Metode Mamdani Untuk Klasifikasi Dalam Prediksi Indeks Pembangunan Manusia Di Kota Banda Aceh

Yudha Al Afis, Agus Maman Abadi
Prodi Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta
yudhaafis@gmail.com

***Abstrak*—**Indeks Pembangunan Manusia (IPM) adalah indeks yang menggambarkan kualitas pembangunan manusia di suatu daerah secara menyeluruh, yaitu sebagai konsekuensi logis dari aktivitas pembangunan di daerah tersebut. Membangun sebuah model prediksi tingkat IPM sangat dibutuhkan oleh pemerintah sebagai landasan untuk melakukan kebijakan dan perencaan perencaan yang akan dilakukan untuk membangun wilayah sehingga kualitas penduduknya lebih produksi agar lebih makmur dan sejahtera. 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 dengan mudah sehingga memudahkan dalam menentukan alokasi anggaran untuk wilayah Kota Banda Aceh.

Kata kunci: Indeks Pembangunan Manusia, Logika Fuzzy

I. PENDAHULUAN

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) adalah indeks yang menggambarkan tingkat pencapaian pembangunan daerah secara menyeluruh. Perkembangan angka IPM, memberikan indikasi peningkatan atau penurunan kinerja pembangunan manusia pada suatu daerah. IPM dibangun melalui pendekatan tiga aspek, yaitu usia dan sehat, pengetahuan dan kehidupan yang layak. Untuk mengukur aspek kesehatan digunakan angka umur harapan hidup, sedangkan untuk mengukur aspek pengetahuan digunakan gabungan indikator angka melek huruf dan rata-rata lama sekolah. Adapun untuk mengukur aspek kelayakan hidup digunakan indikator kemampuan daya beli (Purchasing Power Parity) [1].

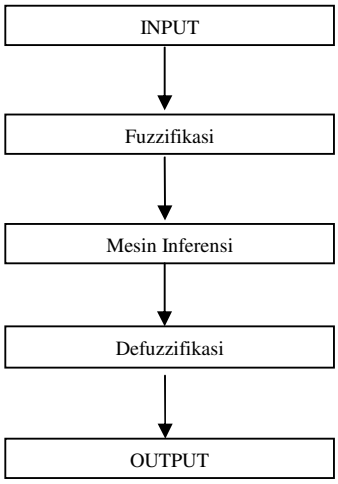
Di Prediksi merupakan sebuah infomasi yang dapat digunakan oleh pemerintah sebagai landasan untuk melakukan kebijakan dan perencaan perencaan yang akan dilakukan untuk membangun wilayah sehingga kualitas penduduknya lebih produksi agar lebih makmur dan sejahtera. Dalam pengetahuan informasi teknologi terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk melakukan sebuah proses prediksi [2].

Metode dalam memprediksi IPM yaitu dengan menggunakan pendekatan logika fuzzy. Untuk penentuan pengambilan keputusan merupakan bentuk pemilihan dari berbagai kriteria-kriteria yang dipilih yang melalui tahap tertentu dengan penilaian yang sesuai dengan objek. Dengan proses tersebut diharapkan bisa mendapatkan suatu hasil keputusan yang terbaik. Pada penelitian ini, penulis menggunakan fuzzy mamdani untuk melakukan proses prediksi terhadap indeks pembangunan manusia di kota banda aceh dengan menggunakan data yang ada yaitu tahun 2004-2012.Inilah yang mendasari penulis mengangkat tugas akhir dengan judul "Menentukan Indeks Pembangunan Manusia kota banda aceh dengan Logika Fuzzy Mamdani". Diharapkan nantinya akan berguna bagi pemerintah sebagai landasan untuk melakukan kebijakan dan perencanaan yang akan dilakukan untuk membangun wilayah.

Penerapan himpunan fuzzy di dalam bidang pengambilan keputusan, pada umumnya, terdiri dari fuzzifikasi dari teori klasik tentang pengambilan keputusan [3]. Jika dibandingkan dengan menggunakan metode lainnya, logika fuzzy memiliki kelebihan sendiri yaitu kemampuannya dalam proses penalaran secara bahasa dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik yang rumit. Alasan kenapa penulis memilih menggunakan logika fuzzy adalah mudah dimengerti, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat. Sistem fuzzy ini dapat membantu melakukan penilaian cepat, tepat dan akurat tentang nilai Indeks Pembangunan Manusia..

II. METODE PENELITIAN

Dalam kondisi yang nyata, beberapa aspek dalam dunia nyata selalu atau biasanya berada diluar model matematis dan bersifat inexact. Konsep ketidakpastian inilah yang menjadi konsep dasar munculnya konsep logika fuzzy [3]. Dalam menenentukan harga beras digunakan metode Mamdani dalam metode ini pada setiap aturan implikasi ("sebab akibat") anteseden yang berbentuk (*AND*) mempunyai nilai keanggotan berbentuk maksimum (max). Jadi dalam tahapan-tahapan analisa yang akan dikembangkan untuk membangun Logika Fuzzy ini meliputi: Fuzzifikasi, Basis Pengetahuan Fuzzy, Mesin Inferensi, Defuzzifikasi.



GAMBAR 1. METODE PENELITIAN

A. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi mengubah masukan yang tajam menjadi keanggotaan Fungsi yang sesuai dengan persepsi intuitif tentang status sistem [4]. Karena sistem inferensi *fuzzy* bekerja dengan aturan dan input fuzzy, maka langkah pertama adalah mengubah input tegas yang diterima, menjadi *input fuzzy*..Untuk masing–masing variabel *input*, ditentukan suatu fungsi fuzzifikasi (*fuzzyfication function*) yang akan mengubah variabel masukan yang tegas (yang biasa dinyatakan dalam bilangan real) menjadi nilai pendekatan *fuzzy*.

B. Basis Pengetahuan Fuzzy

Basis pengetahuan suatu sistem inferensi *fuzzy* terdiri dari basis data dan basis aturan. Basis data adalah himpunan fungsi-fungsi keanggotaan dari himpunan-himpunan *fuzzy* yang terkait dengan nilai-nilai linguistik dari variabel variabel yang terlibat dalam sistem. Basis aturan adalah himpunan implikasi-implikasi *fuzzy* yang berlaku sebagai aturan dalam sistem.

C. Mesin Inferensi

Inferensi *fuzzy* sering di sebut juga dengan penalaran hampiran adalah suatu cara penarikan kesimpulan berdasarkan seperangkat implikasi *fuzzy* dan suatu fakta yang diketahui. Aturan fuzzy dibangun dengan menggunakan input fuzzy dan variabel output. Aturan fuzzy ini digunakan oleh prosedur inferensi untuk mendapatkan hasilnya [5].

D. Defuzzifikasi

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan tegas pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Defuzzyfikasi pada komposisi aturan mamdani dengan menggunakan metode centroid. Dimana pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah fuzzy [6].

A. Contoh Sub Header

Sub header ditulis menggunakan Times New Roman 10 dan dicetak miring (Italic).

B. Menjaga Stabilitas Template

Template ini digunakan untuk memformat makalah. Seluruh marjin, lebar kolom, spasi, dan jenis huruf sudah ditentukan. Mohon untuk tidak mengubah format.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menentukan Indeks Pembangunan Manusia, aplikasi logika fuzzy mengubah aspek kesehatan, aspek pengetahuan, dan aspek kelayakan hidup sehingga menghasilkan output Indeks pembangunan manusia. Kemudian disesuaikan dengan range keanggotaan pada variabel nilai dari masing-masing aspek sehingga diperoleh Indeks pembangunan.

A. *Fuzzyfikasi*

Dari variabel aspek kesehatan(AHH), aspek pengetahuan(IP), dan aspek kelayakan hidup(IPD) 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

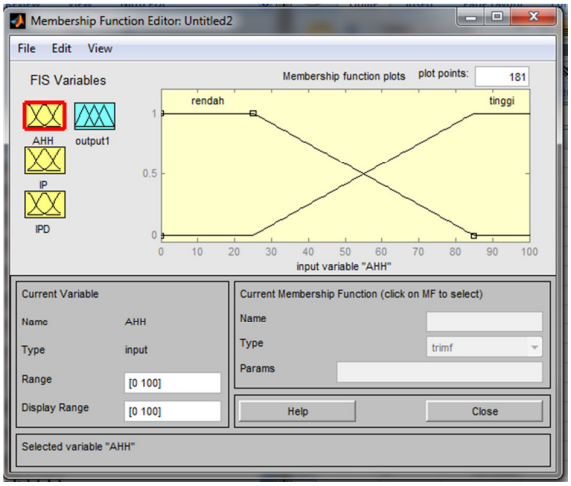
TABEL 1. DATA PENELITIAN

Tahun	Aspek kesehatan	Aspek Pengetahuan	Aspek kalayakan hidup	IPM
2004	68,6	69,466667	614.040	74,043311
2005	68,69	69,75333	621.037	74,68
2006	69,6	69,7533	624.345,18	75,443807
2007	69,99	69,9733	626.440	76,31
2008	70,236904	69,97416	630.248,51	76,743123
2009	70,557538	70,03838	630.631,16	76,99935
2010	70,879636	70,13317	632.240	77,449931
2011	71,15	0,1874	636.283,47	77,99911
2012	71,42	70,2516	640.061,11	78,495842

Untuk variabel input aspek kesehatan(AHH) memiliki dua kriteria fuzzy rendah (0 - 85) dan tinggi (25-85). Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu(x)_{rendah} = \begin{cases} 1, & x \leq 25 \\ \frac{85-x}{85-25}, & 25 < x < 85 \\ 0, & x \geq 85 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu(x)_{tinggi} = \begin{cases} 0, & x \leq 25 \\ \frac{x-25}{85-25}, & 25 < x < 85 \\ 1, & x \geq 85 \end{cases} \quad (2)$$

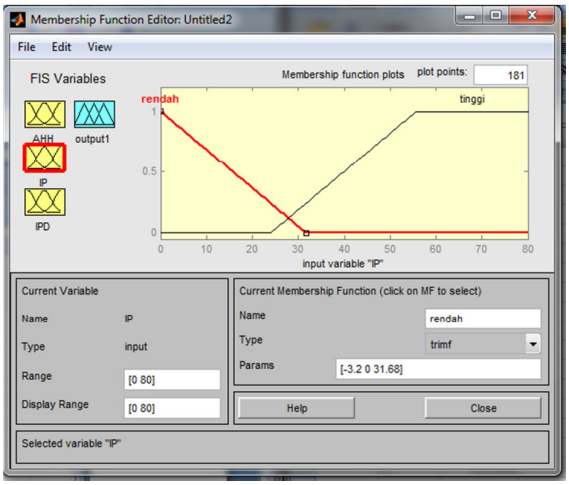


GAMBAR 2. FUNGSI KEANGGOTAAN ASPEK KESEHATAN

Untuk variabel input aspek pengetahuan memiliki dua kriteria fuzzy rendah (0-39.6) dan tinggi(30-69.6). Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu(x)_{rendah} = \begin{cases} \frac{39.6-x}{69.6-0}, & x < 39.6 \\ 0, & x \geq 39.6 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu(x)_{tinggi} = \begin{cases} 0, & x \leq 30 \\ \frac{x-30}{69.6-30}, & 30 < x < 69.6 \\ 1, & x \geq 69.6 \end{cases} \quad (4)$$



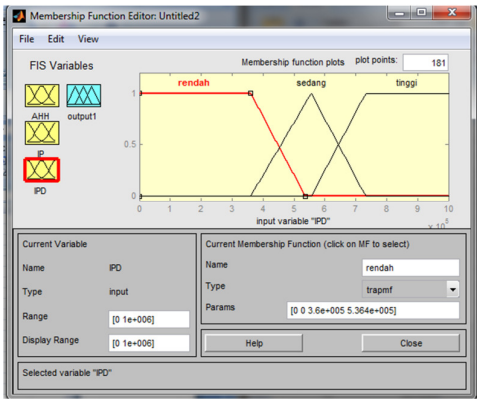
GAMBAR 3. FUNGSI KEANGGOTAAN BUTIR ASPEK PENGETAHUAN

Untuk variabel input aspek kelayakan hidup memiliki tiga kriteria fuzzy Rendah (0% - 14%), Sedang (13% - 25%), dan Tinggi (23%-50%). Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu(x)_{rendah} = \begin{cases} 1, & x \leq 360.000 \\ \frac{536.360-X}{563.360-360.000}, & 360.000 < x < 563.360 \\ 0, & x \geq 563.360 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu(x)_{sedang} = \begin{cases} 0, & x \leq 360.000 \; atau \; x \geq 732.720 \\ \frac{x-360.000}{546.360-360.000}, & 360.000 \leq x \leq 543.360 \\ \frac{732.720-x}{732.720-546.360}, & 546.360 \leq x \leq 732.720 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu(x)_{tinggi} = \begin{cases} 0, & x \leq 556.360 \\ \frac{x-556.360}{732.720-556.360}, & 556.360 \leq x \leq 732.720 \\ 1, & x \geq 732.720 \end{cases} \quad (7)$$



GAMBAR 4. FUNGSI KEANGGOTAAN ASPEK KELAYAKAN HIDUP

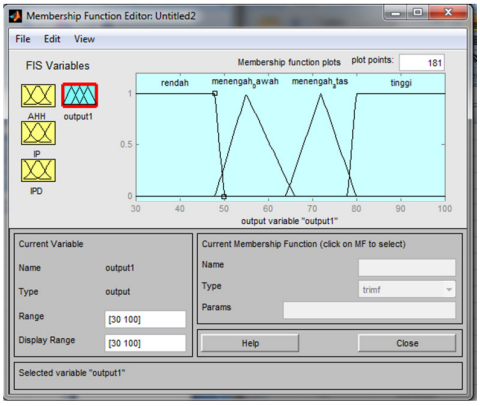
Untuk variabel output Indeks Pembangunan Manusia memiliki empat kriteria fuzzy rendah ($IPM < 50$), Menengah ($50 \leq IPM < 66$), Menengah atas ($66 \leq IPM < 80$) dan Tinggi (IPM≥ 80). Dengan fungsi keanggotaan :

$$\mu(x)_{rendah} = \begin{cases} 1, & x \leq 48 \\ \frac{50-x}{50-48}, & 48 \leq x \leq 50 \\ 0, & x \geq 50 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu(x)_{menengah\ bawah} = \begin{cases} 0, & x \leq 48 \; atau \; x \geq 66 \\ \frac{x-48}{55-48}, & 48 \leq x \leq 55 \\ \frac{66-x}{66-55}, & 55 \leq x \leq 66 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu(x)_{menengah\ atas} = \begin{cases} 0, & x \leq 64 \; atau \; x \geq 80 \\ \frac{x-64}{72-64}, & 64 \leq x \leq 72 \\ \frac{80-x}{80-72}, & 72 \leq x \leq 80 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu(x)_{tinggi} = \begin{cases} 0, & x \leq 78 \\ \frac{x-78}{80-78}, & 78 \leq x \leq 80 \\ 1, & x \geq 80 \end{cases} \quad (11)$$



GAMBAR 5. FUNGSI KEANGGOTAAN OUTPUT NILAI INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA

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 (AHH is rendah) and (IP is rendah) and (IPD is rendah) then (output1 is rendah) (1)
2. If (AHH is rendah) and (IP is rendah) and (IPD is sedang) then (output1 is rendah) (1)
3. If (AHH is rendah) and (IP is rendah) and (IPD is tinggi) then (output1 is menengah_bawah) (1)
4. If (AHH is rendah) and (IP is tinggi) and (IPD is rendah) then (output1 is rendah) (1)
5. If (AHH is rendah) and (IP is tinggi) and (IPD is sedang) then (output1 is menengah_bawah) (1)
6. If (AHH is rendah) and (IP is tinggi) and (IPD is tinggi) then (output1 is menengah_atas) (1)
7. If (AHH is tinggi) and (IP is rendah) and (IPD is rendah) then (output1 is menengah_bawah) (1)
8. If (AHH is tinggi) and (IP is rendah) and (IPD is sedang) then (output1 is menengah_bawah) (1)
9. If (AHH is tinggi) and (IP is rendah) and (IPD is tinggi) then (output1 is menengah_atas) (1)
10. If (AHH is tinggi) and (IP is tinggi) and (IPD is rendah) then (output1 is menengah_bawah) (1)
11. If (AHH is tinggi) and (IP is tinggi) and (IPD is sedang) then (output1 is menengah_atas) (1)
12. If (AHH is tinggi) and (IP is tinggi) and (IPD is tinggi) then (output1 is tinggi) (1)

C. Mesin Inferensi dan Defuzzyfikasi.

Setelah aturan dibentuk, maka dilakukan pada mesin inferensi memproses aplikasi fungsi implikasi. Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah MIN, yang berarti tingkat keanggotaan yang didapat sebagai konsekuen dari proses ini adalah nilai minimum dari variabel Aspek kehidupan dan Aspek pengetahuan. Sehingga didapatkan daerah fuzzy pada variabel Indeks Pembangunan Manusia untuk masing – masing aturan.

Dilakukan percobaan dalam tahun 2004-2012 dengan hasil penelitian pada "Tabel 2" sebagai berikut:

TABEL 2. HASIL NILAI PREDIKSI IPM DENGAN LOGIKA FUZZY

Tahun	Aspek kesehatan	Aspek Pengetahuan	Aspek kalayakan hidup	Prediksi IPM	Klasifikasi model
2004	68,6	69,466667	614.040	75,2	Menengah atas
2005	68,69	69,75333	621.037	76	Menengah atas
2006	69,6	69,7533	624.345,18	76,5	Menengah atas
2007	69,99	69,9733	626.440	76,8	Menengah atas
2008	70,236904	69,97416	630.248,51	77,2	Menengah atas
2009	70,557538	70,03838	630.631,16	77,3	Menengah atas
2010	70,879636	70,13317	632.240	77,5	Menengah atas
2011	71,15	0,1874	636.283,47	86,7	Tinggi
2012	71,42	70,2516	640.061,11	78,3	Menengah atas

Perbandingan logika fuzzy dengan data asli sesuai dengan Tabel 3:

TABEL 3. PERBANDINGAN DATA ASLI DAN HASIL LOGIKA FUZZY

Tahun	Aspek kesehatan	Aspek Pengetahuan	Aspek kalayakan hidup	IPM real	Prediksi IPM	Klasifikasi Real	Klasifikasi model
2004	68,6	69,466667	614.040	74,043311	75,2	Menengah atas	Menengah atas
2005	68,69	69,75333	621.037	74,68	76	Menengah atas	Menengah atas
2006	69,6	69,7533	624.345,18	75,443807	76,5	Menengah atas	Menengah atas
2007	69,99	69,9733	626.440	76,31	76,8	Menengah atas	Menengah atas
2008	70,236904	69,97416	630.248,51	76,743123	77,2	Menengah atas	Menengah atas
2009	70,557538	70,03838	630.631,16	76,99935	77,3	Menengah atas	Menengah atas
2010	70,879636	70,13317	632.240	77,449931	77,5	Menengah atas	Menengah atas
2011	71,15	0,1874	636.283,47	77,99911	86,7	Menengah atas	Tinggi
2012	71,42	70,2516	640.061,11	78,495842	78,3	Menengah atas	Menengah atas

IV. SIMPULAN DAN SARAN

Logika fuzzy dengan metode mamdani dapat mengklasifikasi dalam memprediksi tingkat Indeks Pembangunan Manusia di kota Banda Aceh dengan menggunakan 3 variabel yaitu aspek kesehatan, aspek pengetahuan dan aspek kelayakan hidup. Dengan melihat hasil diatas dengan metode ini menghasilkan hasil yang hampir sama dengan hanya menampilkan 1 hasil yang berbeda, sehingga memiliki akurasi model dari klasifikasi IPM sebesar 88,89%. Saran untuk penelitilain untuk mencoba logika fuzzy dengan metode-metode yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

[1] "BPS. Indeks Pembangunan Manusia (IPM)"Diakses dari : https://www.bps.go.id/subjek/view/id/26#subjekViewTab1

[2] F. Nur ,"Prediksi Indeks Pembangunan Manusia Di Kabupaten Situbondo Tahun 2004-2013 dengan Menggunakan Artificial Neural Network", Diakses dari : https://www.academia.edu/19075040/Prediksi_Indeks_Pembangunan_Manusia_Di_Kabupaten_Situbondo_Tahun_2004_-_2013_dengan_Menggunakan_Artificial_Neural_Network

[3] J.R.Klir., Bo Yuan, 1999, " Fuzzy sets and Fuzzy Logic Theory and Aplications". New Jersey: Prentice Hall

[4] S. Naaz, "Effect of different defuzzification methods in a fuzzy based load balancing application", Diakses dari https://www.ijcsi.org pada tanggal 17 juni 2017

[5] S.R. Chaudhari, "Comparative Analysis of Fuzzy Inference Systems for Air Conditioner",diakses dari http://accentsjournals.org

[6] V. Srivastava,"Application Of Fuzzy Logic In Decision Making & Grid Technology". Diakses dari http://www.ijert.org