

## *Fuzzy Inference System Metode Mamdani Untuk Memprediksi IPM di Kota Langsa*

Endah Eka Setiawati  
Universitas Bina Sarana Informatika  
Jl. Kramat Raya No 98, Jakarta Pusat, Indonesia

e-mail korespondensi: endah.ees@bsi.ac.id

**Abstrak** - Pembangunan Manusia bagi setiap daerah ataupun negara didunia merupakan tujuan terpenting dalam setiap Pembangunan yang dijalankannya. Indeks Pembangunan Manusia atau IPM adalah indikator untuk melihat kondisi dan potensi pembangunan secara menyeluruh di suatu daerah atau negara melalui pendekatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem *fuzzy* untuk mengitung nilai IPM secara proporsional. Sistem *fuzzy* yang akan dikembangkan adalah *System Inference Fuzzy* metode Mamdani yang akan diimplementasikan untuk menghitung nilai IPM terhadap klasifikasi Umur Harapan Hidup, Harapan Lama Sekolah, Rata-rata Lama Sekolah, dan Dimensi Standar Hidup layak. Sistem *fuzzy* ini dapat membantu mengklasifikasikan tingkatan Indeks Pembangunan Manusia dengan cepat dan mudah dipahami. Diharapkan nantinya akan berguna bagi pemerintah sebagai landasan untuk melakukan kebijakan dan perencanaan di kota Langsa.

Kata kunci: Indeks Pembangunan Manusia, *Fuzzy Inference System*, Mamdani

### **Abstract**

*Human Development for every region or country in the world is the most important goal in every development it undertakes. The Human Development Index or HDI is an indicator to see the overall development conditions and potential in a region or country through a human approach. This study aims to design a fuzzy system to calculate HDI values proportionally. The fuzzy system to be developed is the Mamdani method of Inference Fuzzy System which will be implemented to calculate the HDI value against the classification of Life Expectancy, School Life Expectancy, Average School Age, and Decent Living Standard Dimensions. This fuzzy system can help classify the levels of the Human Development Index quickly and easily understand. It is hoped that later it will be useful for the government as a basis for carrying out policies and planning in the city of Langsa.*

Keywords : Human Development Index, *Fuzzy Inference System*, Mamdani

### **1. Pendahuluan**

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di regional tertentu merupakan indeks ukuran yang menunjukkan seberapa besar tingkat kemajuan daerah dilihat dari pembangunan sumber daya manusia, yang secara aplikatif menjadi landasan konseptual bagi daerah guna mengapresiasi berhasil atau tidaknya pembangunan yang dilakukan. (Fahrurrozi, dkk, 2023)

Pengukuran pembangunan manusia pertama kali diperkenalkan oleh UNDP pada tahun 1990. UNDP memperkenalkan sebuah gagasan baru dalam pengukuran pembangunan manusia yang disebut sebagai Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Sejak saat itu, IPM dipublikasikan secara berkala dalam laporan tahunan Human Development Report (HDR) (Jean, 2019)

Upaya Pembangunan manusia sebagai proses perluasan pilihan-pilihan bagi manusia dapat direalisasikan jika penduduk memiliki peluang berumur panjang dan sehat, memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai, serta peluang untuk merealisasikan pengetahuan yang dimiliki tersebut dalam kegiatan yang produktif, sehingga memiliki daya beli. Dengan kata lain, pemenuhan ketiga unsur tersebut minimal sudah dapat merefleksikan tingkat keberhasilan pembangunan manusia suatu negara/daerah. Peningkatan IPM sebagai manifestasi pembangunan manusia dapat ditafsirkan sebagai suatu keberhasilan dalam meningkatkan kemampuan dalam memperluas pilihan-pilihan, sehingga angka IPM sangat diperlukan dan memiliki nilai strategis dalam evaluasi dan perencanaan pembangunan regional (Meita, 2021).

IPM dibentuk oleh 3 dimensi dasar yaitu dimensi umur panjang dan hidup sehat yang dihitung dari Angka Harapan Hidup (AHH), dimensi pengetahuan yang dihitung dari Harapan Lama Sekolah (HLS) dan Rata-rata Lama Sekolah (RLS), dan Dimensi Standar Hidup layak yang dihitung dari pengeluaran perkapita yang disesuaikan. Angka IPM yang diperoleh suatu wilayah menggambarkan perkembangan pembangunan manusia di daerah tersebut dan menjadi tantangan untuk meningkatkan kualitas pembangunan manusia (Desy, 2021). Untuk itu setiap daerah harus melakukan prediksi mengenai data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) agar dapat mengetahui jumlah IPM pada tahun yang akan datang.



Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yuniar, dkk pada tahun 2021 dikatakan bahwa potensi sumber daya alam yang dimiliki seharusnya sejalan dengan kualitas pembangunan manusianya. Namun ternyata hal tersebut tidak sejalan dengan nilai IPM Kabupaten Bojonegoro yang berada di bawah rata-rata nilai IPM Jawa Timur. Sehingga pemerintah Bojonegoro terus berupaya untuk memaksimalkan potensi dan meningkatkan nilai IPM. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian tersebut dilakukan peramalan (forecasting) sebagai acuan untuk memaksimalkan tingkat pembangunan manusia di Kabupaten Bojonegoro pada beberapa tahun yang akan datang. (Yuniar, dkk, 2021)

Pada penelitian ini, penulis menggunakan logika *Fuzzy* untuk melakukan proses prediksi atau peramalan terhadap indeks pembangunan manusia di kota Langsa. Logika *fuzzy* adalah logika yang dapat digunakan untuk menganalisis masalah yang mengandung ketidakpastian, salah satu contohnya proses prediksi (Sri&Immanudin, 2019) metode logika *fuzzy* telah terbukti menjadi alat yang efektif dalam pengambilan keputusan yang kompleks dan tidak pasti (Saputri, dkk, 2019). Maibang & Husein, 2019 mengatakan ada beberapa metode dalam perhitungan logika fuzzy, yaitu metode Tsukamoto, metode Mamdani, dan metode Sugeno. Masing-masing metode memiliki cara dan hasil perhitungan yang berbeda (Maibang & Husein, 2019). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Fuzzy Mamdani*. *Fuzzy Mamdani* adalah salah satu metode yang digunakan dalam pendukung keputusan dimana memiliki kelebihan yakni, lebih intuitif, diterima oleh banyak pihak, bisa diterapkan pada bidang statistik (Muntahanah, dkk, 2021) Metode Mamdani paling sering digunakan dalam aplikasi karena strukturnya yang sederhana, yaitu menggunakan operasi MIN-MAX atau MAXPRODUCT (Muflihunna & Mashuri, 2022). Metode mamdani sering dikenal sebagai metodeMax-Min. metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani tahun 1975 (Eko, 2021). Metode *fuzzy* mamdani memiliki beberapa proses dalam pengerjaannya yaitu pembentukan himpunan *fuzzy*, menentukan fungsi implikasi, komposisi aturan dan *defuzzifikasi* (Suprianto & Agustin, 2022)

Beberapa penelitian terkait IPM sebelumnya sudah pernah dilakukan yaitu oleh Muhammad Arifat, dkk 2023 memprediksi nilai IPM Jawa Timur menggunakan metode *Naive Bayes Classifier* (NBC), Faktor-faktor yang dianalisis meliputi Pendapatan Per kapita, Angka Harapan Hidup, Harapan Lama Sekolah, Rata-rata Lama Sekolah, Produk Domestik Regional Bruto, Penduduk Miskin, Jumlah Fasilitas Kesehatan, dan Jumlah Tenaga Kesehatan dengan skala rasio dengan persentase keakuratan mencapai 92% (Arifat, 2023)

Ridwan dkk pada tahun 2021 juga melakukan penelitian untuk memprediksi nilai IPM dengan menggunakan algoritma c45 pada kabupaten Kampar dengan menganalisis sejumlah atribut yang terkait dengan nilai IPM yaitu harapan hidup, kemampuan tulis baca, tingkat pendidikan dan standar hidup (Ridwan, 2018). Oleh karena itu penulis tertarik untuk mencoba melakukan penelitian untuk memprediksi nilai IPM menggunakan logika *fuzzy* yaitu *Fuzzy Mamdani*. Dengan proses tersebut diharapkan bisa mendapatkan suatu hasil keputusan yang terbaik dan nantinya akan berguna bagi pemerintah sebagai landasan untuk melakukan kebijakan dan perencanaan yang akan dilakukan untuk membangun wilayah menjadi lebih baik.

## 2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang bertujuan untuk memecahkan masalah yang ada pada saat ini dan bersifat aktual. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

### 2.1. Tahap Perencanaan

Adalah tahap-tahap yang direncanakan akan dikerjakan dalam proses penelitian ini yaitu:

- A. Mendefinisikan masalah, mengamati dan mencari permasalahan yang akan dibahas pada penelitian, yaitu bagaimana agar metode ini dapat diterapkan dalam penelitian dan penulis dapat memprediksi IPM. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi Indeks Pembangunan Manusia di Badan Pusat Statistik Kota Langsa. Data yang diambil pada penelitian ini yaitu data skunder yang didapat dari laman Badan Pusat Statistik (BPS) kota Langsa tahun 2010 sampai dengan 2023.

Tabel 1. Komponen pembentukan nilai IPM

Tahun	Angka Harapan Hidup	Harapan Lama Sekolah	Rata-Rata Lama Sekolah	Pengeluaran per Kapita (ribu Rupiah)	Indeks Pembangunan Manusia
2010	68,65	13,56	10,33	9496	71,79
2011	68,7	13,61	10,38	9713	72,15
2012	68,75	13,93	10,43	9925	72,75
2013	68,78	14,25	10,47	10198	73,4
2014	68,79	14,68	10,48	10284	73,9
2015	68,94	15,16	10,49	10605	74,74
2016	69	15,17	10,71	11015	75,41
2017	69,06	15,18	10,9	11261	75,89
2018	69,16	15,19	11,06	11497	76,34

Tahun	Angka Harapan Hidup	Harapan Lama Sekolah	Rata-Rata Lama Sekolah	Pengeluaran per Kapita (ribu Rupiah)	Indeks Pembangunan Manusia
2019	69,37	15,34	11,1	12099	77,16
2020	69,42	15,35	11,11	12057	77,17
2021	69,43	15,63	11,12	12067	77,44
2022	69,63	15,64	11,14	12353	77,82
2023	73,98	15,7	11,27	12678	80,5

IPM dibentuk oleh 3 komponen dasar yaitu dimensi umur panjang dan hidup sehat yang dihitung dari Angka Harapan Hidup (AHH), dimensi Indeks Pengetahuan (IPD) yang dihitung dari rata-rata Harapan Lama Sekolah (HLS) dan Rata-rata Lama Sekolah (RLS), dan Dimensi Standar Hidup layak (DSH) yang dihitung dari pengeluaran perkapita yang di sesuaikan. Maka didapat data penelitian yang ditunjukkan pada tabel 2 sebagai berikut dibawah ini:

Tabel 2: Data Penelitian

Tahun	UHH ( Umur Harapan Hidup)	IPD (Indikator Pendidikan)	DSH (Dimensi Standar idup)	IPM
2010	68,65	11,945	9496	71,79
2011	68,7	11,995	9713	72,15
2012	68,75	12,18	9925	72,75
2013	68,78	12,36	10198	73,4
2014	68,79	12,58	10284	73,9
2015	68,94	12,825	10605	74,74
2016	69	12,94	11015	75,41
2017	69,06	13,04	11261	75,89
2018	69,16	13,125	11497	76,34
2019	69,37	13,22	12099	77,16
2020	69,42	13,23	12057	77,17
2021	69,43	13,375	12067	77,44
2022	69,63	13,39	12353	77,82
2023	73,98	13,485	12678	80,5

- B. Studi Pustaka, Bertujuan untuk mengetahui teori-teori apa yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan diteliti, serta mendapatkan dasar-dasar referensi yang kuat dalam penelitian

## 2.2. Tahap Perancangan

Untuk memperoleh nilai IPM maka akan dibuat perancangan dengan menggunakan penalaran *fuzzy* metode Mamdani. Secara umum ada 4 tahapan yaitu: (Sri & Hari, 2010)

### 1. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada Metode Mamdani, baik variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

### 2. Aplikasi fungsi implikasi

Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

### 3. Komposisi Aturan

Biasanya metode yang digunakan dalam melakukan *inferensi* sistem *fuzzy* yaitu: MAX (*Maximum*). Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (union).

### 4. Penegasan (*defuzzy*)

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

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dalam menentukan Indeks Pembangunan Manusia, aplikasi logika Fuzzy Mamdani mengubah Dimensi Angka Harapan Hidup (AHH), dimensi Indeks Pendidikan (IPD) dan Dimensi Standar Hidup (DSH) sehingga menghasilkan output Indeks pembangunan manusia. Kemudian disesuaikan dengan range keanggotaan pada variabel nilai dari masing-masing komponen dimensi sehingga diperoleh nilai Indeks Pembangunan Manusia.

#### A. Fuzzyfikasi

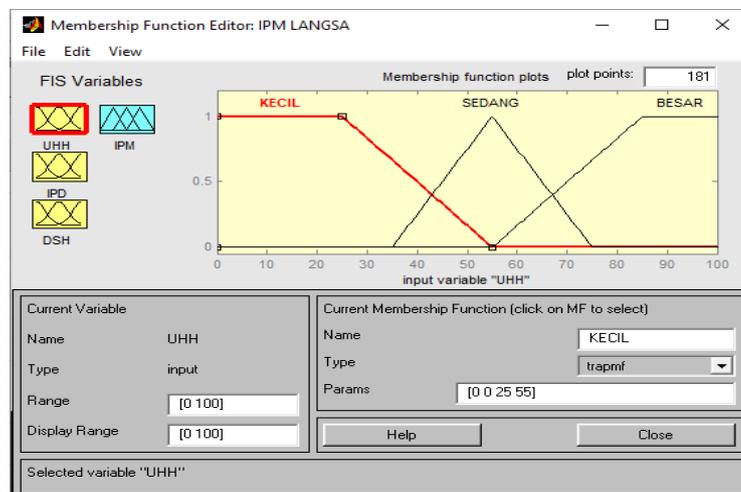
Dari variabel Dimensi Umur Harapan Hidup (AHH), dimensi Indeks Pendidikan (IPD) dan Dimensi Standar Hidup (DSH) disusun domain himpunan fuzzy berdasarkan domain tersebut, selanjutnya ditentukan fungsi keanggotaan dari masing-masing variabel. dibawah ini adalah gambar tabel dari data nilai dari masing-masing aspek:

Pada gambar 1 merupakan perancangan fungsi untuk variabel komponen AHH yang memiliki 3 fungsi himpunan yaitu Kecil, Sedang dan Besar dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$AHH_{KECIL} = \begin{cases} 1 & X \leq 30 \\ \frac{55 - X}{25} & 30 \leq X \leq 55 \\ 0 & X \geq 55 \end{cases}$$

$$AHH_{SEDANG} = \begin{cases} 0 & X \leq 40 \text{ atau } X \geq 80 \\ \left(\frac{X - 40}{15}\right) & 40 \leq X \leq 55 \\ \left(\frac{80 - X}{25}\right) & 55 \leq X \leq 80 \end{cases}$$

$$AHH_{TINGGI} = \begin{cases} 0 & X \leq 55 \\ \left(\frac{50 - X}{20}\right) & 55 \leq X \leq 75 \\ 1 & X \geq 75 \end{cases}$$



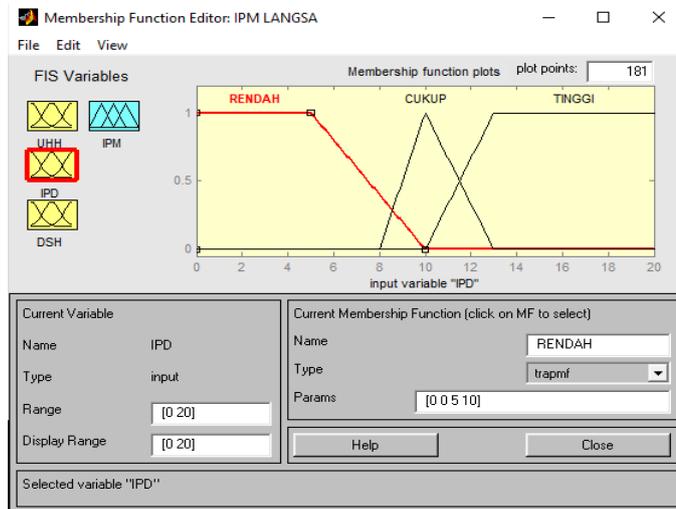
Gambar 1. Variabel komponen Umur Harapan Hidup

Pada gambar 2 merupakan perancangan fungsi untuk variabel komponen IPD memiliki 3 fungsi himpunan yaitu Rendah, Cukup dan Sedang dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$IPD_{RENDAH} = \begin{cases} 1 & X \leq 5 \\ \left(\frac{10 - X}{5}\right) & 5 \leq X \leq 10 \\ 0 & X \geq 10 \end{cases}$$

$$IPD_{CUKUP} = \begin{cases} 0 & X \leq 8 \text{ atau } X \geq 13 \\ \left(\frac{X - 8}{2}\right) & 8 \leq X \leq 10 \\ \left(\frac{13 - X}{3}\right) & 10 \leq X \leq 13 \end{cases}$$

$$IPD_{RENDAH} = \begin{cases} 0 & X \leq 10 \\ \left(\frac{10-X}{3}\right); & 10 \leq X \leq 13 \\ 0 & X \geq 13 \end{cases}$$



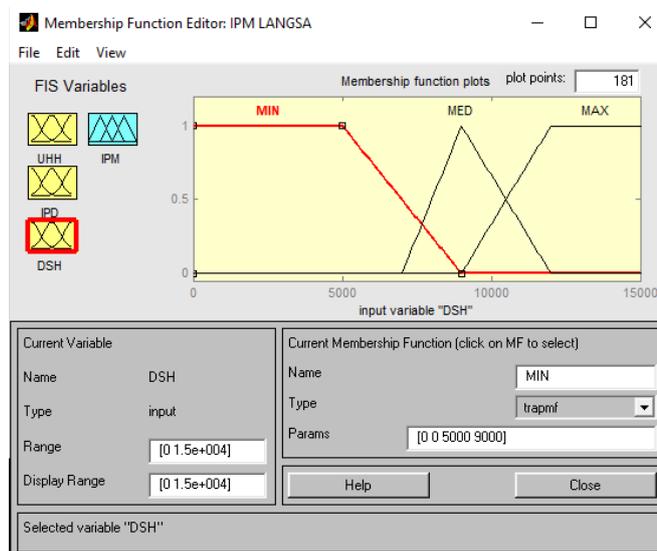
Gambar 2. Variabel komponen Umur Harapan Hidup

Pada gambar 3 merupakan perancangan fungsi untuk variabel komponen DSH memiliki 3 fungsi himpunan yaitu MIN, MED dan MAX dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$DSH_{MIN} = \begin{cases} 1 & X \leq 5000 \\ \left(\frac{5000-X}{4000}\right); & 5000 \leq X \leq 9000 \\ 0 & X \geq 9000 \end{cases}$$

$$DSH_{MED} = \begin{cases} 0 & X \leq 7000 \text{ atau } X \geq 12000 \\ \left(\frac{X-7000}{2000}\right); & 7000 \leq X \leq 9000 \\ \left(\frac{12000-X}{3000}\right) & 9000 \leq X \leq 12000 \end{cases}$$

$$DSH_{MAX} = \begin{cases} 0 & X \leq 9000 \\ \left(\frac{9000-X}{3000}\right); & 9000 \leq X \leq 12000 \\ 0 & X \geq 12000 \end{cases}$$



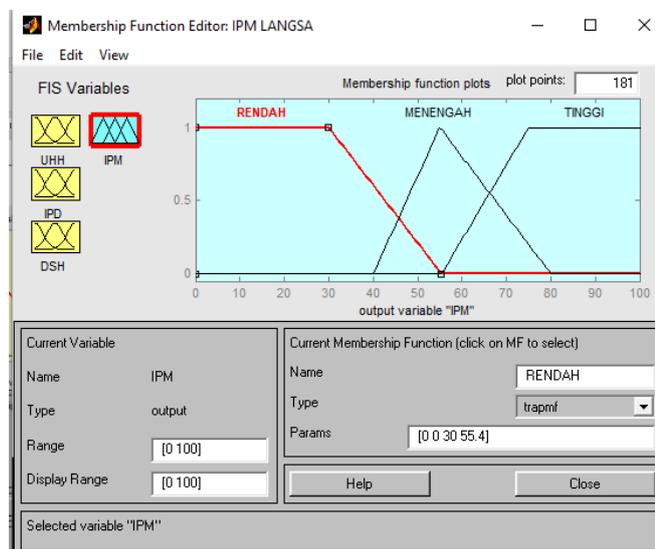
Gambar 3. Variabel komponen Umur Harapan Hidup

Pada gambar 4 merupakan perancangan fungsi untuk variabel komponen IPM memiliki 3 fungsi himpunan yaitu MIN, MED dan MAX dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$IPM_{RENDAH} = \begin{cases} 1 & X \leq 30 \\ \left(\frac{30-X}{25}\right); & 30 \leq X \leq 55 \\ 0 & X \geq 55 \end{cases}$$

$$IPM_{MENENGAH} = \begin{cases} 0 & X \leq 40 \text{ atau } X \geq 80 \\ \left(\frac{X-40}{15}\right); & 40 \leq X \leq 55 \\ \left(\frac{55-X}{25}\right) & 55 \leq X \leq 80 \end{cases}$$

$$IPM_{TINGGI} = \begin{cases} 0 & X \leq 55 \\ \left(\frac{55-X}{20}\right); & 55 \leq X \leq 75 \\ 1 & X \geq 75 \end{cases}$$



Gambar 4. Variabel komponen IPM

## B. Basis Pengetahuan

Setelah *fuzzifikasi*, maka dilakukan pembentukan pengetahuan fuzzy berupa aturan. Aturan - aturan dibentuk untuk menyatakan relasi antara input dan output. Tiap aturan merupakan suatu implikasi. Operator yang digunakan untuk menghubungkan antara dua input adalah operator AND, dan yang memetakan antara input-output adalah IF-THEN. Proposisi yang mengikuti IF disebut anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen, maka dapat dibentuk aturan – aturan sebagai berikut :

1. If (UHH is KECIL) and (IPD is RENDAH) and (DSH is MIN) then (IPM is RENDAH)
2. If (UHH is KECIL) and (IPD is RENDAH) and (DSH is MED) then (IPM is RENDAH)
3. If (UHH is KECIL) and (IPD is RENDAH) and (DSH is MAX) then (IPM is MENENGAH)
4. If (UHH is KECIL) and (IPD is CUKUP) and (DSH is MIN) then (IPM is RENDAH)
5. If (UHH is KECIL) and (IPD is CUKUP) and (DSH is MED) then (IPM is MENENGAH)
6. If (UHH is KECIL) and (IPD is CUKUP) and (DSH is MAX) then (IPM is MENENGAH)
7. If (UHH is KECIL) and (IPD is TINGGI) and (DSH is MIN) then (IPM is RENDAH)
8. If (UHH is KECIL) and (IPD is TINGGI) and (DSH is MED) then (IPM is MENENGAH)
9. If (UHH is KECIL) and (IPD is TINGGI) and (DSH is MAX) then (IPM is TINGGI)
10. If (UHH is SEDANG) and (IPD is RENDAH) and (DSH is MIN) then (IPM is RENDAH)
11. If (UHH is SEDANG) and (IPD is RENDAH) and (DSH is MED) then (IPM is MENENGAH)
12. If (UHH is SEDANG) and (IPD is RENDAH) and (DSH is MAX) then (IPM is MENENGAH)
13. If (UHH is SEDANG) and (IPD is CUKUP) and (DSH is MIN) then (IPM is MENENGAH)
14. If (UHH is SEDANG) and (IPD is CUKUP) and (DSH is MED) then (IPM is MENENGAH)
15. If (UHH is SEDANG) and (IPD is CUKUP) and (DSH is MAX) then (IPM is TINGGI)
16. If (UHH is SEDANG) and (IPD is TINGGI) and (DSH is MIN) then (IPM is MENENGAH)

17. If (UHH is SEDANG) and (IPD is TINGGI) and (DSH is MED) then (IPM is MENENGAH)
18. If (UHH is SEDANG) and (IPD is TINGGI) and (DSH is MAX) then (IPM is TINGGI)
19. If (UHH is BESAR) and (IPD is RENDAH) and (DSH is MIN) then (IPM is MENENGAH)
20. If (UHH is BESAR) and (IPD is RENDAH) and (DSH is MED) then (IPM is MENENGAH)
21. If (UHH is BESAR) and (IPD is RENDAH) and (DSH is MAX) then (IPM is MENENGAH)
22. If (UHH is BESAR) and (IPD is CUKUP) and (DSH is MIN) then (IPM is MENENGAH)
23. If (UHH is BESAR) and (IPD is CUKUP) and (DSH is MED) then (IPM is MENENGAH)
24. If (UHH is BESAR) and (IPD is CUKUP) and (DSH is MAX) then (IPM is TINGGI)
25. If (UHH is BESAR) and (IPD is TINGGI) and (DSH is MIN) then (IPM is MENENGAH)
26. If (UHH is BESAR) and (IPD is TINGGI) and (DSH is MED) then (IPM is TINGGI)
27. If (UHH is BESAR) and (IPD is TINGGI) and (DSH is MAX) then (IPM is TINGGI)

### C. Inferensi dan Defuzzyfikasi.

Setelah aturan dibentuk, maka dilakukan proses *inferensi* Dimana memproses aplikasi fungsi implikasi. Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah MIN, yang berarti tingkat keanggotaan yang didapat sebagai konsekuensi dari proses ini adalah nilai minimum dari variabel Dimensi Umur Harapan Hidup (AHH), dimensi Indeks Pendidikan (IPD) dan Dimensi Standar Hidup (DSH) Sehingga didapatkan daerah *fuzzy* pada variabel Indeks Pembangunan Manusia untuk masing – masing aturan.

Pada penelitian ini dilakukan percobaan dalam tahun 2010-2023 dengan hasil penelitian pada "Tabel 3" sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Ipm *Fuzzy* Mamdani

Tahun	UHH (Umur Harapan Hidup)	IPD (Indikator Pendidikan)	DSH (Dimensi Standar idup)	IPM FUZZY
2010	68,65	11,945	9496	73,2
2011	68,7	11,995	9713	73,4
2012	68,75	12,18	9925	73,8
2013	68,78	12,36	10198	73,5
2014	68,79	12,58	10284	73,8
2015	68,94	12,825	10605	74
2016	69	12,94	11015	74,1
2017	69,06	13,04	11261	75
2018	69,16	13,125	11497	76,4
2019	69,37	13,22	12099	79
2020	69,42	13,23	12057	79,00
2021	69,43	13,375	12067	80,1
2022	69,63	13,39	12353	80,02
2023	73,98	13,485	12678	80,9

Tabel 4 menunjukkan perbandingan nilai IPM real dengan nilai IPM yang didapat dari *fuzzy* Mamdani:

Tabel 4. Perbandingan Hasil Ipm Real Dengan Ipm *Fuzzy* Mamdani

Tahun	UHH (Umur Harapan Hidup)	IPD (Indikator Pendidikan)	DSH (Dimensi Standar idup)	IPM REAL	IPM FUZZY	Persentase Kesalahan
2010	68,65	11,945	9496	71,79	73,2	0,02%
2011	68,7	11,995	9713	72,15	73,4	0,017%
2012	68,75	12,18	9925	72,75	73,8	0,014%
2013	68,78	12,36	10198	73,4	73,5	0,001%
2014	68,79	12,58	10284	73,9	73,8	0,001 %
2015	68,94	12,825	10605	74,74	74	0,01%
2016	69	12,94	11015	75,41	74,1	0,02%
2017	69,06	13,04	11261	75,89	75	0,01%
2018	69,16	13,125	11497	76,34	76,4	0,01%
2019	69,37	13,22	12099	77,16	79	0,02%
2020	69,42	13,23	12057	77,17	79,00	0,02%

Tahun	UHH ( Umur Harapan Hidup)	IPD (Indikator Pendidikan)	DSH (Dimensi Standar idup)	IPM REAL	IPM FUZZY	Persentase Kesalahan
2021	69,43	13,375	12067	77,44	80,1	0,03%
2022	69,63	13,39	12353	77,82	80,02	0,03%
2023	73,98	13,485	12678	80,5	80,9	0,005%

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pada perancangan dan simulasi *Fuzzy Inference system* Metode Mamdani. *FIS* Metode Mamdani dapat diterapkan pada perhitungan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di kota Lansia dengan menerapkan 3 variabel komponen yaitu Angka Harapan Hidup (AHH), dimensi Indeks Pengetahuan (IPD), dan Dimensi Standar Hidup layak (DSH). Dengan persentase kesalahan tidak lebih dari 1 %. Saran dari penelitian diharapkan bisa dikembangkan dengan metode *fuzzy* yang lainnya.

#### Referensi:

- Fahrurrozi, Muh; Mohzana; Haritani, Hartini; Yunitasari, Dukha; Basri, Hasan. (2023). Peningkatan Indeks Pembangunan Manusia Regional Dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Ekonomi Wilayah (Studi Di Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat). *Jurnal Ketahanan Nasional*, Vol. 29, No. 1.
- Jean Sanny Mongan, Jehuda.(2019). Pengaruh Pengeluaran Pemerintah Bidang Pendidikan Dan Kesehatan Terhadap Indeks Pembangunan Manusia Di Indonesia. *Indonesian Treasury Review* Vol.4, No.2.
- Jumiartanti, Meita. (2021).*Indeks Pembangunan Manusia Kota Langsa*,” Katalog BPS.
- Ratnaningrum, Desy. (2021). Analisis IPM Kota Yogyakarta 2022. Dinas komunikasi dan Informatika Kota Yogyakarta
- Farida, Yuniar; Sulistiani, Diah Ayu; Ulinuha, Nurissaidah. (2021). Peramalan Indeks Pembangunan Manusia (Ipm) Kabupaten Bojonegoro Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Brown. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 174–183.
- Nurhayati, Sri; Immanudin, Iman. (2019). Penerapan Logika Fuzzy Mamdani untuk Prediksi Pengadaan Peralatan Rumah Tangga Rumah Sakit. *Jurnal Sistem Komputer* Volume 8, Nomor 2
- A. D. Saputri, R. D. Ramadhani, and R. Adhitama. (2019).Logika Fuzzy Sugeno untuk Pengambilan Keputusan dalam Penjadwalan dan Peningkat Service Sepeda Motor. *Journal of Informatics Information System Software Engineering and Applications (INISTA)*, vol. 2, no.1, pp. 49–55.
- Maibang, C. P. P; Husein, A. M. (2019). Prediksi Jumlah Produksi Palm Oil Menggunakan Fuzzy Inference System Mamdani. *Jurnal Teknologi Dan Ilmu Komputer Prima (JUTIKOMP)*, 3(1), 19–26.
- Muntahanah; Handayani, Sri; Lidia. (2021). Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Penentuan Strategi Belajar Siswa Pada Persiapan Ujian Nasional Berbasis Komputer (Unbk). *Jurnal Pseudocode*, Volume VIII Nomor 2
- Muflihunna, Khaerunissa; Mashuri. (2022). Penerapan Metode Fuzzy Mamdani dan Metode Fuzzy Sugeno dalam Penentuan Jumlah Produksi. *UNNES Journal of Mathematics* 11(1).
- Wijaya, Eko; Desi, Arisandi; Tri, Sutrisno. (2021). Analisis Tingkat Kepuasan Konsumen Pada Restoran Cepat Saji Menggunakan Fuzzy Mamdani. *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*,
- Suprianto; Wilda, Agustin. (2022). Implementasi Aplikasi Metode Fuzzy Mamdani Untuk Perencanaan Produksi Air Mineral. *Jurnal Sebatik* Vol. 26 No. 1.
- Arifat, Muhammad; Wardiana, Adinda, Putri; Alfin, Syayirotn, M. (2023). Penerapan Metode Naive Bayes Classifier Untuk Klasifikasi Indeks Pembangunan Manusia Di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Statistika Dan Komputasi(STATKOM)*, Vol. 2No. 1
- Miftahul, Putra, Ridwan; Elvira, Asril; Taslim. (2018). Prediksi Indeks Pembangunan Manusia Menggunakan Algoritma C4.5 di Kabupaten Kampar. *Jurnal Teknologi Informasi & Komunikasi Digital Zone*, Volume 9, Nomor 2.
- Kusumadewi, Sri dan Hari Purnomo. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.