

Prediksi Tingkat Curah Hujan di Kota Pekanbaru menggunakan Logika Fuzzy Mamdani

Zukri Julisman

Jurusan Teknik Informatika STMIK-AMIK Riau
zukri_julisman@yahoo.com

Erlin

Jurusan Teknik Informatika STMIK-AMIK Riau
erlin@stmik-amik-riau.ac.id

Abstrak

Curah hujan merupakan unsur iklim yang menarik untuk diteliti, karena tidak mempunyai pola yang sama di wilayah Indonesia khususnya Pekanbaru. Stasiun Meteorologi (Stamet) Pekanbaru menggunakan metode dinamik maupun statistik, belum mampu untuk memprediksi tingkat curah hujan dengan akurasi yang lebih baik di Pekanbaru. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini adalah logika fuzzy mamdani. Logika fuzzy mamdani memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Implementasi untuk prediksi tingkat curah hujan ini menggunakan Matlab dengan memanfaatkan Fuzzy Logic Matlab Toolbox yang telah disediakan. Dalam memprediksi tingkat curah hujan ini menggunakan 4 (empat) variabel input yaitu suhu, tekanan, kecepatan angin dan kelembaban relatif, serta 1 (satu) variabel output yaitu curah hujan. Untuk prediksi tingkat curah hujan di bulan Mei 2014 menghasilkan prediksi curah hujan 135.4386 mm³ dengan tingkat curah hujan terkategori SEDANG.

Kata Kunci : prediksi, curah hujan, fuzzy mamdani, matlab

1. Pendahuluan

Unsur iklim yang menarik untuk diteliti dan dikaji di Indonesia adalah tingkat curah hujan, karena tingkat curah hujan di wilayah Indonesia tidak mempunyai pola yang sama khususnya di Pekanbaru. Beberapa penelitian juga menunjukkan tingkat curah hujan sangat mempengaruhi berbagai aspek kehidupan baik pedesaan maupun di perkotaan. Di kota Pekanbaru, tingkat curah hujan mempengaruhi beberapa kegiatan seperti penerbangan, pelayaran, dan masa pola tanam, serta efek pemanasan global yang sangat mempengaruhi cuaca di Indonesia khususnya Pekanbaru yang mengakibatkan terjadinya perubahan dan penyimbangan cuaca yang tidak dapat dihindari dan sulit untuk diprediksi. Hujan yang turun sangat lama dapat mengakibatkan banjir dan musim kemarau

yang panjang yang mengakibatkan kekeringan serta kerugian jiwa dan materi. Informasi tentang curah hujan di kota Pekanbaru telah menjadi kebutuhan dan menuntut informasi yang cepat, lengkap dan akurat.

Stasiun Meteorologi (Stamet) Pekanbaru merupakan bagian dari BMKG. BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) merupakan lembaga pemerintah yang bertugas untuk memberikan informasi mengenai cuaca dan tingkat curah hujan. Stasiun Meteorologi (Stamet) Pekanbaru memprediksi cuaca dan tingkat curah hujan menggunakan metode dinamik maupun metode statistik.

Metode dinamik lebih menfokuskan pada prediksi berdasarkan proses fisis yang terjadi di atmosfer dengan memodelkannya dan men-downscaling hingga resolusi tinggi. Teknik ini cukup menggambarkan kondisi sebenarnya di atmosfer, akan tetapi diperlukan sumber daya yang sangat besar karena model yang dijalankan memerlukan superkomputer yang mahal. Sedangkan model statistik dilakukan dengan menggunakan prosedur dan pendekatan secara statistik tetapi belum memberikan akurasi yang lebih baik. Salah satu metode yang dapat di gunakan untuk memprediksi tingkat curah hujan di kota pekanbaru adalah dengan menggunakan logika fuzzy.

Tujuan dari makalah ini adalah untuk mengimplemantasikan penggunaan logika fuzzy mamdani dalam memprediksi tingkat curah hujan di kota Pekanbaru yang dapat memberikan tingkat akurasi prediksi yang lebih baik.

2. Cuaca dan Iklim

Cuaca dan iklim merupakan dua kondisi yang hampir sama tetapi berbeda pengertian, khususnya terhadap kurun waktu. Cuaca merupakan bentuk awal yang dihubungkan dengan penafsiran dan pengertian akan kondisi fisik udara sesaat pada suatu lokasi dan suatu waktu, sedangkan iklim merupakan kondisi lanjutan dan merupakan kumpulan dari kondisi cuaca yang kemudian disusun dan dihitung dalam bentuk rata-rata kondisi cuaca dalam kurun waktu tertentu [1].

Menurut Rafi'i [2] Ilmu yang mempelajari tentang seluk beluk cuaca disebut *Meteorologi*. *Meteorologi* adalah ilmu pengetahuan yang mengkaji peristiwa-

peristiwa cuaca dalam jangka waktu dan ruang terbatas, sedangkan ilmu yang mempelajari tentang seluk beluk iklim disebut *Klimatologi*, yang artinya adalah ilmu pengetahuan yang juga mengkaji tentang gejala-gejala cuaca tetapi sifat-sifat dan gejala-gejala tersebut mempunyai sifat umum dalam jangka waktu dan daerah yang luas di atmosfer permukaan bumi. Trewartha dan Horn [3] mengatakan bahwa iklim merupakan suatu konsep yang abstrak, dimana iklim merupakan komposit dari keadaan cuaca hari ke hari dan elemen-elemen atmosfer di dalam suatu kawasan tertentu dalam jangka waktu yang panjang.

Menurut Winarso [1] ada beberapa unsur yang mempengaruhi keadaan cuaca dan iklim suatu daerah atau wilayah, yaitu:

a. Suhu

Suhu menunjukkan panas atau dinginnya udara yang diukur dengan thermometer dan dinyatakan dengan derajat (skala Celcius, Fahrenheit atau Reamur). Udara menjadi panas karena adanya radiasi matahari ke bumi. Suhu (temperature udara) dipengaruhi oleh sudut datang sinar matahari, lamanya penyinaran, keadaan awan, keadaan benda, angin dan arus, serta sifat permukaan bumi.

b. Tekanan

Tekanan udara ialah tekanan yang diberikan udara setiap satu satuan luas dalam bidang datar permukaan bumi sampai batas atmosfer. Tekanan udara dibatasi oleh ruang dan waktu, dalam waktu dan tempat yang berbeda tekanannya berbeda pula.

c. Angin

Angin merupakan gerakan udara secara horizontal yang disebabkan perbedaan tekanan udara di suatu tempat dan tempat yang lain. Menurut Hukum Buys Ballot menyatakan bahwa angin adalah udara yang bergerak dari daerah yang bertekanan maksimum ke daerah bertekanan minimum.

d. Kelembaban Udara

Kelembaban Udara Adalah banyaknya kandungan uap air di atmosfer.

e. Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu.

3. Fuzzy Inference System

Inferensi Fuzzy merupakan proses dalam memformulasikan pemetaan dari input yang diberikan ke dalam *output* menggunakan logika *fuzzy* [4,5,6]. Ada tiga metode yang digunakan dalam inferensi fuzzy, yaitu metode Tsumoto, metode Mamdani dan metode Takagi-Sugeno [4]. Penelitian ini menggunakan metode Mamdani. Metode Mamdani sering dikenal sebagai Metode Max-Min. Metode ini diperkenalkan oleh Ibrahim Mamdani pada tahun 1975 [7]. Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 tahapan:

- (i). Pembentukan Himpunan Fuzzy
Pada Metode Mamdani, baik *variable input* maupun *variable output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
- (ii). Aplikasi Fungsi Aplikasi
Pada metode Mamdani, fungsi aplikasi yang digunakan adalah Min.
- (iii). Komposisi Aturan
Penelitian ini menggunakan metode MAX untuk melakukan komposisi antar aturan. Secara umum dirumuskan :

$$\mu_{sf}(xi) = \max(\mu_{sf}(xi), \mu_{kf}(xi))$$

- (iv). 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, sehingga jika diberikan suatu himpunan fuzzy dalam *range* tertentu, maka harus diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai *output*. Penelitian ini akan menggunakan metode centroid (*compisite moment*). Solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*). Secara umum dirumuskan :

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz}$$

4. Metode

Untuk menguji keefektifan metode Mamdani dalam memprediksi tingkat curah hujan dikota Pekanbaru, sejumlah data dari Stamet Pekanbaru akan diujicoba menggunakan *Toolbox Matlab* [8].

4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data rata-rata suhu, rata-rata tekanan, rata-rata kecepatan angin, rata-rata kelembaban relatif, dan jumlah curah hujan kurun waktu antara bulan Januari 2013 sampai dengan bulan Desember 2013. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 1 dibawah.

Tabel 1. Data jumlah curah hujan dari bulan Januari 2013 - Desember 2013 (sumber : Stasiun Meteorologi Pekanbaru)

Bulan	Suhu (°C)	Tekanan (mbar)	Kecepatan Angin (knot)	Kelembaban Relatif (%)	Curah Hujan (mm ³)
Januari	27,4	1009,7	6	78	110,9
Februari	26,7	1008,6	6	82	335,0
Maret	27,8	1009,4	5	80	339,0
April	28,1	1008,1	5	77,8	172,1
Mei	28,3	1008,4	5	78,9	129,2
Juni	28,2	1007,1	6	72	56,0
Juli	27,3	1008,4	6	78	133,9
Agustus	27,2	1009,2	6	77	186,2
September	26,8	1009,7	6	79,3	150,5
Oktober	26,6	1011,4	6	82	469,7
November	26,5	1008,7	5	82,9	380,9
Desember	26,3	1009,1	6	84	614,0

4.2. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Ada 4 variabel *input* yang di modelkan:

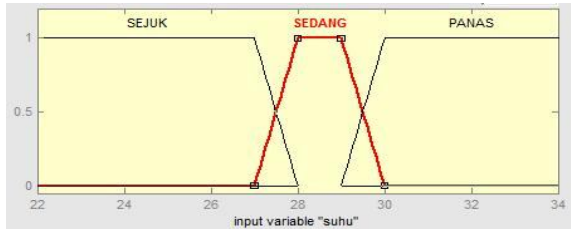
- Suhu terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu : SEJUK, SEDANG, dan PANAS
 - Tekanan terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu : RENDAH, SEDANG, dan TINGGI.
 - Kecepatan angin terdiri dari 4 himpunan fuzzy, yaitu : LAMBAT, SEDANG, dan KENCANG.
 - Kelembaban relatif terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu : BASAH, AGAK KERING dan KERING
- Sedangkan variabel *output* berupa curah hujan terdiri dari 4 (empat) himpunan fuzzy, yaitu: RENDAH, SEDANG, TINGGI, dan SANGAT TINGGI.

Tabel 2. Himpunan fuzzy

Fungsi	Nama Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Semesta Pembicaraan	Domain	Ket
Input	Suhu	Sejuk	[22- 34]	[22-28]	(°C)
		Sedang		[27-30]	
		Panas		[29-34]	
	Tekanan	Rendah	[998 – 1014]	[998-1007]	(mbar)
		Sedang		[1006-1009]	
		Tinggi		[1008-1014]	
	Kecepatan Angin	Lambat	[0-12]	[0-5]	(knot)
		Sedang		[4-9]	
		Kencang		[8-12]	
	Kelembaban Relatif	Kering	[0-100]	[0-70]	(%)
		Agak kering		[65-80]	
		Basah		[75-100]	
Output	Curah Hujan	Rendah	[0-500]	[0-105]	(mm ³)
		Sedang		[95-305]	
		Tinggi		[295-405]	
		Sangat tinggi		[395-500]	

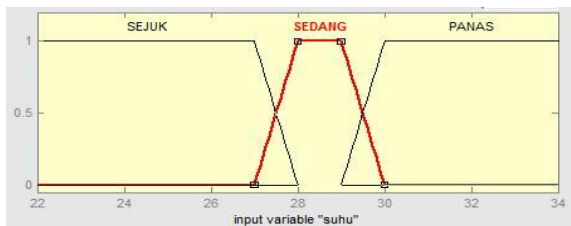
Berdasarkan dari tabel 2 direpresentasikan kedalam fungsi derajat keanggotaan sebagai berikut:

a. Variabel Suhu



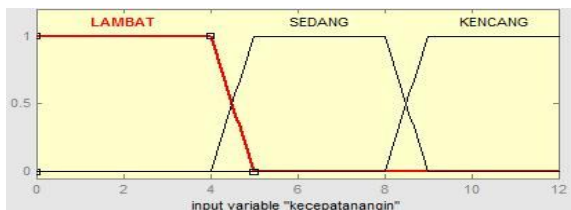
Gambar 1. Variabel suhu

b. Variabel Tekanan



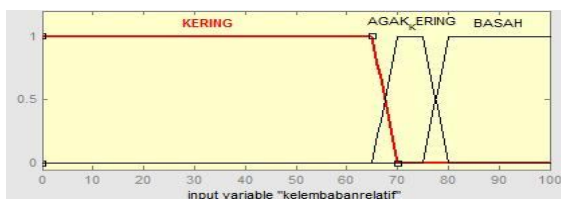
Gambar 2. Variabel tekanan

c. Variabel Kecepatan Angin



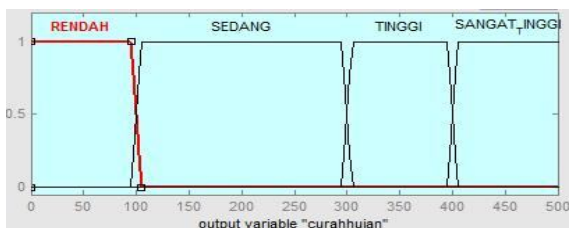
Gambar 3. Variabel kecepatan angin

d. Variabel Kelembaban Relatif



Gambar 4. Variabel kelembaban relatif

e. Variabel Curah Hujan



Gambar 5. Variabel curah hujan

4.3 Pengolahan Data dengan Fuzzy Inference System (FIS) Mamdani

a. Pembentukan Himpunan Fuzzy

$$\text{suhu } \mu_{\text{SEDANG}} [28,3] = 1$$

$$\begin{aligned} \text{tekanan } \mu_{\text{SEDANG}} [1008,4] \\ &= -(x-d)/(d-c), c < x \leq d \\ &= -(1008,4 - 1009) / (1009 - 1008) = 0,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tekanan } \mu_{\text{TINGGI}} [1008,4] \\ &= (x-a)/(b-a), a < x < b \\ &= (1008,4 - 1008) / (1009 - 1008) = 0,4 \end{aligned}$$

$$\text{kecepatan angin } \mu_{\text{SEDANG}} [5] = 1$$

$$\begin{aligned} \text{kelembaban relatif } \mu_{\text{AGAK KERING}} [78,9] \\ &= -(x-d)/(d-c), c < x \leq d \\ &= -(78,9 - 80) / (80 - 75) = 0,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kelembaban relatif } \mu_{\text{BASAH}} [78,9] \\ &= (x-a)/(b-a), a < x < b \\ &= (78,9 - 75) / (80 - 75) = 0,78 \end{aligned}$$

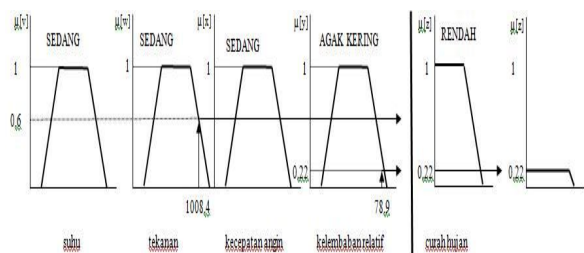
b. Aplikasi Fungsi Implikasi

Setelah pembentukan himpunan fuzzy, maka dilakukan pembentukan aturan logika fuzzy. Karena menggunakan Metode Mamdani, maka fungsi keanggotaan yang digunakan adalah fungsi MIN dengan menggunakan 81 (delapan puluh satu) aturan yang berisi kombinasi dari semua variabel input.

Dari data input kita memperoleh 4 (empat) aturan fuzzy (dari 81 aturan yang diaplikasikan) sebagai berikut :

[R41] *if* suhu is SEDANG *and* tekanan is SEDANG *and* kecepatan angin is SEDANG *and* kelembaban relatif is AGAK KERING *then* curah hujan is RENDAH

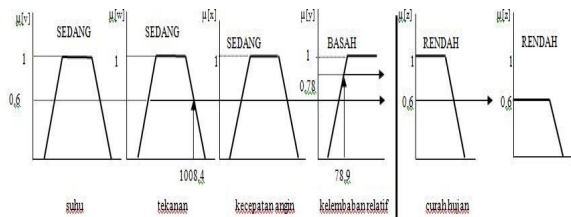
[R41] *if* suhu is SEDANG (1) *and* tekanan is SEDANG (0,6) *and* kecepatan angin is SEDANG (1) *and* kelembaban relatif is AGAK KERING (0,22) *then* curah hujan is RENDAH (0,22)



Gambar 6. Aplikasi fungsi implikasi untuk R41

[R44] *if* suhu is SEDANG *and* tekanan is SEDANG *and* kecepatan angin is SEDANG *and* kelembaban relatif is BASAH *then* curah hujan is RENDAH

[R44] *if* suhu is SEDANG (1) *and* tekanan is SEDANG (0,6) *and* kecepatan angin is SEDANG (1) *and* kelembaban relatif is BASAH (0,78) *then* curah hujan is RENDAH (0,6)



Gambar 7. Aplikasi fungsi implikasi untuk R44

[R50] *if* suhu is SEDANG *and* tekanan is TINGGI *and* kecepatan angin is SEDANG *and* kelembaban relatif is AGAK KERING *then* curah hujan is RENDAH

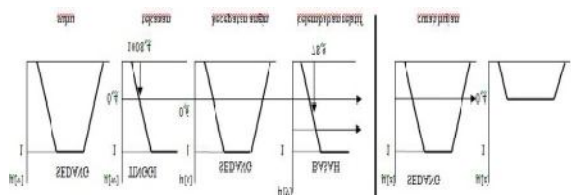
[R50] *if* suhu is SEDANG (1) *and* tekanan is TINGGI (0,4) *and* kecepatan angin is SEDANG (1) *and* kelembaban relatif is AGAK KERING (0,22) *then* curah hujan is RENDAH (0,22)



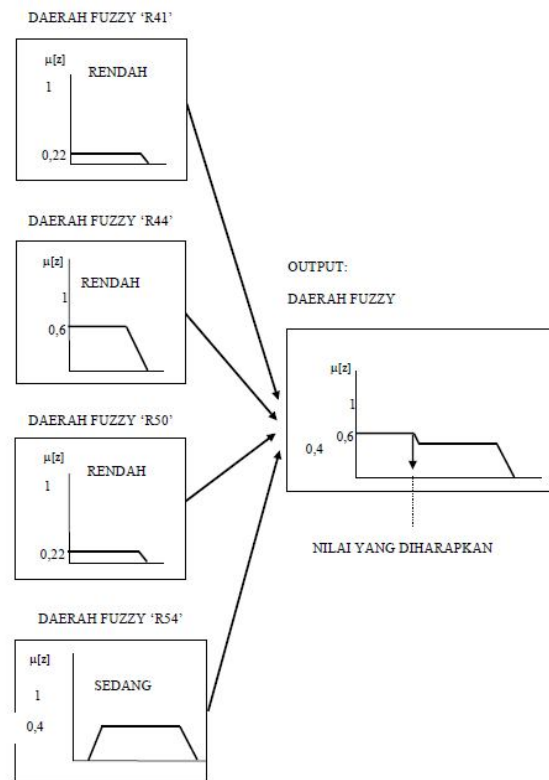
Gambar 8. Aplikasi fungsi implikasi untuk R50

[R50] *if* suhu is SEDANG *and* tekanan is TINGGI *and* kecepatan angin is SEDANG *and* kelembaban relatif is BASAH *then* curah hujan is SEDANG

[R53] *if* suhu is SEDANG (1) *and* tekanan is TINGGI (0,4) *and* kecepatan angin is SEDANG (1) *and* kelembaban relatif is BASAH (0,78) *then* curah hujan is SEDANG (0,4)

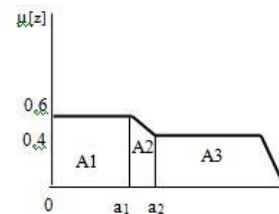


Gambar 9. Aplikasi fungsi implikasi untuk R53



Gambar 10. Proses defuzzifikasi

c. Komposisi Aturan



Gambar 11. Daerah hasil komposisi

$$\mu[z] = \begin{cases} 0,6 & z \leq 95 \\ \frac{z - 95}{105} & 95 \leq z \leq 105 \\ 0,4 & z \geq 295 \end{cases}$$

d. Penegasan (Defuzzifikasi)

Untuk penegasan (defuzzifikasi) menggunakan metoda centroid.

$$M1 = \int_0^{95} (0,6)z \, dz = 2707,5$$

$$M2 = \int_{95}^{105} (z - 95/105)z \, dz = 783,026$$

$$M3 = \int_{105}^{92955} (0,4)z \, dz = 15200$$

Luas setiap daerah :

$$A1 = 95 * 0,6 = 57$$

$$A2 = (0,4 + 0,6) * (105 - 95) / 2 = 5$$

$$A3 = (295 - 105) * 0,4 = 76$$

Titik pusat :

$$z = (18690,526) / 138 = 135.4348 \text{ mm}^3$$

5. Hasil dan Implementasi

5.1 Implementasi Prediksi

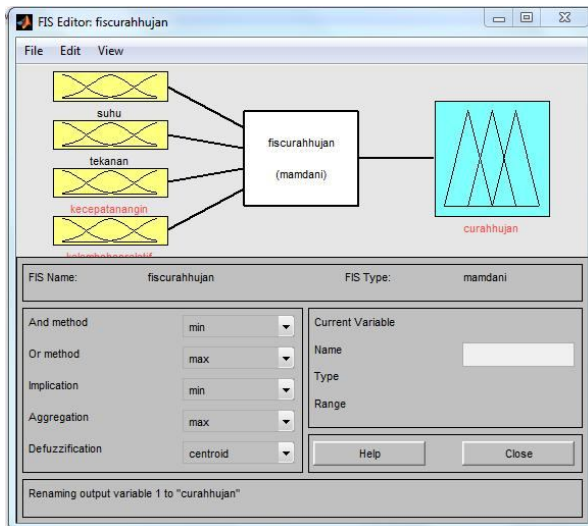
Implementasi prediksi menggunakan *Matlab R2013a* dengan memanfaatkan *Fuzzy Logic Matlab Toolbox* yang terdiri dari 5 GUI tools:

- i. *Fuzzy Inference System (FIS Editor).*
- ii. *Membership Function Editor.*
- iii. *Rule Editor.*
- iv. *Rule Viewer.*
- v. *Surface Viewer.*

Sedangkan untuk pembuatan aplikasi menggunakan *Grafik User Interface (GUI)* karena lebih mudah digunakan dibandingkan dengan dengan program yang berbasis *console*.

A. Fuzzy Logic Matlab Toolbox

A.1. Fuzzy Inference System Editor (FIS Editor)

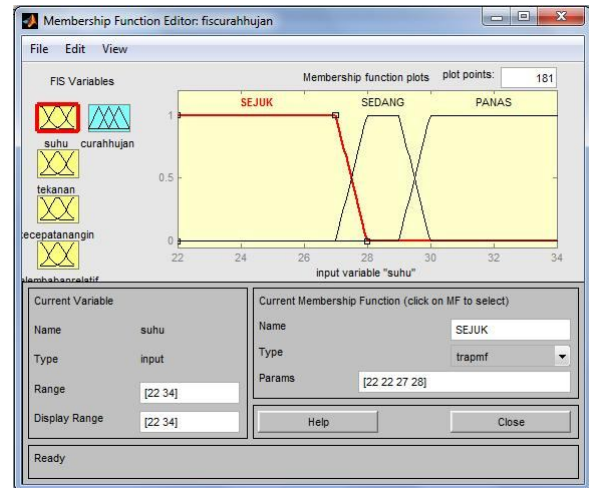


Gambar 12. Fuzzy Inference System Editor (FIS Editor)

Gambar 12 menampilkan variabel *input*, variabel *output*, dan metode yang digunakan dalam prediksi ini (mandani). Dan menjelaskan operator yang digunakan adalah operator *And (min)*, fungsi aplikasi implikasi

(*Implication*) yang digunakan *min*, komposisi aturan (*Aggregation*) yang digunakan *max* dan Defuzzifikasi menggunakan metode *centroid*.

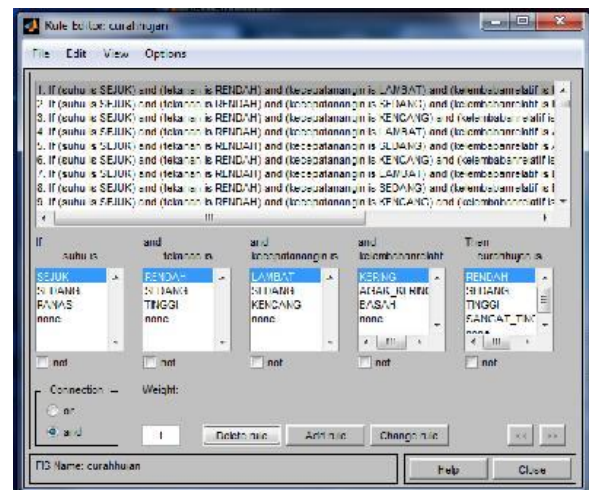
A.2. Membership Function Editor



Gambar 13. Membership Function Editor

Gambar 13 menampilkan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy dari tiap - tiap variabel *input* (suhu, tekanan, kecepatan angin dan kelembaban relatif), variabel *output* (curah hujan), range (semesta pembicaraan) yang digunakan untuk masing-masing variabel *input* dan *output*, dan domain dari masing – masing himpunan fuzzy serta kurva yang digunakan adalah kurva trapesium (*trapmf*).

A.3. Rule Editor

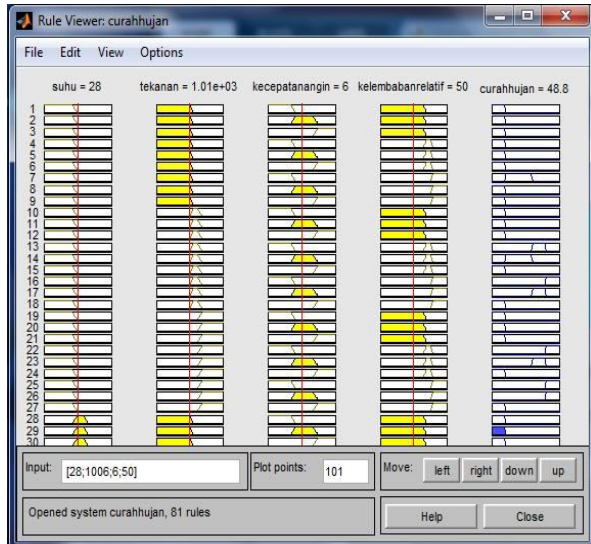


Gambar 14. Rule Editor

Gambar 14 menampilkan cara untuk menentukan atau mengedit rule yang digunakan dalam memprediksi berdasarkan himpunan fuzzy dari tiap – tiap variabel

input (suhu, tekanan, kecepatan angin, kelembaban relatif) dan variable output (curah hujan) dengan menggunakan *Connection and*.

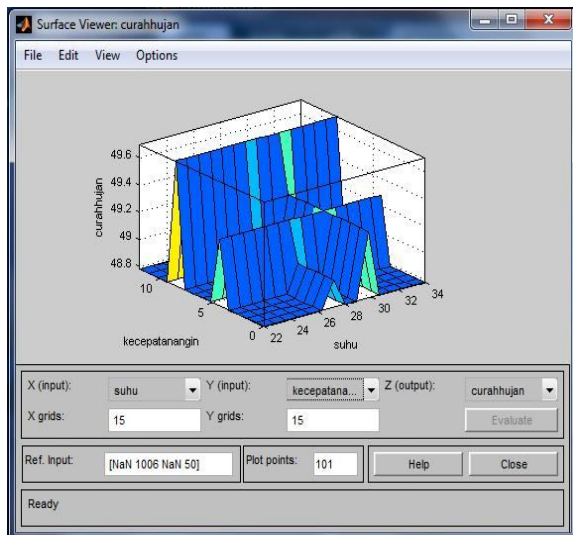
A.4. Rule Viewer



Gambar 15. Rule Viewer

Gambar 15 menampilkan hasil dari rule yang telah dimasukkan pada *rule editor*. Berdasarkan suhu, tekanan, kecepatan angin, kelembaban relatif dan curah hujan.

A.5. Surface Viewer

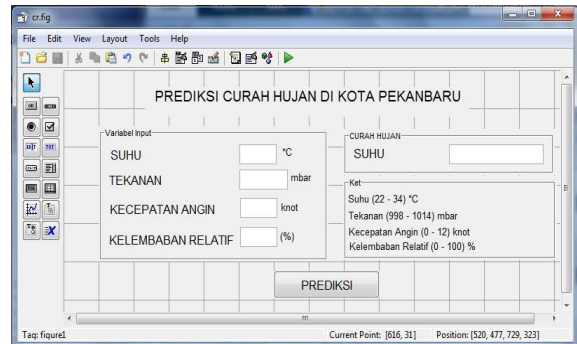


Gambar 16. Surface Viewer

Gambar 16 menampilkan hasil dari rule yang telah dimasukkan dalam bentuk gambar pemetaan antara variabel *input* dan variable-variabel *output*.

B. Graphic User Interface Matlab

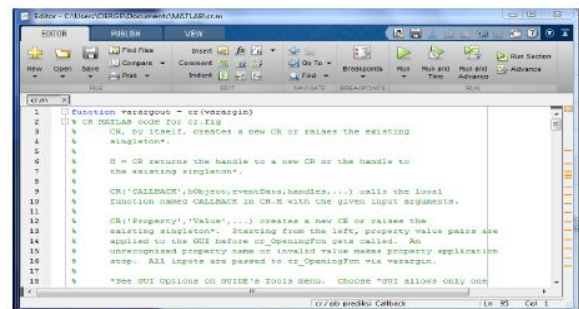
B.1. GUI



Gambar 17. Tampilan GUI (.fig)

Gambar 17 menampilkan cara yang digunakan untuk pembuatan desain program dalam yang ber*extensi figure(.fig)*. Terdiri dari variabel *input* (suhu, tekanan, kecepatan angin, dan kelembaban relatif) dan variabel *output* (curah hujan)

B.2. M-File Editor



Gambar 18. M-File Editor (.m)

Gambar 18 *M-File Editor* merupakan visualisasi pada Matlab yang berupa GUI dan sangat berperan dalam komputasi adalah *script* M-file serta dapat disisipkan *script* yang dibuat sendiri untuk membantu proses komputasi.

B.3 Tampilan Program



Gambar 19. Tampilan Program saat dijalankan

6. Kesimpulan

Logika fuzzy metode mamdani dapat digunakan untuk memprediksi tingkat curah hujan di kota Pekanbaru dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi cuaca antara lain suhu, tekanan, kecepatan angin, kelembaban relatif dan curah hujan. Logika fuzzy untuk prediksi dengan nilai input yang tidak pasti mampu menghasilkan output *crisp*, karena logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.

Referensi

- [1] Winarso, P. A., 2003, *Pengelolaan Bencana Cuaca dan Iklim untuk Masa Mendatang*. KLH, Indonesia.
- [2] Rafi'i, S., 1995, *Meteorologi dan Klimatologi*, Angkasa, Bandung.
- [3] Trewartha, G. T dan Horn, L. H., 1995, *Pengantar Iklim*. UGM Press, Yogyakarta.
- [4] Kusumadewi, S., 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [5] Kusumadewi, S., dan Purnomo, H., 2010, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [6] Navianti, Dynes R. U., I Gusti N. R., Widjajati, dan Farida A., 2012, *Penerapan Fuzzy Inference System pada Prediksi Curah Hujan di Surabaya Utara*. Diakses Maret 2014.
http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/1005
- [7] Harmoko, Iis W., dan Nasori, A. Z., 2012, *Prototipe Model Prediksi Peluang Kejadian Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Tipe Mamdani dan Sugeno*. Diakses Maret 2014.
<http://jurnal.aptikom3.or.id/index.php/ticom/article/view/>
- [8] Away, G. A., 2010, *The Shortcut of MATLAB*
- [9] http://www.bmkg.go.id/Puslitbang/filePDF/Dokumen_72_Volume_11_Nomor_1_Juli_2010_Aplikasi_ROC_untuk_Uji_Kehandalan_Model_HyBMG.pdf, Maret, 2014