status yang dihasilkan dengan membandingkan hasil analisa Algoritma Tsukamoto dengan data status resiko penularan COVID-19 real. Sesudah melakukan 4 kali pengulangan analisa, dimana pada masing- masing analisa dicoba pergantian daerah pada himpunan Fuzzy, didapat struktur dengan persentase kesesuaian status pada biasanya sebesar 95,51%, pada data 38 Kabupaten ataupun Kota di Jawa Timur.

---

## 1. PENDAHULUAN

Dunia sedang mengalami wabah yang sangat serius, yang juga dikenal sebagai pandemic COVID-19. COVID-19 ialah penyakit respirasi yang berjangkit. Penyakit ini diakibatkan oleh virus yang disebut Coronavirus Disease 19 (SARS-CoV-2), sindrom pernapasan akut yang parah. Pandemi ini menyebar sangat cepat di hampir setiap negara di dunia karena sifatnya yang human-to-human.

Pandemi COVID-19 di Indonesia terdeteksi di Depok, Jawa Barat di awal Maret persisnya bertepatan pada 2 Maret 2020. Pada tanggal tersebut ditemukan 2 orang yang dideklarasikan positif COVID-19 Jadi pemerintah menyebutnya kasus 1 dan kasus 2. Dimulai dengan dua kasus ini, kasus positif COVID-19 meningkat disetiap harinya. Tercatat hingga bulan Februari 2022, ada sekitar 550.000 kasus positif COVID-19 di Indonesia [1].

Guna menghadapi pandemi COVID-19, pemerintah Indonesia dengan segera mengaplikasikan bermacam tahap seperti kebijaksanaan pembatasan social, pembatasan fisik, pemakaian perlengkapan penjaga diri, proteksi kebersihan individu, bekerja serta belajar di rumah, penanguhan seluruh aktivitas yang menarik banyak orang. Selain itu, pemerintah telah memperkenalkan kebijakan kesejahteraan sosial dan perlindungan sosial untuk memungkinkan masyarakat bertahan tidak hanya mereka yang membutuhkan manfaat kesejahteraan sosial, tetapi juga kelompok masyarakat tingkat tinggi [2]. Tentunya dalam melaksanakan kebijakan ini, pemerintah harus perhatikan situasi dan situasi di masing-masing daerah. Jalannya lewat membangunnya kesiagaan di setiap wilayah guna memutus mata rantai transmisi COVID-19. Secara dinamis mengidentifikasi zona warna risiko penularan COVID-19 untuk memantau situasi untuk respons yang efektif terhadap wabah, meningkatkan upaya responsif sesuai kebutuhan, dan membatasi jika memungkinkan mengkosongkan area [3].

Di Indonesia, terserah kepada masing-masing pemerintah daerah untuk menentukan kewaspadaan di tingkat daerah. Hal ini menyebabkan evaluasi subjektif oleh para pemimpin daerah dan memperkenalkan banyak definisi dan batasan yang tidak jelas saat menentukan status risiko penularan COVID-19. Sehingga, sulit bagi pemerintah untuk memastikan kebijakan yang tepat dengan cepat dan efisien. Dalam keadaan ini, perhitungan matematis diperlukan untuk menyelesaikan masalah. Hal ini memungkinkan penentuan status risiko penularan COVID-19 dimodelkan perhitungan matematis berdasarkan Algoritma Tsukamoto bersumber pada faktor- faktor yang berpengaruh digunakan selaku data input menentukan status risiko penularan COVID-19 di suatu wilayah, namun tetap mengikuti kondisi masing-masing wilayah atau region. Keadaan inilah yang melatarbelakangi penelitian ini, yang mencari model matematis berbasis algoritma Tsukamoto untuk mengetahui situasi keamanan di wilayah terdampak COVID-19.

Sampai dikala ini, belum banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui status risiko penularan COVID-19 di suatu wilayah. Tetapi, terdapat riset yang mensupport ataupun merujuk riset ini, serupa yang dicoba Adella Septiana Mugirahayu [4] tentang “Penentuan Status Kewaspadaan COVID-19 Pada Suatu Wilayah Menggunakan Metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani”. Riset tersebut memberikan analisa mengaplikasikan logika fuzzy Mamdani guna memastikan status kewaspadaan COVID-19 bersumber pada variabel kasus, PDP, ODP, serta positif COVID-19 dan setiap variabel didefinisikan sebagai lima himpunan Fuzzy, yaitu Sangat Tinggi, Tinggi, Sedang, Rendah dan Sangat Rendah. Variabel keluaran yang ditentukan dari lima himpunan fuzzy tentang Status Kewaspadaan seperti peraturan Pemerintah Daerah Jawa Barat yaitu status HITAM, MERAH, KUNING, BIRU, serta HIJAU. Seluruh variabel memakai fungsi keanggotaan representasi kurva segitiga. Berdasarkan penelitian tersebut, diketahui persentase kecocokan status yang ditunjukkan dengan menyamakan hasil analisa FIS Mamdani dengan data status kecermatan faktual. Setelah mengulangi analisis 4 kali, Untuk setiap analisis, perubahan rentang dibuat ke himpunan fuzzy, dari enam data wilayah di Jawa Barat didapat bentuk dengan pada umumnya persentase kecocokan status sebesar 81 Persen. Selain itu, terdapat penelitian oleh Christian Ardianto,

Hanny Haryanto, dan Edy Mulyanto[5] tentang “Prediksi Tingkat Kerawanan Kebakaran di Daerah Kudus Menggunakan Fuzzy Tsukamoto”. Bersumber pada riset itu, dikenal kalau daerah Kudus, selaku kota yang tercantum padat masyarakat serta pabrik, terdaftar terdapat 29 insiden kebakaran yang terjalin selama tahun 2015 serta menyebabkan kehilangan material menggapai Rp 40 miliar.

Kedua studi memakai tata cara yang serupa: logika fuzzy. Akal sehat fuzzy, ataupun logika fuzzy itu sendiri, ialah logika multi-angka yang dapat menggantikan kondisi yang sesungguhnya ataupun logika yang mempunyai maksud ambiguitas ataupun ketidakjelasan (fuzzy) antara betul serta salah, Dalam logika kuno, bila sesuatu bagian mempunyai 2 opsi angka bukti dalam himpunan, bila dijumpai dalam himpunan (angka 1 → TRUE) ataupun bila tidak ditemui dalam himpunan (angka 0 → FALSE) [6].

Berdasarkan pembahasan di atas dan hasil penelitian pendukung, kemudian dilakukanlah penelitian yang berjudul “Sistem Pendukung Keputusan dalam Penentuan Status Risiko Penularan Covid-19 Pada Suatu Wilayah Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto” ini. Tujuan pokok dari riset ini ialah guna Memperoleh bentuk kalkulasi matematis Algoritma Tsukamoto bersumber pada variabel masukannya, yakni: kasus positif COVID-19, kasus suspek, kasus probable, serta variabel keluaran: status risiko penularan COVID-19, dan ketentuan yang legal di daerah terlibat dalam penentuan status resiko penularan COVID-19

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Eksperimen Data Penelitian

Tipe data yang digabungkan merupakan data inferior. Data inferior yakni dasar data studi yang diterima melalui alat perantara atau dengan metode tidak langsung yang berupa novel, catatan, kenyataan yang telah ada, atau arsip baik yang diterbitkan atau yang tidak diterbitkan dengan metode lazim. Pada riset ini, dipakai data pandemi COVID-19 di Provinsi Jawa Timur. Data itu ialah data aktual dari instansi Kesehatan serta pula Pemerintah Provinsi Jawa Timur yang diterbitkan serta bisa diakses secara lazim lewat web serta aplikasi legal bernama Lawan Covid-19.

Riset ini pula dicoba dengan mencermati bermacam berbagai kebijaksanaan pemerintah pusat ataupun wilayah Jawa Timur dengan pandemi COVID-19 semacam aturan kesehatan, status resiko penularan COVID-19, dan sebagainya pada area wilayah Jawa Timur. Data yang dipakai dalam riset ialah data COVID-19 dari bermacam area di Jawa Timur yang terdiri dari 28 area kabupaten, serta 10 area kota. Data itu ialah data harian bulan Maret dan April 2022 dengan total 61 hari. Data yang dipakai terdiri dari data kasus positif, data kasus Suspek, data kasus Probable, serta data resiko penyebaran covid-19. Alhasil, keseluruhan data yang dipakai merupakan 2318 set data area, dimana tiap set terdiri dari 4 data variable

#### 1. Data Status Risiko Penularan Covid-19

Determinasi zona pada daerah-daerah itu bersumber pada pada pengumpulan data serta amatan ataupun analisa dari regu ahli Gugus Tugas Nasional. Determinasi zona mulanya memakai indikator-indikator yang dengan cara keseluruhan ada 15 penanda penting, di antara lain merupakan Penanda kesehatan warga, yang dibagi jadi 11 penanda epidemiologi, 2 penanda surveilans kesehatan warga serta 2 penanda jasa kesehatan. Pemerintah Indonesia sendiri membagi status risiko penularan COVID-19 menjadi 4 tingkat, dimana di tiap status hendak mempunyai kebijakan-kebijakan yang jadi prinsip aktivitas ataupun operasional buat bermacam tempat. Kelima status itu ialah sebagai berikut:

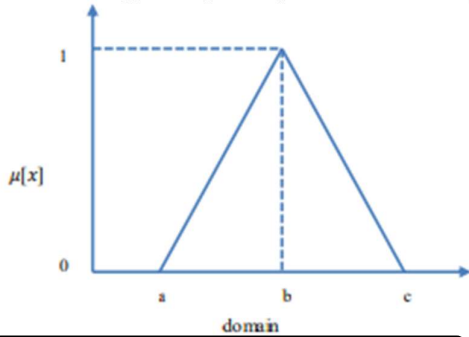
- a. Tidak Terdampak atau Zona Hijau. Pada tingkat ini, sesuatu wilayah bisa dikategorikan ke dalam Zona Hijau bila resiko penyebaran virus terdapat, namun tidak terdapat kasus positif. Pada status resiko penyebaran ini, pengawasan senantiasa dicoba dengan cara ketat serta teratur untuk menghindari potensi timbulnya kasus baru. Dengan cara implementasinya, pengawasan senantiasa dicoba dengan pengecekan kancang di seluruh pintu masuk mengarah ataupun dari wilayah yang berkedudukan zona hijau.
- b. Risiko Rendah atau Zona Kuning. Pada tingkat ini, sesuatu wilayah diduga masuk dalam Zona Kuning bila penyebaran COVID-19 bisa teratasi serta senantiasa terdapat mungkin transmisi. Pada suasana ini, sebagian transmisi semacam dari imported case serta tingkatan rumah tangga bisa terjalin. Tetapi kluster penyebaran itu bisa teratasi serta tidak meningkat. Selaku implementasinya, warga bisa beraktifitas di luar rumah dengan aturan kesehatan. Aktivitas semacam melaksanakan ekspedisi, pabrik, bidang usaha, tempat berolahraga, jasa kesehatan serta aktivitas keimanan terbatas bisa dicoba tetapi senantiasa dengan aplikasi aturan kesehatan yang cermat.
- c. Risiko Sedang atau Zona Oranye. Secara lazim, resiko penyebaran COVID-19 pada tingkat ini besar serta kemampuan virus tidak teratasi. Pada tingkat ini, transmisi lokal sampai imported case mungkin bisa terjalin dengan kilat. Penguasa di wilayah wajib memantau kluster-kluster terkini serta mengendalikan pergerakan lewat testing serta tracking yang kasar.
- d. Risiko Tinggi atau Zona Merah. Pada tingkat ini, transmisi virus SARS-CoV-2 ataupun korona tipe terkini pemicu COVID-19 tidak teratasi. Transmisi lokal telah terjalin dengan kilat, wabah menabur dengan cara besar serta banyak kluster-kluster terkini. Pada situasi ini, Penguasa di wilayah harus

melaksanakan testing yang intensif serta pencarian kontak dengan cara kasar pada permasalahan ODP serta PDP. Dalam kondisi itu, warga wajib ada di rumah. Kegiatan semacam ekspedisi, pertemuan khalayak, berlatih membimbing serta aktivitas keimanan tidak diperbolehkan. Aktivitas bidang usaha ditutup melainkan guna kebutuhan yang berkarakter elementer semacam farmasi, supermarket materi utama, klinik kesehatan serta stasiun materi bakar[7].

2. Data Kasus Positif Covid-19 : Seorang yang diklaim positif terkena virus COVID-19 yang dibuktikan dengan pengecekan makmal RT-PCR.
3. Data Kasus Suspek Covid-19 : Orang dengan Peradangan Saluran Respirasi Kronis( ISPA) Serta pada 14 hari terakhir saat sebelum mencuat pertanda mempunyai riwayat ekspedisi ataupun bermukim di negeri atau area Indonesia yang memberi tahu transmisi lokal.
4. Data Kasus Probable Covid-19 : Kasus suspek dengan ISPA Berat atau ARDS atau tewas dengan cerminan klinis yang memastikan COVID-19 Serta belum terdapat hasil pengecekan laboratorium RT-PCR

**2.2. Prosedur Kerja**

1. Langkah pengumpulan data  
 Data terpaut pandemic COVID-19 Provinsi Jawa Timur didapat dengan metode memandang lewat web serta aplikasi sah Lawan COVID-19 Jatim. Tidak hanya itu, dalam pengumpulan data pula mencermati serta memahami ketentuan terpaut pandemi dalam bermacam ketetapan serta peraturan.
2. Langkah Pengolahan Data
  - a. Mengenali variabel masukan serta variabel keluaran bersumber data COVID-19 yang didapat.
  - b. Membuat himpunan Fuzzy guna tiap variabel yang telah didetetapkan. Tiap variabel itu didefinisikan selaku variabel linguistik serta tiap himpunan Fuzzy yang dibangun merupakan sebagai angka linguistiknya. Tiap himpunan Fuzzy pula ditentukan pula batas- batas ataupun domainnya masing-masing.
  - c. Menuntaskan bentuk inferensi yang dipakai. Tidak hanya itu, didetetapkan pula prosedur implikasi, akumulasi, serta defuzzifikasi.
  - d. Sesudah bentuk tuntas terbuat, dicoba aplikasi model memakai data itu.
  - e. Hasil aplikasi model pada data, bisa diketahui status resiko penularan COVID-19 guna tiap area yang diawasi. Bila ada hasil yang membuktikan kalau sesuatu area masuk kedalam 2 status resiko penjangkitan COVID-19 sekalian, kemudian bakal dikalkulasi derajat keanggotaannya di kedua himpunan Fuzzy status resiko penularan COVID-19 itu. Kalkulasi ini bisa memakai formula fungsi keanggotaan pada representasi kurva segitiga:



GAMBAR 1. Representasi Kurva Segitiga

- f. Dicoba analogi antara status resiko penularan COVID-19 hasil aplikasi data pada model dengan data status resiko penularan COVID-19 real guna memastikan bagus ataupun tidaknya model dalam memastikan status resiko penularan COVID-19.
- g. Bagus ataupun tidaknya model bisa diamati lewat tingkatan kecocokan antara hasil FIS Tsukamoto serta data aktual yang diklaim dalam wujud persentase( p%). Kalkulasi presentase dicoba dengan formula:

$$\text{Persentase Kesamaan (p\%)} = (\text{Jumlah Data yang Sama}) / (\text{Jumlah Totalitas Data}) \times 100\% \quad (1)$$

Pada riset ini, diberlakukan penanda buat memandang kesuksesan bentuk berbentuk pada umumnya persentase kecocokan merupakan minimum 80 %.

- h. Bila kecocokan antara hasil FIS Tsukamoto serta data real belum meraih 80 Persen, sehingga hendak dicoba pergantian pada domain-domain himpunan Fuzzy ataupun ketentuan implikasi. Sehabis itu, mengaplikasikan model yang terkini pada data balik seperti pada tahap no 4.
- i. Penanda kesuksesan model ialah bila digapai kecocokan status antara hasil FIS Tsukamoto serta data real paling tidak 80 Persen, sehingga prosedur pengerjaan data dihentikan.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Guna pendefinisian variabel masukan serta keluaran, dalam perihal memutuskan batasan–batasan domain himpunan Fuzzy, dipakai data totalitas area Jawa Timur.

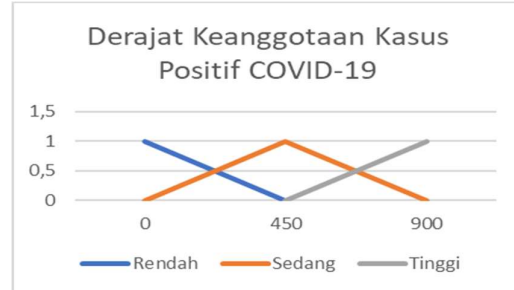
Dalam riset ini, dicoba analisa FIS Tsukamoto sebesar 4 kali yang kesimpulannya digapai indikator 95,51 Persen. Pada tiap analisa ataupun perulangan, dicoba aksi pada model dengan merubah daerah himpunan Fuzzy tiap variabel. Setelah itu, untuk aturan implikasinya didetetapkan pada analisa awal serta tidak dicoba pergantian pada analisa-analisa berikutnya. Selanjutnya disuguhkan hasil pengolahan data pada analisa yang keempat.

1. Himpunan Fuzzy dari variabel masukan serta keluaran.

a. Variabel masukan jumlah kasus Positif COVID-19

Tabel 1 bakal menampilkan himpunan-himpunan Fuzzy yang terbuat guna variabel kasus positif COVID-19 bersama domainnya

TABEL 1. Himpunan Fuzzy Positif	
Himpunan Fuzzy	Domain
Rendah	[0, 450]
Sedang	[0, 900]
Tinggi	[450, 900]



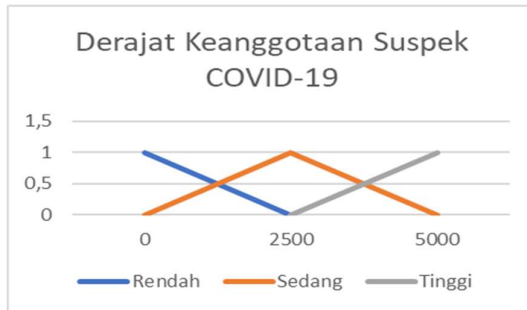
**GAMBAR 2.** Derajat Keanggotaan Kasus Positif

Dari Tabel 1, bisa diamati kalau pada variabel kasus positif COVID-19 didefinisikan 3 himpunan Fuzzy ialah Rendah, Sedang, serta Tinggi. Setelah itu memakai fungsi keanggotaan segitiga disajikan pada Gambar 2

b. Variabel masukan jumlah kasus Suspek COVID-19

Tabel 2 bakal menampilkan himpunan-himpunan Fuzzy yang terbuat guna variabel kasus suspek COVID-19 bersama domainnya.

TABEL 2. Himpunan Fuzzy Suspek	
Himpunan Fuzzy	Domain
Rendah	[0, 2500]
Sedang	[0, 5000]
Tinggi	[2500, 5000]



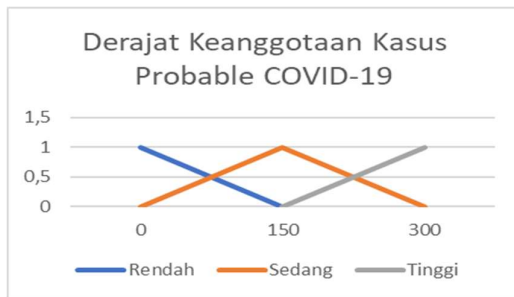
**GAMBAR 3.** Derajat Keanggotaan Kasus Suspek

Dari Tabel 2, bisa diamati kalau pada variabel kasus suspek COVID-19 didefinisikan 3 himpunan Fuzzy ialah Rendah, Sedang, serta Tinggi. Setelah itu memakai fungsi keahlian segitiga disajikan pada Gambar 3

c. Variabel masukan jumlah kasus Probable COVID-19

Tabel 4 bakal menampilkan himpunan-himpunan Fuzzy yang terbuat guna variabel kasus probable COVID-19 bersama domainnya.

TABEL 3. Himpunan Fuzzy Probable	
Himpunan Fuzzy	Domain
Rendah	[0, 150]
Sedang	[0, 300]
Tinggi	[150, 300]



**GAMBAR 4.** Derajat Keanggotaan Kasus Probable

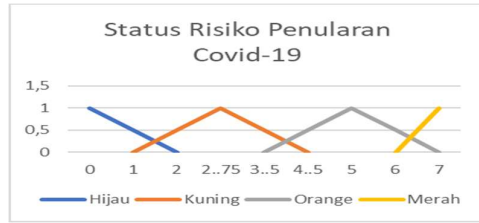
Dari Tabel 3, bisa diamati kalau pada variabel kasus probable COVID-19 didefinisikan 3 himpunan Fuzzy ialah Rendah, Sedang, serta Tinggi. Setelah itu memakai fungsi keahlian segitiga disajikan pada Gambar 4

d. Variabel keluaran status risiko penularan COVID-19.

Tabel 5 bakal memperlihatkan himpunan-himpunan Fuzzy yang dibikin guna variabel status risiko penularan COVID-19 bersama domainnya

TABEL 4. Himpunan Fuzzy Resiko Penularan Covid-19

Himpunan Fuzzy	Domain
Hijau	[0, 2]
Kuning	[1, 4.5]
Orange	[3.5, 7]
Merah	[6, 7.5]



GAMBAR 5. Derajat Keanggotaan Kasus Penularan Covid-19

## 2. Aturan Implikasi

Sebab ada 3 variabel masukan yang tiap-tiap memiliki 3 himpunan Fuzzy, serta 1 variabel keluaran dengan 4 himpunan Fuzzy, sehingga bisa terbuat ketentuan implikasinya sebesar 189 ketentuan selaku hasil himpunan dari variabel serta himpunan- himpunan Fuzzy. Dari 189 ketentuan keterkaitan tidak bisa dipakai seluruh nya, butuh dilakukan filtrasi, khususnya guna ketentuan keterkaitan yang dengan cara akal sehat dan melihat kondisi-kondisi dilapangan dalam penentuan status risiko penulran Covid-19. Dari hasil filtrasi ketentuan implikasi yang bisa serta cocok untuk diaplikasikan, didapat 27 ketentuan implikasi yang dipakai dalam FIS Tsukamoto ini, antara lain bisa diamati pada Tabel 5.

Dari Tabel 4, bisa diamati jika pada variabel status risiko penularan COVID-19 didefinisikan 4 himpunan Fuzzy ialah hijau, kuning, orange serta merah. Setelah itu memakai fungsi keanggotaan segitiga disuguhkan pada Gambar 5.

TABEL 5. Aturan Implikasi Yang Berlaku

No	Positif	Suspek	Probable	Status
1	Rendah	Rendah	Rendah	Hijau
2	Rendah	Rendah	Sedang	Kuning
..	..	..	..	..
13	Sedang	Sedang	Rendah	Kuning
..	..	..	..	..
26	Tinggi	Tinggi	Sedang	Merah
27	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Merah

GAMBAR 6. Form Penambahan Data Kasus Aktif

No	Tanggal	Kota	Status Real	Status 1	Status 2	Kesamaan 1	Kesamaan 2	Final
1	2022-07-14	Kabupaten Ponorogo	KUNING	KUNING	KUNING	SAMA	SAMA	Keanggotaan
2	2022-07-14	Kabupaten Sribondo	KUNING	KUNING	KUNING	SAMA	SAMA	Keanggotaan
3	2022-07-14	Kabupaten Ponorogo	KUNING	KUNING	ORANGE	SAMA	TIDAK SAMA	Keanggotaan
4	2022-07-14	Kota Batar	KUNING	KUNING	KUNING	SAMA	SAMA	Keanggotaan
5	2022-07-14	Kabupaten Lamongan	KUNING	KUNING	ORANGE	SAMA	TIDAK SAMA	Keanggotaan
6	2022-07-14	Kabupaten Pacitan	KUNING	KUNING	KUNING	SAMA	SAMA	Keanggotaan
7	2022-07-14	Kabupaten Ngawi	KUNING	KUNING	KUNING	SAMA	SAMA	Keanggotaan
8	2022-07-14	Kabupaten Madura	KUNING	KUNING	KUNING	SAMA	SAMA	Keanggotaan
9	2022-07-14	Kabupaten Kediri	KUNING	KUNING	KUNING	SAMA	SAMA	Keanggotaan
10	2022-07-14	Kota Pasuruan	KUNING	KUNING	KUNING	SAMA	SAMA	Keanggotaan

Persentase Kesamaan Data			
Jumlah Data	Status 1	Status 2	Result Final
104	64.04 %	73.08 %	50.25 %

GAMBAR 8. Hasil Kesamaan Data

Hasil Perhitungan Status Risiko Penularan Covid-19 Menggunakan Algoritma Tsukamoto			
Kab/Kota	Jumlah Kasus Positif	Jumlah Kasus Suspek	Jumlah Kasus Probable
Kabupaten Probolinggo	1	1	0

Nilai Keanggotaan Fuzzy						
Positif Rendah	Positif Sedang	Positif Tinggi	Suspek Rendah	Suspek Sedang	Suspek Tinggi	Probable Rendah
0.997777777777778	0.002222222222222	0	0.9996	0.0004	0	1

Rule yang berlaku							
No	Positif	Suspek	Probable	Status	a Predikat	Nilai z-1	Nilai z-2
1	Rendah	Rendah	Rendah	Hijau	0.997777777777778	2.74611111111111	2.75388888888889
2	Rendah	Rendah	Sedang	Kuning	0	1	4.5
3	Rendah	Rendah	Tinggi	Kuning	0	1	4.5
4	Rendah	Sedang	Rendah	Kuning	0.0004	1.0007	4.4993
5	Rendah	Sedang	Sedang	Kuning	0	1	4.5
6	Rendah	Sedang	Tinggi	Kuning	0	1	4.5
7	Rendah	Tinggi	Rendah	Kuning	0	1	4.5
8	Rendah	Tinggi	Sedang	Kuning	0	1	4.5
9	Rendah	Tinggi	Tinggi	Kuning	0	1	4.5
10	Sedang	Rendah	Rendah	Kuning	0.002222222222222	1.00388888888889	4.49611111111111
24	Tinggi	Sedang	Tinggi	Orange	0	3.5	7
25	Tinggi	Tinggi	Rendah	Orange	0	3.5	7
26	Tinggi	Tinggi	Sedang	Merah	0	6	6
27	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Merah	0	6	6

Defuzzifikasi				
Z1	Z2	a-Pred	Z1 akhir	Z2 akhir
2.743040661728	2.741359938272	1.0008	2.746847882422	2.759152117378

Hasil Status Risiko Penularan Covid-19					
Kab/Kota	Jumlah Kasus Positif	Jumlah Kasus Suspek	Jumlah Kasus Probable	Status 1	Status 2
Kabupaten Probolinggo	1	1	0	Kuning	Kuning

GAMBAR 7. Hasil Implementasi Data Pada Sistem

3. Penyelesaian model menggunakan aplikasi
  - a) Masukkan data kasus aktif.  
 Pada gambar 6 merupakan form tambah kasus aktif terdapat beberapa isian yang harus diisi oleh admin antara lain adalah tanggal, kota, jumlah kasus positif, kasus suspek, dan kasus probable, dan terdapat 2 tombol yaitu simpan dan kembali.
  - b) Klik gambar mata untuk melihat hasil perhitungan tsukamoto, dan muncul pada gambar 7  
 Gambar 7 merupakan hasil perhitungan status risiko penularan covid-19 di Jawa Timur menggunakan Algoritma Tsukamoto.
  - c) Jika ingin melihat hasil kesamaan data bisa dilihat di menu kesamaan data  
 Gambar 8 merupakan hasil presentase kesamaan data terdapat 4 kolom yaitu total jumlah data, status 1, status 2 dan result final

4. Hasil Penerapan Model Pada Data

Penerapan model dicoba di semua Kabupaten atau Kota di Jawa Timur. Hasil penerapan model pada data COVID-19 di Jawa Timur disuguhkan pada Tabel 6.

TABEL 6. Hasil Implementasi Model Terhadap Data					
No	Kab/Kota	Status Real	Hasil Fis Tsukamoto	Status	Kesamaan
1	Kabupaten Bangkalan	KUNING	2,64	KUNING	v
2	Kabupaten Banyuwangi	ORANGE	5,07	ORANGE	v
3	Kabupaten Blitar	ORANGE	3,68	ORANGE	v
4	Kabupaten Bojonegoro	ORANGE	3,39	KUNING	x
5	Kabupaten Bondowoso	ORANGE	4,44	ORANGE	v
..	..	..	..	..	..
34	Kota Malang	ORANGE	5,25	ORANGE	v
35	Kota Mojokerto	ORANGE	3,74	ORANGE	v
36	Kota Pasuruan	ORANGE	3,80	ORANGE	v
37	Kota Probolinggo	ORANGE	3,71	ORANGE	v
38	Kota Surabaya	ORANGE	5,46	ORANGE	v

5. Ringkasan Hasil Penerapan Data

Tabel 9 memperlihatkan ringkasan dari persentase kecocokan status antara hasil analisa memakai metoda FIS Tsukamoto dengan data aktual, pada empat kali klise sehingga didapat angka pada umumnya kecocokan status merupakan 95,51 Persen.

TABEL 7. Hasil Rangkuman Implementasi Data	
Iterasi	Presentase
Iterasi 1	63,16%
Iterasi 2	76,32%
Iterasi 3	78,89%
Iterasi 4	95,51%

**4. KESIMPULAN**

Bersumber pada hasil pengetesan yang sudah dicoba penulis pada Sistem Pendukung Keputusan untuk Penentuan Status Risiko Penularan COVID-19 menggunakan algoritma Tsukamoto, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Metoda Fuzzy Inference System (FIS) Tsukamoto bisa dipakai guna memastikan status Status risiko penularan COVID-19 dalam semua area di Jawa Timur dengan pada umumnya persentase kesesuaian status dengan data asli/aktual sebesar 95,51%.
- b. Model FIS Tsukamoto maksimal yang didapat pada analisa keempat, mempunyai atribut sebagai berikut:
  1. Variabel masukan: POSITIF , SUSPEK, dan PROBABLE, dan masing-masing mempunyai 3 himpunan Fuzzy yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi.
  2. Variabel keluaran: Status Risiko Penularan covid-19 yang mempunyai 4 himpunan Fuzzy yang berlaku pada Provinsi Jawa Timur, yakni HIJAU, KUNING, ORANGE, dan MERAH.
  3. Menggunakan 27 aturan implikasi.

**UCAPAN TERIMAKASIH**

Kami ucapkan terimakasih diserahkan pada Dinas Kesehatan, Dinas Komunikasi dan Informasi, serta semua Pemerintah Provinsi Jawa Timur yang teta p sediakan data hal pertumbuhan pandemi COVID-19 serta mempublikasikan data- data berarti hal COVID-19 yang amat bermanfaat untuk riset ini.

#### REFERENSI

- [1] S. T. P. COVID-19, "PETA SEBARAN," 2021. <https://covid19.go.id/peta-sebaran>
- [2] D. Tuwu, "KEBIJAKAN PEMERINTAH DALAM PENANGANAN PANDEMI COVID-19," *Journal Publicuho*, vol. 3, no. 2, 2020, doi: 10.35817/jpu.v3i2.12535.
- [3] C. Shen and Y. Bar-yam, "Color Zone Pandemic Response Version 2," p. 2020, 2020, [Online]. Available: <https://necsi.edu/color-zone-pandemic-response-version-2>
- [4] Humaira, Y. Sonatha, C. Prabowo, H. Amnur, and R. Afyenni, "Comparative study of type-1 and type-2 fuzzy system in decision support system," *Indones. J. Electr. Eng. Informatics*, vol. 6, no. 3, pp. 323–332, 2018, doi: 10.11591/ijeei.v6i3.391.
- [5] A. S. Mugirahayu, L. Linawati, and A. Setiawan, "Penentuan Status Kewaspadaan COVID-19 Pada Suatu Wilayah Menggunakan Metode Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani," *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, vol. 4, no. 1, 2021, doi: 10.24246/juses.v4i1p28-39.
- [6] C. Ardianto, H. Haryanto, and E. Mulyanto, "Prediksi Tingkat Kerawanan Kebakaran di Daerah Kudus Menggunakan Fuzzy Tsukamoto," *Creative Information Technology Journal*, vol. 4, no. 3, 2018, doi: 10.24076/citec.2017v4i3.109.
- [7] L. A. Zadeh, "Fuzzy sets," *Information and Control*, vol. 8, no. 3, 1965, doi: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X.
- [8] BNPB, "Pengelompokan Kriteria Risiko COVID-19 di Daerah Berdasarkan Zonasi Warna," 2021, [Online]. Available: <https://bnpb.go.id/berita/pengelompokan-kriteria-risiko-covid19-di-daerah-berdasarkan-zonasi-warna>.