

## Visualisasi Spasial Temporal Tingkat Risiko Stunting di Jawa Timur Menggunakan Metode Fuzzy

### *Spatial Temporal Visualization of Stunting Risk Level in East Java Using Fuzzy Method*

Arna Fariza<sup>1</sup>, Rengga Asmara<sup>2</sup>, Galuh Nurul Istiqomah<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Informatika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Indonesia<sup>1,2,3</sup>

arna@pens.ac.id<sup>1</sup>, rengga@pens.ac.id<sup>\*2</sup>, galuhnurul99@gmail.com<sup>3</sup>

#### Abstrak

Stunting atau biasa dikenal kerdil atau pendek adalah suatu kondisi dimana anak di bawah usia lima tahun atau balita mengalami perkembangan tertunda karena kurangnya asupan gizi. Angka stunting pada balita di Indonesia cukup tinggi dari standar yang ditetapkan oleh WHO yaitu 20%. Hal ini menjadi prioritas atau isu penting di setiap provinsi di Indonesia, salah satunya provinsi Jawa Timur yang memiliki angka prevalensi stunting sebesar 23,5%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat risiko stunting di Jawa Timur dalam bentuk visualisasi pemetaan yang ditampilkan dalam website. Penentuan tingkat risiko stunting menggunakan kriteria berdasarkan pendekatan ecological analysis yaitu faktor yang berkaitan dengan kejadian stunting yang terdiri dari pelayanan kesehatan balita, sanitasi layak, desa UCI, asi eksklusif, dan kasus stunting. Dalam proses menentukan tingkat risiko stunting menggunakan metode fuzzy mamdani yang terdiri dari tiga tahapan yaitu kriteria atau data faktor yang digunakan sebagai data masukan, implikasi aturan dimana membuat sejumlah aturan berdasarkan logika dan penelitian terkait, dan luarannya berupa tingkat risiko rendah, sedang, dan tinggi. Dalam 5 tahun terakhir (2017-2021), sebanyak 11 kabupaten atau kota dengan tingkat risiko stunting yang naik turun (28.95%), 25 kabupaten atau kota dengan tingkat risiko stunting yang turun (65.79%), dan 2 kabupaten atau kota dengan tingkat risiko stunting tetap yaitu tinggi (5.26%).

Kata kunci: Stunting; Sistem Informasi Geografis; Spasial Temporal; Fuzzy Mamdani.

#### Abstract

Stunting or often called stunted or short is a condition of failure to grow in children under five (under five years) due to chronic malnutrition. Stunting rate in toddlers in Indonesia is quite high than the standard set by WHO is 20%. This is a priority or important issue in every province in Indonesia, which is East Java province has a stunting prevalence rate of 23.5%. This study aims to determine the level risk of stunting in East Java in the form of visualization mapping displayed on the website. Determination of stunting risk level using criteria based on ecological analysis approach, namely factors related to stunting incidence consisting of toddler health services, proper sanitation, UCI village, exclusive breastfeeding, and stunting cases. In the process of determining the risk level of stunting using fuzzy mamdani method which consists of three stages, namely the criteria or factor data used as input, implication of rules based on logical and related research, and output in the form of low, medium, and high risk levels. In the last 5 years (2017-2021), as many as 11 districts or cities with the level of stunting risk that goes up and down (28.95%), 25 districts or cities with the level of stunting risk that goes down (65.79%), and 2 districts or cities with the level of stunting risk remains high (5.26%).

Keywords: Stunting; Geographic Information; Spatial Temporal; Fuzzy Mamdani.

Naskah diterima 4 Januari 2023; direvisi 16 Maret 2023; dipublikasi 22 Maret 2023.

JATI is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



## 1. Pendahuluan

Stunting atau biasa dikenal kerdil atau pendek adalah suatu kondisi dimana anak di bawah usia lima tahun atau balita mengalami perkembangan tertunda karena kurangnya asupan gizi dan infeksi berulang yang terjadi selama periode 1.000 Hari Pertama Kehidupan (HPK), yaitu sejak masa janin hingga bayi berusia 23 bulan. Stunting ditandai dengan tinggi badan seorang anak yang berada dibawah minus dua standar deviasi panjang atau tinggi dibandingkan dengan anak pada usia yang sama [1]. Gejala stunting dapat terlihat dari tinggi badan yang rendah, tumbuh kembang yang lebih lambat dari yang seharusnya. Mengutip buletin Pusdatin Kementerian Kesehatan tentang status gizi anak di Indonesia, stunting merupakan masalah gizi utama bagi anak usia dini dibandingkan dengan masalah kesehatan lainnya di Indonesia [2]. Berdasarkan penelitian Variasi Spasial dan Determinan Stunting Pada Balita di Indonesia menjelaskan dampak stunting dari segi kesehatan, perkembangan, dan ekonomi dengan membagi efek jangka pendek diantaranya stunting berpotensi meningkatkan kerusakan fisik dan kognitif yang berpengaruh terhadap prestasi di sekolah, dan juga meningkatkan pengeluaran biaya kesehatan serta perawatan untuk penderita stunting. Sementara itu efek jangka panjangnya adalah stunting menyebabkan melemahnya sistem kekebalan tubuh dan meningkatkan

risiko terjangkit penyakit infeksi atau menular, perkembangan motorik yang melambat dan tingkat kecerdasan lebih rendah, serta stunting memberikan pengaruh yang substansial secara ekonomi seperti menurunnya kualitas usia produktif di masa mendatang [3].

Pada tahun 2019 berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Studi Status Gizi Balita Indonesia (SSGBI) dapat diketahui bahwa prevalensi stunting nasional menunjukkan angka sebesar 27,67% [4]. Sedangkan berdasarkan data yang diungkapkan oleh Dokter Hasto kepala BKKBN pada tahun 2021 angka stunting secara nasional turun menjadi sebesar 24,4% [5]. Kasus stunting pada balita di Indonesia terbilang cukup tinggi melebihi standar dari yang ditetapkan oleh WHO yaitu sebesar 20% [6]. Pemerintah menuangkan kebijakan dalam rencana pembangunan jangka menengah nasional (RPJMN) 2020-2024 untuk memprioritaskan percepatan penurunan stunting balita dengan target 14% [7]. Hal ini menjadi prioritas atau isu penting di setiap provinsi di Indonesia dikarenakan tingkat prevalensi stunting yang masih tinggi. Salah satunya provinsi Jawa Timur yang memiliki angka prevalensi yang tidak jauh dari angka nasional, yaitu sebesar 23,5% [8].

Pemerintah telah menetapkan kebijakan dan program untuk pencegahan stunting serta menjadikan stunting sebagai prioritas nasional, perlu adanya intervensi dari berbagai pihak untuk membantu percepatan eliminasi stunting dan mencapai target nasional. Di bidang teknologi dapat berkontribusi melalui visualisasi pemetaan dengan pendekatan baru menggunakan metode fuzzy yang melihat pola sebaran wilayah kabupaten/kota dengan tingkat risiko stunting yang berbeda – beda. Berdasarkan penelitian dengan pendekatan *ecological analysis* ada empat faktor yang berkaitan dengan kejadian stunting di Jawa Timur. Faktor atau variabel yang menjadi kriteria dalam menentukan tingkat risiko stunting yaitu prevalensi stunting, cakupan pelayanan kesehatan balita, cakupan desa UCI, cakupan keluarga yang dapat mengakses jamban sehat, dan cakupan pemberian ASI eksklusif. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tren kabupaten/kota dengan cakupan wilayah yang memiliki pelayanan kesehatan balita yang rendah mengalami prevalensi balita stunting yang tinggi. Ada kecenderungan untuk kabupaten/kota yang memiliki cakupan imunisasi lebih tinggi cenderung memiliki lebih rendah persentase balita stunting. Sementara itu, tren kabupaten atau kota yang lebih baik cakupan keluarga yang mengakses jamban sehat memiliki prevalensi balita stunting yang lebih rendah. Terakhir, kabupaten/kota dengan persentase bayi yang mendapat ASI eksklusif tinggi akan memiliki prevalensi bayi stunting yang rendah [9]. Sedangkan penelitian berjudul “Pemetaan Faktor Risiko Stunting Berbasis Sistem Informasi Geografis Menggunakan Metode Geographically Weighted Regression” dengan permasalahan yang sama yaitu stunting menunjukkan hasil bahwa kasus stunting di seluruh kabupaten atau kota pada Provinsi Jawa Timur dipengaruhi secara signifikan oleh beberapa variabel seperti cakupan bayi baru lahir yang mendapat Inisiasi Menyusui Dini (IMD) dan keluarga yang dapat mengakses sanitasi layak. Selain itu juga pada beberapa kabupaten atau kota tertentu dipengaruhi oleh variabel lainnya seperti cakupan bayi usia 0-23 bulan yang diberi ASI, cakupan balita memperoleh imunisasi lengkap, dan cakupan keluarga yang memiliki akses terhadap air minum layak [10]. Oleh karenanya, variabel atau data faktor yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari penelitian – penelitian diatas, yang membedakan penelitian ini dengan dua penelitian terkait adalah metode pengolahan dan simpulan yang dihasilkan.

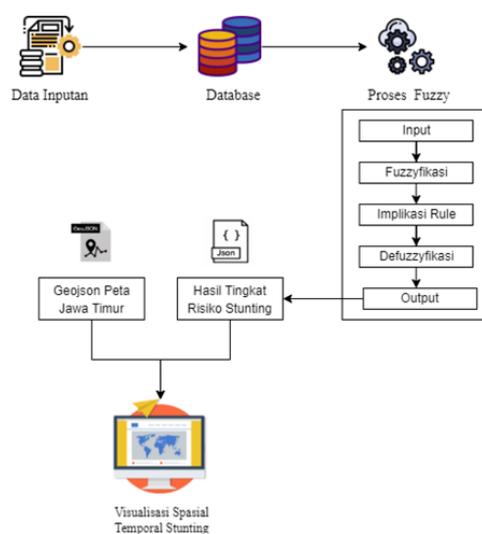
Konsep fuzzy dipilih karena sangat sederhana, mudah dimengerti, dan setiap daerah himpunannya akan diamati secara menyeluruh sehingga dapat menghasilkan tingkat risiko yang akurat [11]. Dalam proses perhitungan dengan metode fuzzy melibatkan data masukan sebagai kriteria dalam menentukan tingkat risiko stunting yang terdiri dari 3 kelas interval yaitu tingkat risiko rendah, sedang, dan tinggi. Tingkat risiko ditandai dengan pewarnaan yang berbeda – beda pada tiap kabupaten/kota yang di visualisasikan melalui peta berbasis website. Metode fuzzy yang digunakan adalah model mamdani karena baik dalam menarik kesimpulan atau membuat keputusan untuk permasalahan yang tidak pasti. Kelebihan lain dari pendekatan metode fuzzy mamdani yaitu lebih spesifik yang artinya pembuatan keputusan selama proses fuzzy berlangsung akan memperhatikan secara menyeluruh kondisi yang terjadi pada setiap daerah himpunannya sehingga menghasilkan kesimpulan yang lebih akurat [12]. Sementara itu kelemahan dari metode fuzzy mamdani yaitu metode ini tidak cocok digunakan untuk data kualitatif, karena pada proses awal membutuhkan data dalam bentuk kuantitatif [13]. Dalam penelitian oleh Supina Batubara yang berjudul “Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani dan Fuzzy Sugeno untuk Penentuan Kualitas Cor Beton Instan”, dapat disimpulkan bahwa metode mamdani lebih baik atau direkomendasikan untuk menentukan kualitas cor beton instan karena hasil perhitungan metode mamdani lebih baik dan hasilnya hampir sama dengan hasil yang sebenarnya dibandingkan dengan sugeno [14].

Setelah dapat memvisualisasikan hasil tingkat risiko stunting dalam bentuk pemetaan pada website kemudian dilakukan analisis spasial temporal yang berkaitan dengan lokasi dan waktu pada objek yang diteliti yaitu Provinsi Jawa Timur [15]. Dengan melakukan analisis spasial diharapkan dapat menemukan dan menggambarkan pola fenomena tertentu agar dapat lebih memahaminya dan menghasilkan informasi baru sebagai dasar pengambilan keputusan dalam bidang studi yang dikaji. Pada penelitian ini menggunakan pendekatan epidemiologi spasial untuk melihat gambaran dan pemetaan penyakit pada suatu wilayah

berdasarkan faktor yang berkaitan dengan kejadian stunting. Dalam epidemiologi, visualisasi merupakan metode analisis spasial yang umum dilakukan yang menghasilkan peta yang menggambarkan pola spasial yang berguna untuk analisis spasial lebih lanjut sehingga dari hasil analisis tersebut dapat berguna untuk melihat penyebaran penyakit menurut area geografi atau wilayahnya. Sedangkan temporal merupakan metode untuk mendapatkan informasi pengamatan yang dipengaruhi oleh efek waktu. Penelitian ini berfokus pada bagaimana metode fuzzy dapat membantu dalam menentukan tingkat risiko stunting yang kemudian hasilnya di tampilkan dalam bentuk visualisasi spasial temporal berbasis website sehingga dapat mengetahui pola sebaran stunting pada Provinsi Jawa Timur dari tahun 2017 hingga 2021.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian tindakan atau *action research* yang meliputi perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi/penilaian. Tahapan tersebut dapat dilakukan melalui langkah – langkah seperti menentukan rumusan masalah dan tujuan penelitian, menghimpun data yang berkaitan dengan masalah maupun metode yang digunakan lewat studi kepustakaan atau internet, membuat desain atau rancangan sistem untuk percobaan penelitian metode yang diteliti, kemudian melakukan analisa dan membuat kesimpulan dari penelitian. Berikut merupakan gambaran desain sistem yang digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan tingkat risiko stunting yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Sistem

Penjelasan untuk tiap proses pada desain sistem adalah sebagai berikut.

1. Data Inputan atau Masukan  
Proses pengumpulan data inputan diperoleh dari studi literatur yang dapat diakses melalui internet seperti informasi tentang stunting dan data kriteria inputan seperti prevalensi stunting, cakupan desa UCI, cakupan ASI Eksklusif, keluarga yang dapat mengakses jamban sehat, dan pelayanan kesehatan balita yang dapat diambil dari buku profil kesehatan Jatim tahun 2017 hingga 2021. Selain itu juga peneliti mengumpulkan data titik koordinat latitude dan longitude fasilitas kesehatan atau rumah sakit yang ada di Provinsi Jawa Timur.
2. Database  
Pada penelitian ini database yang digunakan yaitu PostgreSQL. Database tersebut dapat menyimpan semua data yang dibutuhkan dalam sistem informasi geografis secara sistematis dan juga dapat menyimpan data geometri sehingga dapat berguna dalam menampilkan data peta. PostgreSQL dapat digunakan untuk mengelola komponen spasial seperti titik, garis, dan area (polygon) [16].
3. Proses Fuzzy  
Proses penentuan tingkat risiko stunting yaitu menggunakan fuzzy mamdani yang terdiri dari input fuzzy, fuzzyfikasi, implikasi aturan, defuzzifikasi, dan output [17]. Peneliti menggunakan library scikit-fuzzy bahasa pemrograman python untuk mempermudah dalam proses fuzzy ketika menentukan nilai defuzzifikasi dan bentuk kurva dari setiap kriteria data inputan. Nilai defuzzifikasi diperlukan untuk mendefinisikan tingkat risiko stunting apakah rendah, sedang, atau tinggi. Scikit-Fuzzy adalah kumpulan algoritma fuzzy logic yang digunakan dalam SciPy Stack, yang ditulis dalam bahasa pemrograman python.

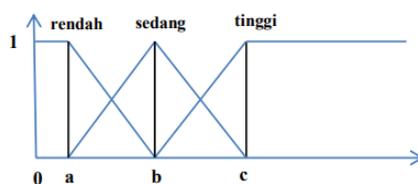
Scikit dikembangkan oleh komunitas SciPy [18]. Berikut merupakan penjelasan singkat dari tahapan proses metode fuzzy mamdani.

a. Input Fuzzy

Dalam proses input fuzzy yaitu menentukan data yang dipilih sebagai kriteria atau variabel berdasarkan penelitian dengan pendekatan *ecological analysis*. Inputan data tersebut merupakan nilai persentase yang diambil dari sumber buku profil kesehatan provinsi jawa timur untuk tahun 2019 hingga 2021. Sedangkan data tahun 2017 dan 2018 diambil dari badan pusat statistik (bps).

b. Fuzzyfikasi

Terbentuknya himpunan fuzzy atau yang dikenal dengan istilah fuzzyfikasi yaitu proses yang dilakukan dengan mengubah input fuzzy yang berupa numerik ke dalam suatu himpunan tegas (crisp) berdasarkan fungsi keanggotaan variabel fuzzy secara linguistik. Setelah proses ini maka setiap variabel atau kriteria akan memiliki nilai keanggotaan yang digunakan untuk proses selanjutnya yaitu implikasi aturan. Himpunan fuzzy tiap variabel adalah rendah, sedang, dan tinggi yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Himpunan Fuzzy

Dengan fungsi keanggotaan yang ditunjukkan pada persamaan (1), (2), dan (3) [17]:

$$\mu_{\text{rendah}}(x) = \begin{cases} 1; x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}; a \leq x < b \\ 0; x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{\text{sedang}}(x) = \begin{cases} 0; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; a \leq x < b \\ \frac{c-x}{c-b}; b \leq x < c \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{\text{tinggi}}(x) = \begin{cases} 0; x \leq b \\ \frac{x-b}{c-b}; b \leq x < c \\ 1; x \geq c \end{cases} \quad (3)$$

c. Implikasi Aturan

Tahap selanjutnya yaitu proses implikasi rule atau aturan yang merupakan proses logika penalaran dalam menentukan pengambilan keputusan. Implikasi rule menggunakan operasi logika AND pada aturan IF-THEN yang kemudian dipilih nilai min atau terkecilnya. Diketahui terdapat 5 variabel inputan dengan 3 himpunan fuzzy maka rule yang dibuat sebanyak  $3^5 = 243$  rules [19]. Setelah diketahui nilai terkecil pada semua aturan yang dibuat, maka selanjutnya menentukan nilai max atau terbesar dari komposisi aturan dengan hasil output atau tingkat risiko stunting yang sama. Komposisi aturan digunakan untuk mencari nilai defuzzifikasi yang dilakukan pada tiap himpunan keanggotaan output fuzzy, dimana output tersebut adalah tingkat risiko dengan tiga himpunan yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

d. Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi menghasilkan bilangan real dari nilai keanggotaan fuzzy yang kemudian didefinisikan berdasarkan range output yang telah ditentukan sebelumnya, berada pada tingkat risiko yang mana apakah rendah, sedang, atau tinggi. Metode yang digunakan dalam proses ini adalah metode COA (Center of Area) yang mengambil titik pusat daerah fuzzy sebagai nilai crisp [20]. Berikut merupakan rumus perhitungan dari metode COA.

Jika variabel bernilai kontinu maka dengan persamaan (4):

$$Z^* = \frac{\int \mu(z)z \, dz}{\int \mu(z) \, dz} = \frac{\text{Momen } (M)}{\text{Luas } (L)} \quad (4)$$

Jika variabel bernilai diskrit maka dapat diganti dengan persamaan (5):

$$Z * = \frac{\sum \mu(z)z}{\sum \mu(z)} \quad (5)$$

#### 4. Luaran atau Output Fuzzy

Proses output atau luaran fuzzy adalah menentukan nilai dari output atau luaran fuzzy itu sendiri. Pada penelitian ini output atau luaran fuzzy merupakan tingkat risiko stunting pada tiap kabupaten atau kota yang terletak pada range tertentu atau nilai defuzzifikasi yang menggambarkan himpunan fuzzy. Range luaran fuzzy ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Range luaran Fuzzy

No	Range	Luaran
1	0 – 1.5	Rendah
2	1.5 – 2.5	Sedang
3	>2.5	Tinggi

#### 5. Hasil Tingkat Risiko Stunting

Dari proses fuzzy yang telah dilakukan sebelumnya menghasilkan nilai defuzzifikasi yang disesuaikan dengan range luaran fuzzy terletak pada tingkat risiko tertentu sesuai dengan himpunan fuzzy (rendah, sedang, atau tinggi). Kemudian hasil tersebut disimpan dalam database dan diubah kedalam bentuk api json sehingga dapat digabungkan dengan geojson peta provinsi Jawa Timur dengan id kabupaten atau kota yang sama sehingga dapat menampilkan warna pada peta.

#### 6. Visualisasi Spasial Temporal

Tahap ini merupakan hasil proses yang telah dilakukan yang menghasilkan tingkat risiko pada tiap kabupaten atau kota di Jawa Timur menggunakan pewarnaan hijau untuk rendah, kuning untuk sedang, dan merah untuk tinggi. Visualiasasi menampilkan peta Jawa Timur dengan tingkat risiko yang dapat dilihat secara temporal dari tahun 2017 hingga 2021.

### 3. Hasil dan Pembahasan

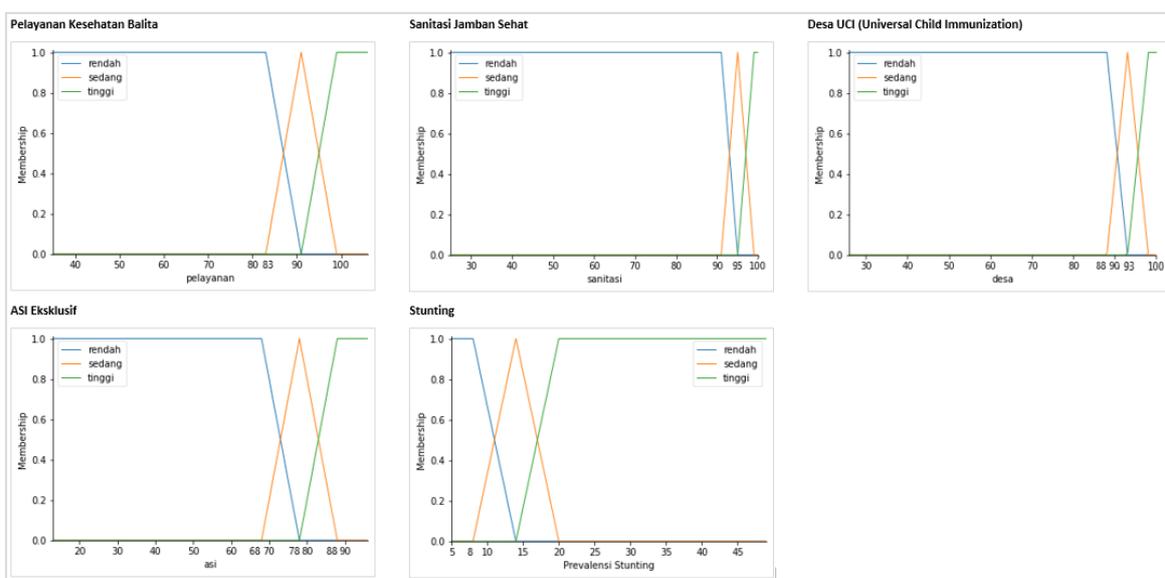
Bagian ini membahas mengenai hasil proses penentuan tingkat risiko stunting menggunakan metode fuzzy, dimana penulis menjelaskan proses atau tahapan dari metode fuzzy hingga hasil visualisasi pemetaan tingkat risiko stuntingnya di Provinsi Jawa Timur. Tahapan pertama yaitu menentukan input dan output fuzzy. Kriteria atau faktor yang digunakan sebagai input fuzzy terdiri dari data prevalensi stunting, cakupan pelayanan kesehatan balita, cakupan keluarga yang dapat akses jamban sehat, cakupan desa UCI (*Universal Child Immunization*), dan cakupan pemberian ASI eksklusif. Sedangkan output atau keluarannya yaitu tingkat risiko stunting berupa rendah, sedang, dan tinggi. Tahapan berikutnya adalah fuzzyfikasi dengan membuat kurva dan fungsi keanggotaan pada masing – masing input atau data masukan dan luaran atau tingkat risiko yang dihasilkan. Range diperlukan untuk dapat membuat kurva yang diambil berdasarkan penelitian terkait dan melihat nilai terkecil serta nilai terbesar dari data yang dikumpulkan, yang kemudian diterapkan pada penentuan domain dan range setiap himpunan variabel. Berikut merupakan batas domain pada setiap variabel input dengan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga dan bahu trapesium kiri dan kanan yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Range Kurva

Variabel		Linguistik		
		Rendah (Bahu Kiri)	Sedang (Segitiga)	Tinggi (Bahu Kanan)
Pelayanan Kesehatan Balita	Domain	[35, 91]	[83,99]	[91,106]
	Range Kurva	[35,35,83,91]	[83,91,99]	[91,99,106,106]
Sanitasi Jamban Sehat	Domain	[25,95]	[91,99]	[95,100]
	Range Kurva	[25,25,91,95]	[91,95,99]	[95,99,100,100]
Desa UCI	Domain	[26,92]	[88,98]	[93,100]
	Range Kurva	[26,26,88,93]	[88,93,98]	[93,98,100,100]
ASI Eksklusif	Domain	[13,78]	[68,88]	[78,96]

	Range Kurva	[13,13,68,78]	[68,78,88]	[78,88,96,96]
Stunting	Domain	[5,14]	[8,20]	[14,47]
	Range Kurva	[5,5,8,14]	[8,14,20]	[14,20,47,47]

Domain yang berarti data masukan dengan nilai minimal dan batas maksimal yang telah ditentukan. Sebagai contoh variabel pelayanan kesehatan balita domain nilai minimal berada pada angka 35 hingga nilai maksimum data yang dimasukkan adalah 91 maka berada pada daerah atau himpunan rendah. Sedangkan untuk range kurva adalah batas – batas nilai yang dapat membentuk kurva tersebut menjadi trapezium bahu atau segitiga. Berikut merupakan gambaran himpunan fuzzy yang terbagi menjadi himpunan rendah, sedang, dan tinggi yang ditunjukkan pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Kurva Variabel Input

Sebagai contoh menggunakan data inputan dari kabupaten pacitan yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Contoh Nilai Keanggotaan Fuzzy Kab Pacitan

Data Inputan	$\mu_{rendah}$	$\mu_{sedang}$	$\mu_{tinggi}$
Pelayanan Kesehatan Balita (73.5%)	1	0	0
Sanitasi Jamban Sehat (72.9%)	1	0	0
Desa UCI (88.9%)	0.82	0.18	0
Cakupan ASI Eksklusif (71.2%)	0.68	0.32	0
Stunting (21.1%)	0	0	1

Dengan melihat perumusan fungsi keanggotaan pada penjelasan singkat metode fuzzy dibagian metode penelitian maka penjelasan pada tabel diatas adalah data masukan pada variabel pelayanan kesehatan balita adalah 73.5 yang artinya berada pada domain himpunan rendah sehingga nilai keanggotaan  $\mu_{rendah}$  yaitu 1. Dan untuk himpunan lainnya bernilai 0. Sedangkan untuk variabel desa uci dengan data masukan yaitu 88.9 yang artinya dapat berada pada daerah himpunan rendah dan sedang,  $\mu_{rendah}$  bernilai 0.82 diperoleh dari perumusan fungsi keanggotaan persamaan 1. Begitu juga dengan  $\mu_{sedang}$  yang diperoleh dari perhitungan pada perumusan persamaan 2.

Tahapan berikutnya yaitu implikasi aturan, dimana peneliti membuat aturan berdasarkan jurnal terkait dan kemungkinan yang terjadi pada tiap variabel input sebagai faktor dalam menentukan output tingkat risiko stunting. Berikut merupakan beberapa contoh implikasi aturan.

1. Aturan 1

IF pelayanan rendah AND sanitasi rendah AND desa uci rendah AND asi rendah AND stunting tinggi  
THEN tingkat risiko tinggi

$$\alpha\text{-Predikat1} = \mu_{rendah}[x1] \cap \mu_{rendah}[x2] \cap \mu_{rendah}[x3] \cap \mu_{rendah}[x4] \cap \mu_{tinggi}[x5]$$

$$= \min(\mu_{\text{rendah}}(73.5) = 1 ; \mu_{\text{rendah}}(72.9) = 1 ; \mu_{\text{rendah}}(88.9) = 0.82 ; \mu_{\text{rendah}}(71.2) = 0.68 ; \mu_{\text{tinggi}}(21.1) = 1)$$

$$= \min(1; 1; 0.82; 0.68; 1)$$

$$= 0.68$$

2. Aturan 2

IF pelayanan rendah AND sanitasi rendah AND desa uci sedang AND asi rendah AND stunting tinggi THEN tingkat risiko tinggi

$$\alpha\text{-Predikat2} = \mu_{\text{rendah}}[x1] \cap \mu_{\text{rendah}}[x2] \cap \mu_{\text{sedang}}[x3] \cap \mu_{\text{rendah}}[x4] \cap \mu_{\text{tinggi}}[x5]$$

$$= \min(\mu_{\text{rendah}}(73.5) = 1 ; \mu_{\text{rendah}}(72.9) = 1 ; \mu_{\text{sedang}}(88.9) = 0.18 ; \mu_{\text{rendah}}(71.2) = 0.68 ; \mu_{\text{tinggi}}(21.1) = 1)$$

$$= \min(1; 1; 0.18; 0.68; 1)$$

$$= 0.18$$

3. Aturan 3

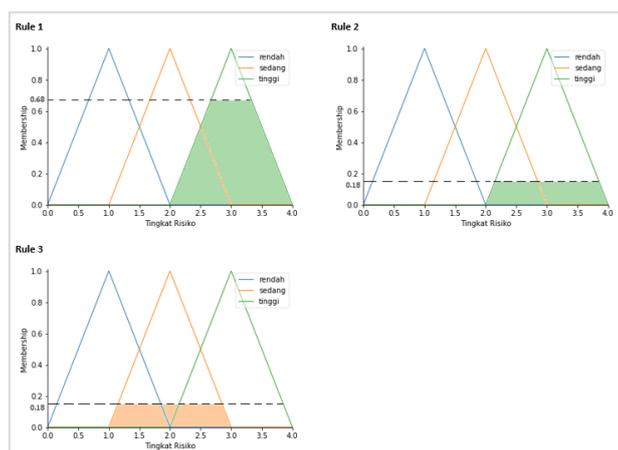
IF pelayanan rendah AND sanitasi rendah AND desa uci sedang AND asi sedang AND stunting tinggi THEN tingkat risiko sedang

$$\alpha\text{-Predikat3} = \mu_{\text{rendah}}[x1] \cap \mu_{\text{rendah}}[x2] \cap \mu_{\text{sedang}}[x3] \cap \mu_{\text{sedang}}[x4] \cap \mu_{\text{tinggi}}[x5]$$

$$= \min(\mu_{\text{rendah}}(73.5) = 1 ; \mu_{\text{rendah}}(72.9) = 1 ; \mu_{\text{sedang}}(88.9) = 0.18 ; \mu_{\text{sedang}}(71.2) = 0.32 ; \mu_{\text{tinggi}}(21.1) = 1)$$

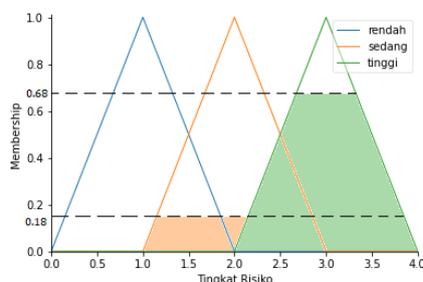
$$= \min(1; 1; 0.18; 0.32; 1)$$

$$= 0.18$$



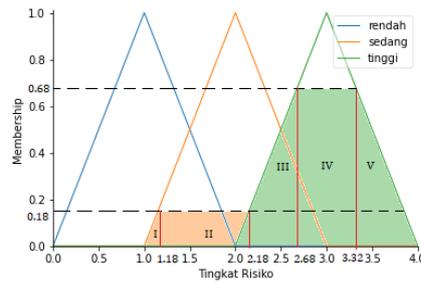
Gambar 4. Gambaran Implikasi Aturan

Kemudian dilakukan komposisi aturan dengan cara mengambil nilai maksimum dari aturan himpunan fuzzy output (tingkat risiko) yang sama. Sebagai contoh R1 dan R2 memiliki output tingkat risiko yang sama yaitu tinggi maka dipilih nilai terbesar dari kedua rule tersebut. Komposisi aturan max dilakukan setelah semua aturan (*rules*) telah diketahui nilai terkecilnya.



Gambar 5. Komposisi Aturan

Tahapan terakhir dari metode fuzzy adalah defuzzifikasi. Proses ini bertujuan untuk menafsirkan nilai keanggotaan fuzzy menjadi sebuah keputusan. Setelah mendapatkan kombinasi pada keseluruhan aturan maka langkah selanjutnya menentukan titik – titik batas untuk menghitung momen dan luas arsiran yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Arsiran Defuzzifikasi

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa terdapat 6 area yang akan dihitung menggunakan rumus COA. Berikut merupakan hasil perhitungan defuzzifikasi dari kabupaten pacitan. Berdasarkan range output atau luaran yang telah ditentukan sebelumnya, nilai defuzzifikasi kabupaten pacitan berada pada range yang tinggi sehingga keputusan untuk tingkat risiko stunting pada daerah tersebut yaitu tinggi.

$$Z * = \frac{\int \mu(z)z \, dz}{\int \mu(z) \, dz} = \frac{\text{Momen (M)}}{\text{Luas (L)}}$$

$$Z * = \frac{M1+M2+M3+M4+M5}{L1+L2+L3+L4+L5} = \frac{0.1008 + 0.3024 + 0.6283 + 1.3056 + 1.205}{0.09 + 0.18 + 0.25 + 0.43 + 0.34} = \frac{3.542}{1.29} = 2.75$$

Hasil defuzzifikasi tingkat risiko stunting ditentukan berdasarkan dari range yang telah ditentukan pada tabel 3 dan dibagi menjadi tiga tingkat risiko yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Berikut merupakan hasil defuzzifikasi dan tingkat risiko stunting di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2021 berdasarkan faktor kriteria yang telah ditentukan sebelumnya menggunakan metode fuzzy mamdani yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Tingkat Risiko Stunting Tahun 2021

No.	Kabupaten/Kota	Defuzzifikasi	Hasil Tingkat Risiko
1	Pacitan	1.1573	Rendah
2	Ponorogo	1.4515	Rendah
3	Trenggalek	1.4023	Rendah
4	Tulungagung	1.0	Rendah
5	Blitar	1.3557	Rendah
6	Kediri	1.8921	Sedang
7	Malang	1.2447	Rendah
8	Lumajang	1.0	Rendah
9	Jember	1.5852	Sedang
10	Banyuwangi	1.1579	Rendah
11	Bondowoso	1.3222	Rendah
12	Situbondo	1.3257	Rendah
13	Probolinggo	1.5364	Sedang
14	Pasuruan	2.6104	Tinggi
15	Sidoarjo	1.0	Rendah
16	Mojokerto	1.0	Rendah
17	Jombang	1.153	Rendah
18	Nganjuk	1.3083	Rendah
19	Madiun	1.8443	Sedang
20	Magetan	1.0	Rendah
21	Ngawi	1.7039	Sedang
22	Bojonegoro	1.0	Rendah
23	Tuban	1.3942	Rendah
24	Lamongan	1.0	Rendah
25	Gresik	1.0	Rendah
26	Bangkalan	1.0	Rendah
27	Sampang	1.0	Rendah
28	Pamekasan	1.5729	Sedang

29	Sumenep	1.0	Rendah
30	Kota Kediri	1.0	Rendah
31	Kota Blitar	1.0	Rendah
32	Kota Malang	1.2935	Rendah
33	Kota Probolinggo	1.0	Rendah
34	Kota Pasuruan	2.5485	Tinggi
35	Kota Mojokerto	1.0	Rendah
36	Kota Madiun	1.0	Rendah
37	Kota Surabaya	1.0	Rendah
38	Kota Batu	1.3664	Rendah

Pada proses fuzzy, pendefinisian aturan (*rules*) dan kurva sangat berpengaruh dalam menentukan hasil tingkat risiko stunting. Jika dua faktor atau lebih berada pada range himpunan fuzzy rendah, sedangkan dua faktor lainnya berada pada range himpunan fuzzy rendah atau sedang terutama faktor kasus stunting yang berada pada range tinggi maka tingkat risiko stunting yang dihasilkan akan tinggi. Berdasarkan aturan - aturan yang telah dibuat, jika tiga faktor berada pada range himpunan fuzzy tinggi atau sedang dan faktor stunting berada pada range himpunan fuzzy tinggi maka akan menghasilkan tingkat risiko stunting sedang. Kemudian data masukan stunting yang berada pada range himpunan fuzzy sedang dan faktor lainnya berada pada range rendah atau sedang, juga akan menghasilkan tingkat risiko stunting yang sedang. Sedangkan untuk data masukan stunting yang berada pada range himpunan rendah maka akan menghasilkan tingkat risiko stunting yang rendah. Luaran atau output fuzzy dilihat dari nilai defuzzifikasi yang dihasilkan yaitu rentang 0 hingga 1.5 maka hasil tingkat risikonya adalah rendah, rentang 1.5 hingga 2.5 didefinisikan bahwa tingkat risiko stunting berada pada tingkat sedang, dan lebih dari 2.5 dapat disimpulkan bahwa daerah tersebut memiliki tingkat risiko stunting yang tinggi. Pada tahun 2021, hampir seluruh wilayah atau 23 kabupaten atau kota mengalami tingkat risiko stunting yang rendah, sebanyak 6 kabupaten atau kota dengan tingkat risiko sedang, dan 2 kabupaten atau kota dengan tingkat risiko stunting yang tinggi. Perbandingan hasil tingkat risiko dari tahun 2017 hingga 2021 ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Tingkat Risiko Stunting Tahun 2017 - 2021

No.	Kabupaten/Kota	Hasil Tingkat Risiko				
		2017	2018	2019	2020	2021
1	Pacitan	Tinggi	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah
2	Ponorogo	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Rendah	Rendah
3	Trenggalek	Tinggi	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah
4	Tulungagung	Tinggi	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah
5	Blitar	Tinggi	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah
6	Kediri	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi	Sedang
7	Malang	Tinggi	Tinggi	Rendah	Sedang	Rendah
8	Lumajang	Tinggi	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah
9	Jember	Tinggi	Tinggi	Rendah	Sedang	Sedang
10	Banyuwangi	Tinggi	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah
11	Bondowoso	Tinggi	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah
12	Situbondo	Tinggi	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah
13	Probolinggo	Tinggi	Tinggi	Sedang	Sedang	Sedang
14	Pasuruan	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi
15	Sidoarjo	Tinggi	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah
16	Mojokerto	Tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah	Rendah
17	Jombang	Tinggi	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah
18	Nganjuk	Tinggi	Tinggi	Rendah	Sedang	Rendah
19	Madiun	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi	Sedang
20	Magetan	Sedang	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
21	Ngawi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sedang	Sedang
22	Bojonegoro	Sedang	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
23	Tuban	Tinggi	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah
24	Lamongan	Sedang	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
25	Gresik	Tinggi	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah

26	Bangkalan	Tinggi	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah
27	Sampang	Tinggi	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah
28	Pamekasan	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi	Sedang
29	Sumenep	Tinggi	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah
30	Kota Kediri	Tinggi	Tinggi	Rendah	Sedang	Rendah
31	Kota Blitar	Sedang	Tinggi	Sedang	Rendah	Rendah
32	Kota Malang	Tinggi	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah
33	Kota Probolinggo	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi	Rendah
34	Kota Pasuruan	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi
35	Kota Mojokerto	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
36	Kota Madiun	Tinggi	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
37	Kota Surabaya	Tinggi	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
38	Kota Batu	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi	Rendah

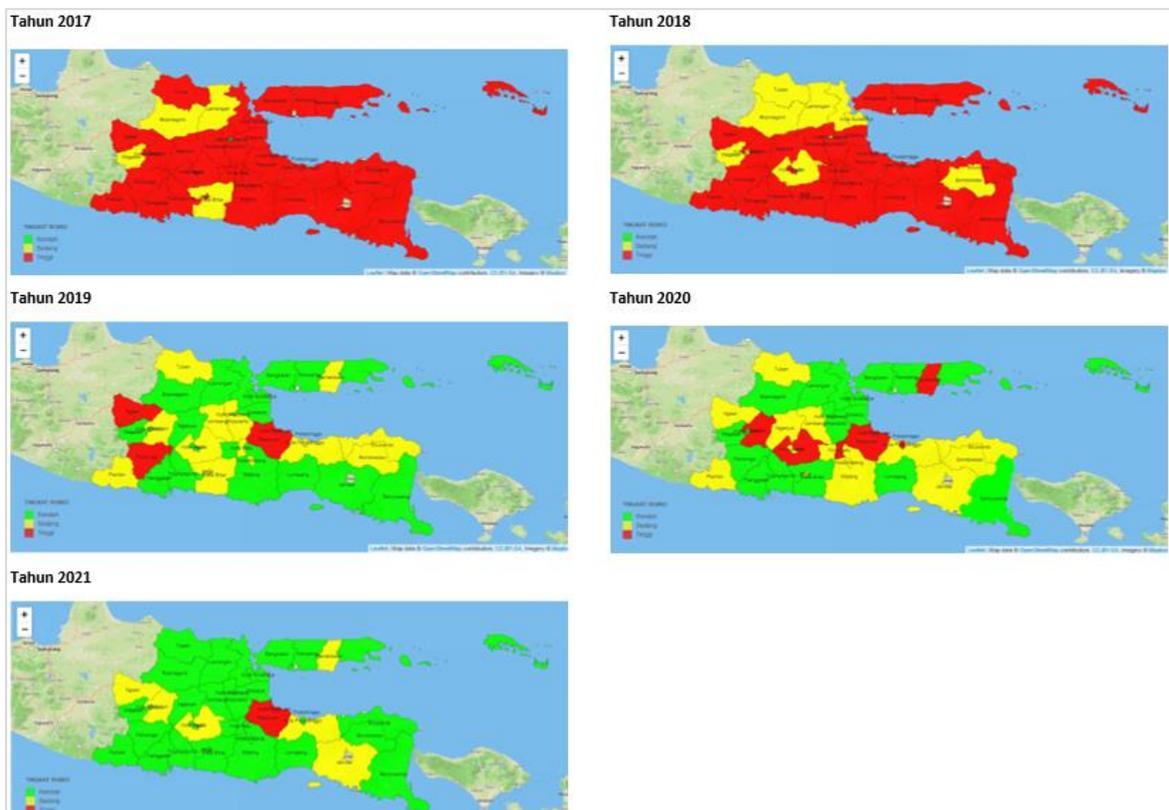
Beberapa wilayah mengalami penurunan tingkat risiko stunting karena dipengaruhi oleh kenaikan persentase data faktor seperti pelayanan kesehatan balita, sanitasi layak atau keluarga yang dapat mengakses jamban sehat, cakupan desa UCI, atau cakupan ASI Eksklusif, terutama karena adanya penurunan kasus stunting. Hanya kabupaten pasuruan dan kota pasuruan yang memiliki tingkat risiko stunting yang tetap yaitu tinggi dikarenakan kasus stunting yang berada pada range fuzzy anggota himpunan tinggi. Baik kota maupun kabupaten Pasuruan perlu adanya perhatian khusus untuk daerah tersebut sehingga pencegahan dan penanggulangan stunting dapat teratasi di masa mendatang. Perlu adanya perbandingan hasil tingkat risiko stunting untuk mengetahui apakah metode fuzzy mamdani baik digunakan dalam menentukan tingkat risiko stunting di Provinsi Jawa Timur. Oleh karenanya peneliti menggunakan perbandingan dari hasil yang diperoleh dari SSGI (Studi Status Gizi Indonesia). Studi ini merupakan survey yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan untuk mengetahui perkembangan status gizi balita (*stunting*, *wasting*, dan *underweight*) pada tingkat nasional, provinsi, dan kabupaten atau kota. SSGI bertujuan untuk mendapatkan nilai prevalensi atau kesimpulan status gizi balita salah satunya yaitu stunting dengan faktor determinan sebanyak 31 yang berkaitan dengan tingkat pendidikan, jenis pekerjaan, jaminan kesehatan, akses pangan, pola asuh, dan faktor lingkungan. Beberapa diantaranya yaitu pengukuran panjang badan/tinggi badan, BBLR, panjang badan lahir < 48 cm, pemberian vitamin A, Imunisasi Dasar Lengkap, SAM (Sarana Air Minum) Layak, Sanitasi Layak, ISPA, Pneumonia, Diare [8]. Berikut merupakan salah satu perbandingan antara hasil tingkat risiko stunting menggunakan metode fuzzy dengan hasil dari SSGI pada tahun 2021 yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Tingkat Risiko Stunting dengan SSGI

No.	Kabupaten/Kota	Tahun 2021		
		SSGI	Fuzzy	Hasil Sama
1	Pacitan	Medium	Rendah	
2	Ponorogo	Rendah	Rendah	✓
3	Trenggalek	Rendah	Rendah	✓
4	Tulungagung	Rendah	Rendah	✓
5	Blitar	Rendah	Rendah	✓
6	Kediri	Rendah	Sedang	
7	Malang	Medium	Rendah	
8	Lumajang	Tinggi	Rendah	
9	Jember	Medium	Sedang	✓
10	Banyuwangi	Medium	Rendah	
11	Bondowoso	Tinggi	Rendah	
12	Situbondo	Medium	Rendah	
13	Probolinggo	Medium	Sedang	✓
14	Pasuruan	Medium	Tinggi	
15	Sidoarjo	Rendah	Rendah	✓
16	Mojokerto	Medium	Rendah	
17	Jombang	Medium	Rendah	
18	Nganjuk	Medium	Rendah	
19	Madiun	Rendah	Sedang	

20	Magetan	Rendah	Rendah	✓
21	Ngawi	Rendah	Sedang	
22	Bojonegoro	Medium	Rendah	
23	Tuban	Medium	Rendah	
24	Lamongan	Medium	Rendah	
25	Gresik	Medium	Rendah	
26	Bangkalan	Tinggi	Rendah	
27	Sampang	Rendah	Rendah	✓
28	Pamekasan	Tinggi	Sedang	
29	Sumenep	Medium	Rendah	
30	Kota Kediri	Rendah	Rendah	✓
31	Kota Blitar	Rendah	Rendah	✓
32	Kota Malang	Medium	Rendah	
33	Kota Probolinggo	Rendah	Rendah	✓
34	Kota Pasuruan	Medium	Tinggi	
35	Kota Mojokerto	Rendah	Rendah	✓
36	Kota Madiun	Rendah	Rendah	✓
37	Kota Surabaya	Medium	Rendah	
38	Kota Batu	Rendah	Rendah	✓

Berdasarkan tabel 6 perbandingan hasil tingkat risiko stunting dengan hasil prevalensi stunting SSGI tahun 2021, sebanyak 23 data kabupaten atau kota yang memiliki hasil yang berbeda dari hasil tingkat risiko dengan menggunakan metode fuzzy. Sebesar 36.84% atau sebanyak 14 kabupaten atau kota menghasilkan tingkat risiko stunting rendah tetapi hasil ssgi memperlihatkan bahwa daerah tersebut memiliki tingkat prevalensi stunting yang sedang. Sedangkan wilayah pasuruan baik kota maupun kabupatennya menghasilkan tingkat risiko stunting yang tinggi tetapi hasil ssgi berbeda, daerah tersebut memiliki prevalensi stunting yang sedang. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor determinan atau kriteria yang digunakan serta metode pengolahan data yang berbeda antara penelitian ini yang menggunakan metode fuzzy dengan SSGI.



Gambar 7. Visualisasi Spasial Temporal Tingkat Risiko Stunting Tahun 2017 - 2021

Tingkat risiko stunting divisualisasikan dalam peta berwarna, dimana warna hijau digambarkan sebagai daerah dengan tingkat risiko stunting yang rendah, warna kuning untuk tingkat risiko stunting sedang, dan warna merah untuk tingkat risiko yang tinggi ditunjukkan pada Gambar 7. Hasil menunjukkan bahwa pada tahun 2017 dan 2018, sebagian besar daerah mengalami tingkat risiko stunting tinggi yang divisualisasikan dengan warna merah. Kemudian tahun berikutnya yaitu pada tahun 2019 hingga 2021 beberapa daerah mengalami penurunan tingkat risiko stunting menjadi berwarna kuning yang berarti sedang dan warna hijau yang berarti daerah tersebut memiliki tingkat risiko stunting yang rendah.

Visualisasi pemetaan spasial tingkat risiko stunting di provinsi Jawa Timur ini berbasis website yang terdiri dari website untuk admin mengelola data, dan website untuk masyarakat atau pengguna umum. Perbedaannya terletak pada akses login, dimana admin membutuhkan akun sedangkan website user tidak memerlukan akun untuk dapat mengakses seluruh informasi. Aplikasi visualisasi pemetaan ini dapat dipilih berdasarkan tahun yang ingin di amati.

#### 4. Kesimpulan

Metode fuzzy mamdani dapat digunakan dalam menentukan tingkat risiko stunting dengan faktor determinan yang diambil dari penelitian terkait, tetapi hasil luaran atau output tingkat risikonya banyak yang berbeda dengan hasil yang dilakukan oleh SSGI sehingga memerlukan pembandingan lain yang lebih setara yaitu penelitian yang sama sama menggunakan metode fuzzy tetapi menggunakan model pendekatan lain seperti tsukamoto atau sugeno. Dalam menentukan tingkat risiko stunting dilihat dari jumlah kasus stunting pada suatu daerah dan juga kriteria lain yang mempengaruhinya seperti pelayanan kesehatan balita, sanitasi layak, cakupan desa UCI (*Universal Child Immunization*), dan cakupan asi eksklusif. Dari penelitian terkait dengan faktor determinan yang sama tetapi menggunakan metode yang berbeda tidak menampilkan hasil kabupaten atau kota dengan tingkat risiko stuntingnya sehingga tidak dapat digunakan sebagai pembandingan, tetapi penelitian tersebut hanya membuktikan adanya pengaruh kriteria atau faktor determinan yang telah disebutkan dengan kejadian stunting di Provinsi Jawa Timur. Dari penelitian ini, ada beberapa hasil tingkat risiko stunting pada kabupaten atau kota yang naik turun dalam artian dari sedang ke tinggi di tahun berikutnya. Tetapi juga banyak yang mengalami penurunan tingkat risiko stunting. Dalam 5 tahun terakhir (2017-2021), sebanyak 11 kabupaten atau kota dengan tingkat risiko stunting yang naik turun sebesar 28.95%, 25 kabupaten atau kota dengan tingkat risiko stunting yang turun sebesar 65.79%, dan 2 kabupaten atau kota dengan tingkat risiko stunting tetap yaitu tinggi sebesar 5.26%. Hal ini disebabkan oleh data seperti prevalensi atau kasus stunting yang diambil dan range keanggotaan fuzzy serta aturan – aturan yang dibuat dimana berpengaruh pada proses fuzzy yang dihasilkan. Dari hasil visualisasi pemetaan tingkat risiko stunting ini diharapkan dapat membantu dinas kesehatan dan masyarakat provinsi Jawa Timur dalam mengetahui daerah mana saja yang rawan dengan stunting atau tingkat risikonya sehingga dapat melakukan tindakan pencegahan atau pengendalian yang baik dan sesuai target, seperti melakukan penyuluhan atau edukasi kepada masyarakat sekitar terutama ibu hamil dan yang memiliki balita untuk memenuhi kebutuhan gizi, pola asuh yang baik, dan perilaku hidup bersih dan sehat.

#### Daftar Pustaka

- [1] Sekretariat Wakil Presiden Republik Indonesia, “STRATEGI NASIONAL PERCEPATAN PENCEGAHAN ANAK Kerdil (STUNTING) PERIODE 2018 - 2024”, 14-Januari-2022. Tersedia: [https://www.tnp2k.go.id/filemanager/files/Rakornis\\_1\\_01\\_RakorStuntingTNP2K\\_Stranas\\_22Nov2018.pdf](https://www.tnp2k.go.id/filemanager/files/Rakornis_1_01_RakorStuntingTNP2K_Stranas_22Nov2018.pdf) 2018/Sesi
- [2] Kementerian Kesehatan Indonesia, “Situasi Balita Pendek (Stunting) di Indonesia”, 14-Januari-2022. Tersedia: <http://pusdatin.kemkes.go.id/download.php?file=download/pusdatin/buletin/Buletin-Stunting-2018.pdf>
- [3] Minsarnawati, “Variasi Spasial dan Determinan Stunting Pada Balita di Indonesia,” Universitas Hasanuddin, 2020. Tersedia: [http://repository.unhas.ac.id/855/2/P1000316303\\_disertasi\\_12-11-2020%28FILEminimizer%29\\_1-2.pdf](http://repository.unhas.ac.id/855/2/P1000316303_disertasi_12-11-2020%28FILEminimizer%29_1-2.pdf)
- [4] Sudikno, “Laporan Akhir Penelitian Studi Status Gizi Balita di Indonesia Tahun 2019”, 14-Januari-2022. Tersedia: <https://persi.or.id/wp-content/uploads/2020/11/event8-02.pdf>
- [5] Media Center BKKBN, “Kepala BKKBN Sebut Stunting dan Kemiskinan Ekstrem Sebagai Musuh Bersama”, 11-Januari-2022. Tersedia: <https://www.bkkbn.go.id/berita-kepala-bkkbn-sebut-stunting-dan-kemiskinan-ekstrem-sebagai-musuh-bersama>.
- [6] ITS NEWS, “Angka Stunting Balita di Indonesia Masih Tinggi”, 11-Januari-2022. Tersedia: <https://www.its.ac.id/news/2021/10/16/angka-stunting-balita-di-indonesia-masih-tinggi>.
- [7] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, “Lampiran Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2020”, 11-Januari-2022. Tersedia:

- <https://drive.bappenas.go.id/owncloud/index.php/s/4q7Cb7FBxavq31K#pdfviewer>.
- [8] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Hasil Studi Status Gizi Indonesia (SSGI) Tingkat Nasional, Provinsi, dan Kabupaten/Kota Tahun 2021", 14-Januari-2022. Tersedia: <https://www.litbang.kemkes.go.id/buku-saku-hasil-studi-status-gizi-indonesia-ssgi-tahun-2021>.
- [9] A. A. Ridwanah, H. Megatsari, A. D. Laksono, dan M. Ibad, "Factors Related to Stunted in East Java Province in 2019 : An Ecological Analysis," *Medico Legal Update*, vol. 21, no. 2, hal. 230–235, 2021, doi: <https://doi.org/10.37506/mlu.v21i2.2678>.
- [10] A. Fadliana dan P. P. Darajat, "PEMETAAN FAKTOR RISIKO STUNTING BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS MENGGUNAKAN," *IKRAITH-INFORMATIKA*, vol. 5, no. 3, 2021. Tersedia: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/article/view/1408/1450>
- [11] S. Kusumadewi, *Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Tool Box Matlab*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2002. Tersedia pada: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=472702>.
- [12] Caroline, R. Thayeb, Hermawati, W. D. Harsanto, S. Dwijayanti, dan B. Y. Suprpto, "Pemanfaatan Logika Fuzzy sebagai Pengendali Steering pada Hardware In the Loop Mobil Listrik Otomatis," *ECOTIPE*, vol. 8, no. 1, hal. 39–46, 2021, doi: 10.33019/jurnalecotipe.v8i1.2121.
- [13] N. Febriany, F. Agustina, dan R. Marwati, "APLIKASI METODE FUZZY MAMDANI DALAM PENENTUAN STATUS GIZI DAN MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB," *EurekaMatika*, vol. 5, hal. 84–96, 2017. Tersedia pada: <https://ejournal.upi.edu/index.php/JEM/article/view/10300>
- [14] S. Batubara, "Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani Dan Fuzzy Sugeno Untuk Penentuan Kualitas Cor Beton Instan," *IT Journal Reseach & Development*, vol. 2, no. 1, hal. 1–11, 2017, doi: [https://doi.org/10.25299/itjrd.2017.vol2\(1\).644](https://doi.org/10.25299/itjrd.2017.vol2(1).644).
- [15] Ilmugeografi, "Analisis Spasial: Fungsi - Jenis - Metode dalam SIG", 2-Februari-2022. Tersedia: <https://ilmugeografi.com/geografi-dasar/analisis-spasial>.
- [16] PostgreSQL Global Development Group, "About PostgreSQL", 2-Februari-2022. Tersedia: <https://www.postgresql.org/about>.
- [17] Yulmaini, *Logika Fuzzy: Studi Kasus & Penyelesaian Menggunakan Microsoft Excel dan Matlab*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2018. Tersedia: [https://books.google.com/books/about/Logika\\_Fuzzy.html?id=1dsBEAAQBAJ](https://books.google.com/books/about/Logika_Fuzzy.html?id=1dsBEAAQBAJ)
- [18] Scikit-fuzzy development team, "Overview Scikit-Fuzzy", 2-Februari-2022. Tersedia: <https://pythonhosted.org/scikit-fuzzy/overview.html>.
- [19] N. R. Sari dan W. F. Mahmudy, "FUZZY INFERENCE SYSTEM TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN KELAYAKAN CALON PEGAWAI," *SESINDO*, no. November, hal. 2–3, 2015. Tersedia: <https://si.its.ac.id/pubs/oajis/index.php/home/detail/1572/FUZZY-INFERENCE-SYSTEM-TSUKAMOTO-UNTUK-MENENTUKAN-KELAYAKAN-CALON-PEGAWAI>.
- [20] Sutikno dan I. Waspada, "PERBANDINGAN METODE DEFUZZIFIKASI SISTEM KENDALI LOGIKA FUZZY MODEL MAMDANI PADA MOTOR DC," *JURNAL MASYARAKAT INFORMATIKA.*, vol. 2, no. 3, hal. 27–38, 2012, doi: <https://doi.org/10.14710/jmasif.2.3.2645>.