

# **REVIEW PENERAPAN *FUZZY LOGIC* SUGENO DAN MAMDANI PADA SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PRAKIRAAN CUACA DI INDONESIA**

**Anisa Citra Mutia, Aria Fajar Sundoro, Arkom Yajiddin,  
Mukhammad Khoirullah, dan Qurrotul Aini**

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif  
Hidayatullah Jakarta

Jl. Ir. H. Juanda No. 95, Ciputat, Tangerang Selatan, Banten 15412

Email: [anisa.citra13@mhs.uinjkt.ac.id](mailto:anisa.citra13@mhs.uinjkt.ac.id)<sup>1)</sup>

---

## **Abstrak**

*Meteorologi atau ilmu yang mempelajari tentang cuaca dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Adapun salah satu faktor yang mempengaruhi adalah curah hujan. Dalam kehidupan sehari-hari, seringkali kita menemui prediksi curah hujan di berbagai media massa. Kebutuhan akan keadaan cuaca besok hari sangat dibutuhkan untuk menyusun berbagai rencana. Untuk masa lampau, perkiraan curah hujan sangat bergantung dengan bulannya, ada musim kemarau dan musim penghujan. Namun saat ini, curah hujan semakin sulit untuk diprediksi sehingga diperlukan model atau sistem yang dapat memprediksi curah hujan dengan akurat. Pada penelitian sebelumnya tentang prediksi curah hujan menggunakan Fuzzy Logic Sugeno dan Mamdani. Adapun parameter input-nya adalah suhu, tekanan udara dan kelembaban relatif. Semua data mempunyai nilai sendiri agar data bisa diproses dan dianalisis. Setelah semua data berupa nilai numerik, selanjutnya dilakukan proses utama dengan menerapkan Fuzzy Logic menggunakan metode Mamdani yaitu tahap Fuzzification, Fuzzy inference engine (evaluasi kaidah atau rule), composition (agregasi atau kombinasi dari inference) kemudian tahap terakhir dari Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yaitu tahap analisis defuzzification. Setelah dilakukan semua tahapan diketahui hasil kondisi cuaca yang akan terjadi baik hujan, berawan, cerah berawan dan cerah.*

**Kata kunci:** SPK prakiraan cuaca, pendukung keputusan, fuzzy logic Mamdani, Sugeno.

## **1. PENDAHULUAN**

Informasi kondisi cuaca merupakan hal yang sangat penting untuk mendukung kelancaran kegiatan dan aktifitas manusia. Penelitian yang berkaitan dengan prakiraan cuaca dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan *Fuzzy logic*. Di dalam *Fuzzy Logic* terdapat beberapa metode seperti *Fuzzy Logic* Sugeno dan Mamdani dimana keduanya sering digunakan dalam suatu pengambilan keputusan seperti prakiraan cuaca.

Sedangkan di Indonesia banyak para prakirawan yang melakukan prakiraan cuaca dengan salah satu dari dua metode tersebut. Tetapi bagaimanakah terapan yang baik dari implementasi metode *Fuzzy Logic* Sugeno dan Mamdani untuk prakiraan terhadap cuaca yang ada di Indonesia. Masing-masing implementasi metode menggunakan parameter, *tools*, dan perhitungan yang berbeda-beda, tetapi relatif menghasilkan informasi perkiraan cuaca yang sama (hujan, berawan, cerah berawan dan cerah). Dari hasil penelitian sebelumnya terdapat penjabaran mengenai masing-masing implementasi metode peramalan cuaca yang hasilnya relatif sama, yaitu mengetahui perkiraan cuaca yang ada di Indonesia dengan hasil skala perkiraan yang berbeda. Oleh karena itu tujuan makalah ini adalah *me-review* jurnal-jurnal mengenai implementasi metode peramalan cuaca yang sudah diteliti sebelumnya yang menggunakan *Fuzzy Logic* Sugeno dan Mamdani dan menginvestigasi metode yang paling efektif memberikan hasil prediksi yang tepat.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Fuzzy Logic**

Teori himpunan *fuzzy logic* (FL) dikembangkan oleh Prof. Lofti Zadeh pada tahun 1965. Zadeh berpendapat bahwa logika benar dan salah dalam logika konvensional tidak dapat mengatasi masalah

gradasi yang berada pada dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi yang tidak terhingga tersebut, Zadeh mengembangkan sebuah himpunan fuzzy. Tidak seperti *boolean logic*, FL mempunyai nilai yang kontinu. *Fuzzy Logic* merupakan sebuah logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar dan salah. Dalam teori *Fuzzy Logic* sebuah nilai bias bernilai benar dan salah secara bersamaan namun berapa besar kebenaran dan kesalahan suatu nilai tergantung kepada bobot keanggotaan yang dimilikinya [1]. Samar dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran [2][3]. Oleh karena itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama. Tujuan umum dari membuat FL adalah untuk memperkenalkan sebuah definisi pemecahan masalah untuk memproses sekumpulan data yang tidak tajam dan untuk mengevaluasi nilai menengah. Kemampuan memutuskan tentang *input* tidak tepat dan menerima mereka dalam sebuah sistem yang memberikan kemampuan yang bagus dalam kontrol sistem dalam lingkungan yang nyata. FL dapat diimplementasikan dalam perangkat lunak dan perangkat keras. Dari *input* tidak bersih, tidak jelas atau hilang, hasil akhir sistem dapat membuat keputusan. Pada aplikasinya, sistem FL menyediakan sistem kontrol berdasarkan meniru keputusan manusia dalam membuat keputusan. Meskipun konsep berbasis aturan sederhana IF-THEN telah diterapkan, bukan pemodelan matematis, sistem fuzzy perlu parameter numerik untuk mengevaluasi tingkat kesalahan [2]. Pada umumnya, sistem FL terdiri atas komponen *fuzzification*, *inference system*, dan *defuzzification*. Beberapa metode FL yang sering digunakan adalah tipe Mamdani dan Sugeno. Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode *Max-Min*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi (aturan).
3. Komposisi aturan.
4. Penegasan (*defuzzy*).

Penalaran dengan metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan konstanta atau persamaan linier. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Ada beberapa metode untuk merepresentasikan hasil *Fuzzy Logic* yaitu metode Tsukamoto, Sugeno dan Mamdani. Pada metode Tsukamoto, setiap konsekuen direpresentasikan dengan himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monoton. *Output* hasil inferensi masing-masing aturan adalah berupa himpunan biasa (*crisp*) yang ditetapkan berdasarkan predikatnya. Hasil akhir diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobotnya [1].

### 2.1.1 Metode Sugeno

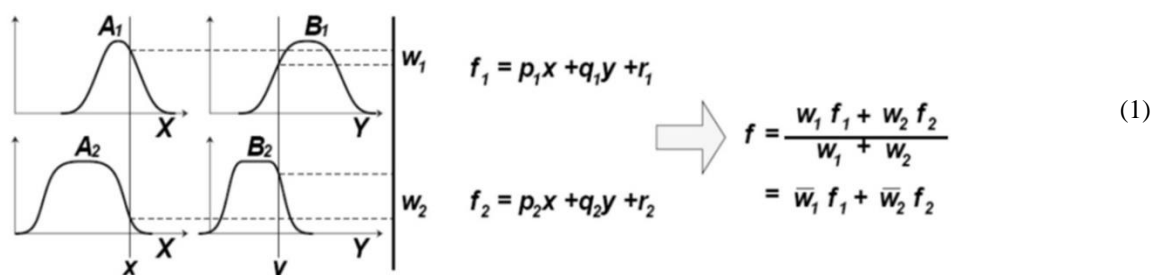
Metode Sugeno mirip dengan metode Mamdani, hanya *output* (konsekuen) tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. Ada dua model metode Sugeno yaitu model fuzzy Sugeno orde nol dan model fuzzy Sugeno orde satu. Bentuk umum model fuzzy Sugeno orde nol adalah: [4]

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ o } \dots \text{ o } (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } z=k$$

Bentuk umum model fuzzy Sugeno orde satu adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ o } \dots \text{ o } (x_n \text{ is } A_n) \text{ THEN } z = p_1.x_1 + \dots + p_n.x_n + q$$

*Defuzzifikasi* pada metode Sugeno dilakukan dengan mencari nilai rata-ratanya. [5]



Gambar 1. Model Fuzzy Sugeno Orde 1

### 2.1.2 Metode Mamdani

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode *Max-Min*. metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani. Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah *Min*. Secara umum dapat dinyatakan sebagai: [6]

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], (\mu_B[x],)) \quad (2)$$

## 3. METODOLOGI

### 3.1 Parameter Review Sistem Penunjang Keputusan Prakiraan Cuaca

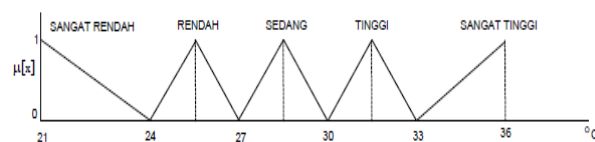
Berikut merupakan tahapan penulis dalam melakukan *review* ini memiliki beberapa tahapan yaitu:

1. Tahapan pengumpulan data dan menentukan parameter penelitian sebelumnya.  
Suatu tahap dimana penulis berpikir tentang pertanyaan penelitian yang ingin dicari jawabannya melalui *review* hasil dari peneliti sebelumnya.
2. *Review* (kajian mendalam)
  - a) Meningkatkan dasar pengetahuan dan membantu penulis untuk dalam membandingkan temuannya dengan dasar pemahaman awal *Fuzzy Logic*.
  - b) Membandingkan temuan penelitian dengan yang lain (temuan orang lain atau referensi terdahulu).
3. Membuat kesimpulan hasil  
Mengintegrasikan temuan penulis dengan pengetahuan yang ada yaitu menjelaskan atau menyatakan sejalan (mendukung) atau bertentangan dengan hasil riset sebelumnya.

### 3.2 Fuzzy Logic

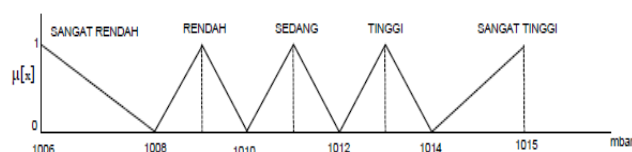
Berikut tahapan penting *Fuzzy Logic*: [3]

1. Perancangan Sistem *Fuzzy*  
Terdapat tiga hal terpenting pada tahapan *Fuzzy Logic*, yaitu:
  - a) *Fuzzyfikasi* adalah proses untuk mengubah variabel non *fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik).
  - b) *Fuzzy Inference Engine (Ruled Based)*, pada umumnya aturan-aturan *fuzzy* dinyatakan dalam bentuk “*IF... THEN*” yang merupakan inti dari relasi *fuzzy*.
  - c) *Defuzzyfikasi* adalah proses pengubahan data-data *fuzzy* tersebut menjadi data-data numerik yang dapat dikirimkan ke peralatan pengendalian.
2. Fungsi Keanggotaan  
Fungsi keanggotaan merupakan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.
  - a) Fungsi Keanggotaan Suhu  
Bentuk grafik fungsi keanggotaan linear turun, segitiga dan linear naik untuk variabel suhu.



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Suhu

- b) Fungsi Keanggotaan Tekanan Udara  
Bentuk grafik fungsi keanggotaan linear turun, segitiga dan linier naik untuk variabel tekanan udara.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Tekanan Udara

- c) Fungsi Keanggotaan Kelembaban Relatif  
Bentuk grafik fungsi keanggotaan linier turun, segitiga dan linier naik untuk variabel kelembaban relatif.



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Kelembaban Relatif

### 3. Derajat Keanggotaan

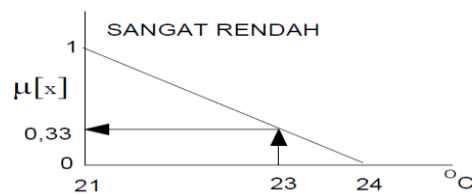
Dengan perhitungan fungsi keanggotaan diatas maka bisa didapatkan derajat keanggotaannya.

#### a) Derajat Keanggotaan Suhu

Derajat Keanggotaan Suhu Himpunan Sangat Rendah. Fungsi keanggotaan untuk himpunan sangat rendah pada variabel suhu.

Misal derajat keanggotaan untuk suhu = 23 °C,  $a=21$ ,  $b=24$ ,  $c=23$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{sangat rendah}}^{[23]} &= (b - x) / (b - a) \\ &= (24 - 23) / (24 - 21) \\ &= 1/3 \\ &= 0.33\end{aligned}$$



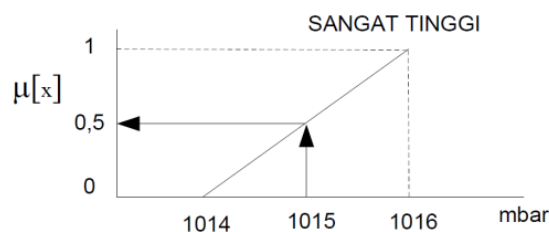
Gambar 5. Derajat Keanggotaan Suhu

#### b) Derajat Keanggotaan untuk Tekanan Udara

Derajat Keanggotaan Suhu Himpunan Sangat Rendah. Fungsi keanggotaan untuk himpunan sangat rendah pada variabel Tekanan Udara.

Misal derajat keanggotaan untuk tekanan udara = 1015 mbar,  $a = 1014$ ,  $b = 1016$ ,  $x = 1015$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{sangat tinggi}}^{[1015]} &= (x - a) / (b - a) \\ &= (1015 - 1014) / (1016 - 1014) \\ &= (1) / (2) \\ &= 0.5\end{aligned}$$



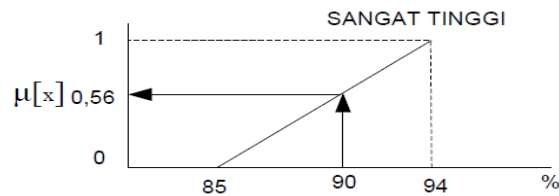
Gambar 6. Derajat Keanggotaan untuk Tekanan Udara

#### c) Derajat Keanggotaan untuk Kelembaban Relatif

Derajat Keanggotaan Suhu Himpunan Sangat Tinggi. Fungsi keanggotaan untuk himpunan sangat tinggi pada variabel Kelembaban Relatif.

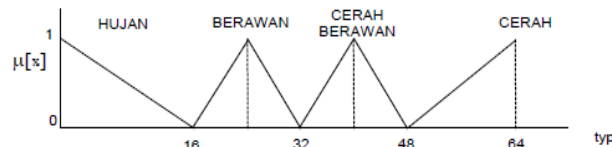
Misal derajat keanggotaan untuk tekanan udara = 90%,  $a = 85$ ,  $b = 94$ ,  $x = 90$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{sangat tinggi}}^{[90]} &= (x - a) / (b - a) \\ &= (90 - 85) / (94 - 85) \\ &= 5 / 9 \\ &= 0.56\end{aligned}$$



Gambar 7. Derajat Keanggotaan untuk Kelembaban Relatif

Output yang dihasilkan yaitu empat alternatif keadaan cuaca. Himpunan *fuzzy* dalam peramalan cuaca adalah hujan, berawan, cerah berawan, dan cerah.



Gambar 9. Output Hasil

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil dan pembahasan masing-masing implementasi metode *Fuzzy Logic* Sugeno dan Mamdani mengacu pada beberapa hasil penelitian sebelumnya [5].

Tabel 1. Parameter Hasil

Parameter Pengukuran/ (Variabel)	
<i>Fuzzy Mamdani</i>	<i>Fuzzy Sugeno</i>
1. Suhu.	1. Kelembaban Udara.
2. Kelembaban relatif.	2. Tekanan Udara.
3. Kecepatan angin.	3. Suhu Udara
4. Tekanan udara.	
5. Lama penyinaran matahari.	
6. Total lapisan awan.	
Tools	
1. <i>Power Designer</i> 6.32.	1. Software Matlab 6.1.
2. Microsoft Access.	
3. <i>Borland Delphi</i> 7.	
4. Software Matlab 6.1.	
5. Microsoft Visual Basic 6.0	
6. Ms. Excel.	
Implementasi	
1. Hasil implementasi yang ditampilkan lebih kompleks yaitu berupa prediksi cuaca berupa suhu rata-rata, kelembaban rata-rata dan kondisi keadaan cuaca yakni cerah, hujan ringan, hujan sedang dan hujan lebat.	1. Implementasi <i>Fuzzy Logic</i> dengan menggunakan metode Sugeno sangat baik digunakan dalam peramalan karena <b>tingkat keakuratan di atas 60%</b> .
2. Data yang digunakan merupakan data yang <i>real</i> sehingga kemungkinan terjadinya kerancuan.	
3. Implementasi <i>Fuzzy Mamdani</i> yang optimal dihasilkan dari ukuran yang dievaluasi sebanyak 10.000 dengan <b>akurasi pelatihan 70% dan akurasi pengujian di atas 70%</b> .	
Keunggulan	Keunggulan
1. Informasi yang dihasilkan disajikan dalam bentuk 2 hasil yaitu hasil berdasarkan prediksi cuaca dan hasil berdasarkan aktual cuaca, sehingga informasi atau hasil yang didapatkan memiliki ketepatan yang tinggi.	1. Perhitungan lebih cepat karena tidak terlalu banyak menggunakan banyak variabel.
	2. Menghasilkan akurasi peramalan cuaca di atas 60%.

2. Hasil informasi yang ditampilkan lebih kompleks yaitu berupa prediksi cuaca berupa suhu rata-rata, kelembaban rata-rata dan kondisi keadaan cuaca yakni cerah, hujan ringan, hujan sedang dan hujan lebat.
3. Data yang digunakan merupakan data yang *real* sehingga kemungkinan terjadinya kerancuan data lebih kecil.
4. Tingkat akurasi prakiraan cuaca dengan menggunakan integrasi metode *Fuzzy Mamdani* meningkat dari menjadi 83- 86 %.

Kekurangan	Kekurangan
Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> menggunakan perhitungan yang lebih rumit, hal ini dikarenakan banyaknya variabel yang digunakan dalam pengambilan keputusan.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hasil informasi yang dihasilkan hanya berdasarkan prediksi atau ramalan saja, bukan berdasarkan data <i>real</i> sebelumnya yang ada dilapangan.</li> <li>2. Hanya menggunakan sedikit variabel, sehingga hasil prediksi cuaca hanya sebatas cerah, hujan, dan berawan saja.</li> </ol>

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa implementasi prakiraan cuaca dengan metode *Fuzzy Logic Mamdani* menghasilkan hasil prediksi prakiraan cuaca dengan tingkat keakuratan yang baik, hal ini karena dalam implementasinya metode Mamdani menyajikan 2 model prakiraan yaitu model berdasarkan prakiraan atau peramalan dan model berdasarkan aktualita kondisi di lapangan. Selain itu variabel yang digunakan pada metode *Fuzzy Logic Mamdani* lebih kompleks, dibandingkan dengan metode *Fuzzy Sugeno*. Tetapi dalam pemaparannya metode *Fuzzy Mamdani* menggunakan perhitungan yang lebih rumit, hal ini disebabkan banyaknya variabel yang digunakan dalam pengambilan keputusan. Tetapi berdasarkan hal tersebut dengan implementasi menggunakan metode *Fuzzy Mamdani* tingkat akurasi prakiraan cuaca meningkat 13-16%.

## 6. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Hapsari, D.P. dan Karimah, N., 2012. Sistem pendukung keputusan peramalan cuaca dengan menggunakan logika fuzzy mamdani. *Jurnal IPTEK*, 16(1), pp. 33-39.
- [2] Harmoko, I.W. dan Nazori, A.Z., 2012. Prototipe model prediksi peluang kejadian hujan menggunakan metode fuzzy logic tipe mamdani dan sugeno. *Jurnal TICOM*, 1(1), no. 1, pp. 59-69.
- [3] Khambali, M., Rohayah, S., dan Somantri, O., 2017. Pembangunan aplikasi pengolahan data unsur cuaca pada stasiun meteorologi kota tegal berbasis model waterfall. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 2(1), pp. 37-41.
- [4] Simorangkir, L. dan Nur, M., 2013. Aplikasi pendukung keputusan dengan logika fuzzy (study kasus: prakiraan cuaca di BMKG Jambi. *Jurnal Informatika*, 7(2), pp. 764-774.
- [5] Zakir, A., "Analisis dan pengembangan sistem metode prakiraan cuaca di bidang informasi meteorologi," M.S. thesis, Dept. of Information System, Universitas Gunadarma, Jakarta, 2012.
- [6] Puspita, E.S. dan Yulianti, L., 2016. Perancangan sistem peramalan cuaca berbasis logika fuzzy. *Jurnal Media Infotama*, 12(1), pp. 1-10.