

## ANALISIS PERBANDINGAN LOGIKA FUZZY DENGAN REGRESI BERGANDA SEBAGAI ALAT PERAMALAN

SUPRIYONO

Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN  
Jl. Babarsari Kotak Pos 6101/YKBB Yogyakarta.  
Email : masprie\_sttn@yahoo.com

### Abstrak

**ANALISIS PERBANDINGAN LOGIKA FUZZY DENGAN REGRESI BERGANDA SEBAGAI ALAT PERAMALAN.** Telah dilakukan kajian tentang teknik peramalan dengan menggunakan logika fuzzy dan analisis regresi. Dalam kajian ini dimisalkan variabel bebasnya adalah  $\{X1x1, x1_1, x1_2, x1_3, \dots, x1_n\}$  dan  $\{X2x2_1, x2_2, x2_3, \dots, x2_n\}$  serta variabel tak bebasnya adalah  $\{Y/y2_1, y2_2, y2_3, \dots, y2_n\}$ . Variabel bebas  $X1$  diasumsikan dengan fungsi keanggotaan Rendah, Standar dan Tinggi sedangkan variabel bebas  $X2$  diasumsikan dengan fungsi keanggotaan Kecil, Rata-rata dan Besar. Untuk variabel tak bebas  $Y$  diasumsikan fungsi keanggotaan adalah Minimum, Normal dan Maksimum. Aturan fuzzy yang digunakan ada 9 aturan. Dalam logika fuzzy ini, penalaran yang digunakan adalah penalaran fuzzy metode Mamdani. Sedangkan peramalan dengan metode statistik yang digunakan adalah regresi berganda. Hasil kajian menunjukkan bahwa jika data-data input dan output sudah tetap maka untuk melakukan peramalan, lebih baik menggunakan analisis regresi.

Kata kunci : Analisis perbandingan, Logika Fuzzy, Regresi berganda, Peramalan.

### Abstract

**THE COMPARISON ANALYSIS OF FUZZY LOGIC AND MULTIPLE REGRESSIONS AS FORECAST TOOLS.** The study of forecast technique using fuzzy logic and regression analysis has been done. In this study, independent variable  $\{X1x1, x1_1, x1_2, x1_3, \dots, x1_n\}$  and  $\{X2x2_1, x2_2, x2_3, \dots, x2_n\}$  also dependent variable  $\{Y/y2_1, y2_2, y2_3, \dots, y2_n\}$  are taking in example. Independent variable  $X1$  assumed by membership function : low, standard and high. For Independent variable  $X2$  assumed by membership function : small, average and big. In dependent variable  $Y$  assumed by membership function: minimum, Normal and Maximum. In this study, fuzzy rules using 9 rules. In this fuzzy logic, the reasoning using Mamdani method. In the forecasting by statistical method using multiple regression. The conclusion of study showed if input and output data are fixed then for making forecasting, regression analysis more excellent.

Keywords : Comparison analysis, fuzzy logic, multiple regression, forecast.

### PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan teknologi informasi sudah sedemikian pesat. Perkembangan yang pesat tidak hanya teknologi perangkat keras dan perangkat lunak saja, tetapi metode komputasi juga ikut berkembang. Salah satu metode komputasi yang cukup berkembang saat ini adalah sistem cerdas. Dalam teknologi informasi, sistem

cerdas dapat juga digunakan untuk melakukan peramalan. Salah satu metode dalam sistem cerdas yang dapat digunakan untuk melakukan peramalan adalah menggunakan logika fuzzy.

Selama ini, metode peramalan secara konvensional yang digunakan adalah analisis regresi berganda. Oleh karena itu, dicoba untuk dibandingkan kinerja metode konvensionil dalam hal ini analisis regresi berganda dengan metode dengan sistem cerdas, dalam hal ini adalah logika fuzzy. Dengan dapat

dianalisisnya kinerja kedua sistem peramalan tersebut, maka user dapat memilih metode yang mana yang sebaiknya digunakan jika melakukan suatu proses peramalan.

Dalam kajian ini dimisalkan variabel bebasnya adalah  $\{X1|x_1, x_1, x_1, x_1, \dots, x_n\}$  dan  $\{X2|x_2, x_2, x_2, \dots, x_n\}$  serta variabel tak bebasnya adalah  $\{Y|y_1, y_2, y_3, \dots, y_n\}$ . Variabel bebas  $X1$  diasumsikan dengan fungsi keanggotaan Rendah, Standar dan Tinggi sedangkan variabel bebas  $X2$  diasumsikan dengan fungsi keanggotaan Kecil, Rata-rata dan Besar. Untuk variabel tak bebas  $Y$  diasumsikan fungsi keanggotaan adalah Minimum, Normal dan Maksimum. Aturan fuzzy yang digunakan ada 9 aturan. Dalam logika fuzzy ini, penalaran yang digunakan adalah penalaran fuzzy metode Mamdani, sedangkan peramalan dengan metode statistik yang digunakan adalah regresi berganda.

Untuk membangun sistem ini digunakan sistem operasi Windows XP, dan untuk kakas pemrograman membangun perangkat lunak ini adalah Matlab versi 6.5 untuk program fuzzy dan Minitab 13.5 untuk regresi berganda. Sedangkan perangkat keras yang digunakan adalah satu unit komputer dengan spesifikasi minimum Processor Pentium IV, RAM 6128 MB dan Hard Disk 500 MB.

Pada kajian ini, data-data yang digunakan adalah data pemisalan. Walaupun demikian data-data tersebut cukup representatif jika digunakan dalam logika fuzzy maupun jika digunakan dalam regresi berganda. Hasil kajian menunjukkan bahwa masing-masing metode peramalan tersebut mempunyai kekurangan dan kelebihan. Dengan dapat diketahuinya kekurangan dan kelebihan masing-masing metode tersebut, dipandang dari kacamata iptek dapat menambah kontribusi keilmuan dalam bidang kecerdasan buatan dan dalam bidang statistik.

## DASAR TEORI

### Logika Fuzzy

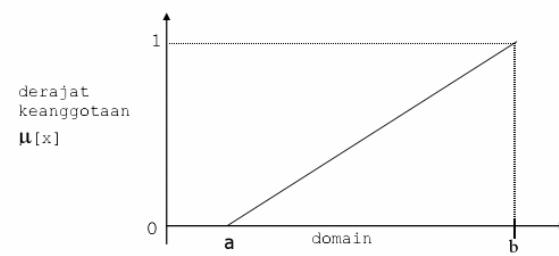
Pada saat ini, logika fuzzy sudah banyak diterapkan di pelbagai bidang, baik di dunia industri maupun penelitian. Bahkan pada dasawarsa terakhir ini aplikasi logika fuzzy ini semakin menjamur seiring dengan perkembangnya teknologi komputasi yang luar

biasa pesatnya. Dengan pesatnya perkembangan logika fuzzy ini dicoba untuk dianalisis kelebihan dan kekurangannya.

Dengan menggunakan teori himpunan fuzzy, logika bahasa dapat diwakili oleh sebuah daerah yang mempunyai jangkauan tertentu yang menunjukkan derajat keanggotaannya. Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 dan 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi [1]. Representasi fungsi yang digunakan, yaitu:

Representasi Kurva Linier.

Pada representasi linear, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan menjadi suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan fuzzy linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan [1] seperti yang terlihat pada Gambar 1

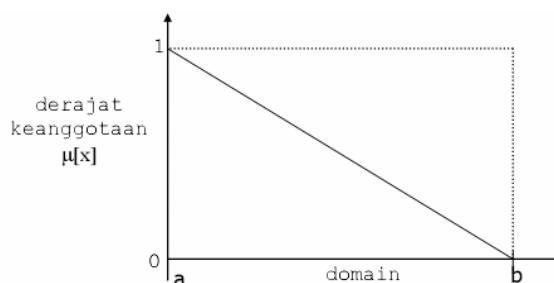


Gambar 1 Representasi Linier Naik

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \rightarrow x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & \rightarrow a \leq x \leq b \\ 1; & \rightarrow x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah seperti terlihat pada Gambar 2



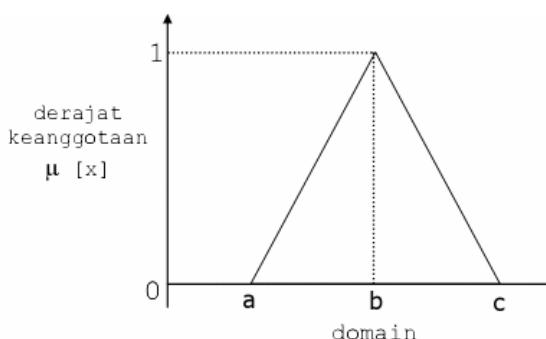
Gambar 2 Representasi Linear Turun

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} (b-x)/(b-a); & \rightarrow a \leq x \leq b \\ 0; & \rightarrow x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier) seperti terlihat pada Gambar 3



Gambar 3 Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & \rightarrow x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a); & \rightarrow a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b); & \rightarrow b \leq x \leq c \end{cases} \quad (3)$$

Dalam penelitian ini, aplikasi operator fuzzy diasumsikan ada 9 buah aturan fuzzy, yaitu :

1. Jika  $X_1$  masuk rendah dan  $X_2$  kecil maka  $Y$  minimum.
2. Jika  $X_1$  masuk rendah dan  $X_2$  rata-rata maka  $Z$  minimum.
3. Jika  $X_1$  masuk rendah dan  $X_2$  besar maka perlu  $Z$  normal.
4. Jika  $X_1$  masuk standar dan  $X_2$  kecil maka perlu  $Z$  minimum.
5. Jika  $X_1$  masuk standar dan  $X_2$  rata-rata maka perlu  $Z$  normal.
6. Jika  $X_1$  masuk standar dan  $X_2$  besar maka perlu  $Z$  maksimum.
7. Jika  $X_1$  masuk tinggi dan  $X_2$  kecil maka perlu  $Z$  normal
8. Jika  $X_1$  masuk tinggi dan  $X_2$  rata-rata maka perlu  $Z$  maksimum.
9. Jika  $X_1$  masuk tinggi dan  $X_2$  besar maka perlu  $Z$  yang maksimum.

Yang terakhir adalah *defuzzyifikasi* pada komposisi aturan Mamdani, yang dalam hal ini menggunakan Metode *Centroid*. Pada metode ini solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat ( $z^*$ ) daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan :

$$z^* = \frac{\int z \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz} \quad (\text{untuk variabel kontinu}) \quad (4)$$

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \quad (\text{untuk variabel diskret}) \quad (5)$$

### Regrasi Berganda

Regrasi berganda adalah regresi dengan dua atau lebih variabel  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  sebagai variabel bebas dan  $Y$  sebagai variabel tak bebas, sehingga merupakan perluasan dari regresi linier sederhana. Model probabilistik regresi berganda yang melibatkan  $(k-1)$  variabel  $X$  adalah sebagai berikut [dadan, 2004] :

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \dots + b_{k-1} x_{i(k-1)} + \epsilon_i \quad (6)$$

dengan :

$$b = (X' X)^{-1} X' Y$$

$$\underline{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdots \\ y_i \\ \cdots \\ y_k \end{bmatrix}, \quad \underline{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{k1} \\ x_{12} & x_{22} & & x_{k2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \\ x_{1i} & x_{2i} & & x_{ki} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \\ x_{1n} & x_{2n} & & x_{kn} \end{bmatrix}, \quad \underline{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdots \\ b_i \\ \cdots \\ b_k \end{bmatrix}, \quad \underline{\epsilon} = \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \cdots \\ \epsilon_i \\ \cdots \\ \epsilon_k \end{bmatrix}$$

Sedangkan ( $Y, X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ) adalah data-data input dan  $\epsilon$  adalah nilai galatnya.

Dalam makalah ini yang akan dianalisis adalah dua buah variabel bebas  $X$  dan  $Y$  serta sebuah variabel bebas  $Z$ . Sehingga rumus (6) menjadi persamaan (7) berikut ini :

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} \quad (7)$$

Perhitungan regresi berganda digunakan perangkat lunak Minitab release 13.20.

## METODOLOGI PENELITIAN.

Sesuai dengan kebutuhan dalam penelitian ini langkah-langkah penelitiannya adalah sebagai berikut :

### Menurunkan Persamaan Model.

Untuk logika fuzzy persamaan (1), (2), (3) sebagai representasi fungsi keanggotaan variabel bebas  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  sebagai input serta representasi fungsi keanggotaan variabel bebas dan  $Y$  variable tak bebas sebagai output. Setelah menentukan representasi fungsi keanggotaan kemudian *defuzzyifikasi* pada komposisi aturan Mamdani, yang dalam hal ini menggunakan Metode *Centroid* dengan persamaan (4) dan (5). Untuk persoalan regresi berganda, rumus yang sangat berperan adalah rumus (7).

### Menentukan Analisis Kebutuhan.

Sistem yang baik adalah suatu sistem yang benar, efisien dan mudah pengoperasiannya serta menarik. Agar tercapai tujuan membangun sistem yang baik, maka proses perlu disusun analisis kebutuhan yang meliputi :

Kebutuhan input.

Input yang diperlukan yang sesuai dengan persamaan (1),(2), (3) yaitu mengisi ukuran range dan memilih type fungsi keanggotaan input  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  serta parameter yang diperlukan. Hal serupa juga dilakukan untuk variabel tak bebas  $Y$ . Hal yang sama input  $X_1, X_2$  dan  $Y$  untuk menentukan peramalan dengan regresi berganda. Input  $X_1, X_2$  dan  $Y$  secara simulasi akan ditampilkan pada bab IV.

Kebutuhan proses.

Adapun prosedur pemrogramannya adalah :

1. Menentukan input maupun output yang akan digunakan dalam membangun logika fuzzy, yaitu membuat FIS Editor input  $X_1$  dan  $X_2$  serta output  $Y$ .
2. Menentukan Fungsi keanggotaan variabel input  $X_1$ .
3. Menentukan Fungsi keanggotaan variabel input  $X_2$ .
4. Menentukan Fungsi keanggotaan variabel output  $Y$ .
5. Menyusun aturan fuzzy.
6. *Defuzzyifikasi* pada komposisi aturan Mamdani, yang dalam hal ini menggunakan Metode *Centroid*.
7. Menghitung konstanta  $b_1, b_2$ .
8. Menghitung peramalan  $Y$ .

Kebutuhan output.

Sesuai dengan prinsip membangun sistem, maka peranan output juga penting. Dalam penelitian ini outputnya dihasilkan jika sudah dimasukkan nilai-nilai input intensitas cahaya dan suhu ruang.

Kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras.

Dalam membangun sistem ada 2 hal tentang perangkat keras yang perlu

diperhatikan, yang pertama adalah dengan spesifikasi apa sistem itu dibangun dan dengan spesifikasi apa sistem itu dapat dijalankan. Sistem ini dibangun dengan perangkat keras komputer pentium IV dengan RAM 128 MB. Adapun perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem adalah Matlab versi 6.5 dan perhitungan statistik menggunakan MINITAB release 13.5 dengan sistem operasi Windows XP.

#### Pembuatan perancangan sistem.

Dalam penelitian ini Telah dilaksanakan metode perancangan, yaitu perancangan fungsi-fungsi keanggotaan, perancangan aturan fuzzy, perancangan prosedur dan perancangan tampilan (antar muka).

#### Membangun program komputer.

Program komputer yang digunakan untuk membangun sistem ini adalah perangkat lunak Matlab versi 6.5 dengan alasan bahwa Matlab versi 6.5 merupakan bahasa komputasi teknis yang sangat populer dan sangat mudah digunakan serta mudah pula untuk dipahami struktur bahasanya [5]. Karena listing programnya sangat panjang, maka listing program tersebut tidak ditampilkan pada makalah ini.

#### Pengujian program.

Setelah sistem selesai dibangun, maka harus diuji apakah sistem dapat berjalan dengan baik dan mudah dioperasikan. Pengujian dilakukan secara detail disampaikan pada bab hasil dan pembahasan berikut ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN.

Suatu data  $X1$ ,  $X2$  dan  $Y$  dimisalkan seperti tabel 1.berikut :

Tabel 1.  $X1$ ,  $X2$  dan  $Y$

$X1$	$X2$	$Y$
57	8	64
59	10	71
49	6	53
62	11	67
51	8	55
50	7	58
55	10	77
48	9	57
52	10	56
42	6	51
61	12	76
57	9	68

Pada *form input parameter* data  $X1$  diberikan contoh masukan seperti dibawah ini untuk menguji keluaran output yang dihasilkan.

Untuk semesta pembicaraan atau range  $X1$  antara 42 - 62

#### $X1$ Rendah

Batas bawah	(a)	:	42
Batas atas	(b)	:	50

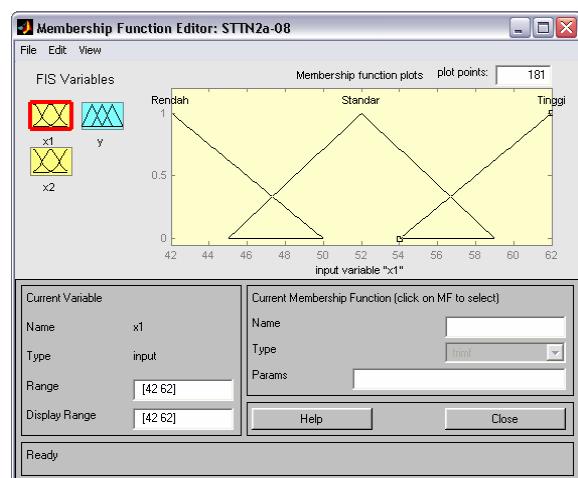
#### $X1$ Standar

Batas bawah	(a)	:	45
Batas tengah	(b)	:	52
Batas atas	(c)	:	59

#### $X1$ Tinggi

Batas bawah	(a)	:	54
Batas atas	(c)	:	62

Dari nilai-nilai batas yang dimasukkan oleh *user*, nantinya batas-batas nilai tersebut digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan masing-masing dengan representasi kurva yang digunakan yaitu untuk variabel rendah menggunakan kurva linier turun, variabel standar menggunakan kurva segitiga, dan untuk variabel tinggi menggunakan kurva linier naik Adapun kurva variabel  $X1$  tersebut digambarkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva Variabel  $X1$ .

Pada *form input parameter* data batas variabel  $X2$ , diberikan contoh masukan seperti dibawah ini untuk menguji keluaran output yang dihasilkan.

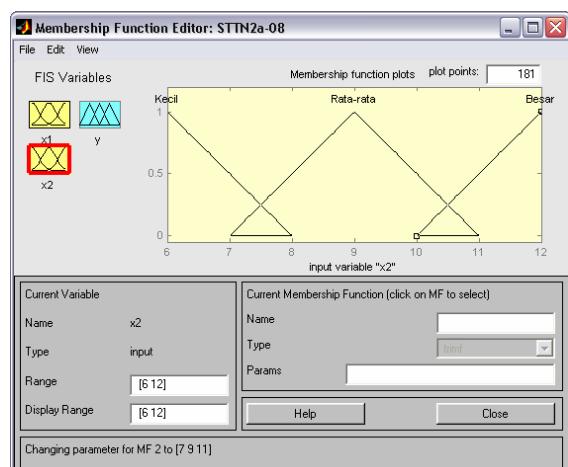
Untuk semesta pembicaraan atau range  $X2$  antara 6 -12.

#### $X2$ Kecil

Batas bawah	(a) : 6
Batas atas	(b) : 8
<b>X2 Rata-Rata</b>	
Batas bawah	(a) : 7
Batas tengah	(b) : 9
Batas atas	(c) : 11
<b>X2 Besar</b>	
Batas bawah	(a) : 10
Batas atas	(c) : 12

Dari nilai-nilai batas yang dimasukkan oleh user, nantinya batas-batas nilai tersebut digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan masing-masing dengan representasi kurva yang digunakan yaitu untuk variabel kecil menggunakan kurva linier turun, variabel rata-rata menggunakan kurva segitiga, dan untuk variabel besar menggunakan kurva linier naik

Adapun kurva variabel X2 tersebut digambarkan pada Gambar 5..



Gambar 5. Kurva Variabel X2

Pada *form input parameter* data batas variabel Y, diberikan contoh masukan seperti dibawah ini untuk menguji keluaran output yang dihasilkan.

Untuk semesta pembicaraan atau range Y antara 51 – 77.

<b>Y Minimum</b>	
Batas bawah	(a) : 51
Batas atas	(b) : 62

<b>Y Normal</b>	
Batas bawah	(a) : 56

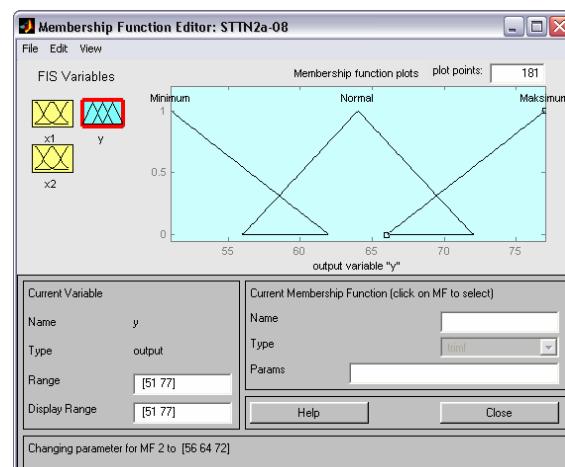
Batas tengah	(b) : 64
Batas atas	(c) : 72

**Y Maksimum**

Batas bawah	(a) : 66
Batas atas	(c) : 77

Dari nilai-nilai batas yang dimasukkan oleh *user*, nantinya batas-batas nilai tersebut digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan masing-masing dengan representasi kurva yang digunakan yaitu untuk variabel minimum menggunakan kurva linier turun, variabel normal menggunakan kurva segitiga, dan untuk variabel maksimum menggunakan kurva linier naik

Adapun kurva variabel Y tersebut digambarkan pada Gambar 6



Gambar 6. Kurva Variabel Y.

Dengan menggunakan aturan fuzzy seperti yang dituliskan pada bab dasar teori, data-data tabel 1 di atas, jika diselesaikan dengan program logika fuzzy dengan toolbox Matlab 6.5 seperti yang telah dilakukan pada makalah kami terdahulu [6], hasil peramalannya akan ditampilkan pada tabel 2 di bawah. Sedangkan untuk hasil perhitungan regresi berganda dengan hasil peramalannya berbentuk fungsi  $\hat{Y} = 36.5 + 0.855X1 + 1.506X2$ . Hasil persamaan regresi tersebut merupakan hasil eksekusi dari program yang menggunakan Minitab, yang hasil tampilannya ditampilkan pada gambar 7 berikut.

Regression Analysis: y versus x1, x2																																		
The regression equation is $y = 3.7 + 0.855 x_1 + 1.51 x_2$																																		
<table> <thead> <tr> <th>Predictor</th><th>Coeff</th><th>SE Coef</th><th>T</th><th>P</th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Constant</td><td>3.65</td><td>16.17</td><td>0.23</td><td>0.826</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>x1</td><td>0.8546</td><td>0.4517</td><td>1.89</td><td>0.091</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>x2</td><td>1.506</td><td>1.414</td><td>1.07</td><td>0.315</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>							Predictor	Coeff	SE Coef	T	P			Constant	3.65	16.17	0.23	0.826			x1	0.8546	0.4517	1.89	0.091			x2	1.506	1.414	1.07	0.315		
Predictor	Coeff	SE Coef	T	P																														
Constant	3.65	16.17	0.23	0.826																														
x1	0.8546	0.4517	1.89	0.091																														
x2	1.506	1.414	1.07	0.315																														
S = 5.363	R-Sq = 70.9%	R-Sq(adj) = 64.4%																																
Analysis of Variance																																		
<table> <thead> <tr> <th>Source</th><th>DF</th><th>SS</th><th>MS</th><th>F</th><th>P</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Regression</td><td>2</td><td>629.37</td><td>314.69</td><td>10.94</td><td>0.004</td><td></td></tr> <tr> <td>Residual Error</td><td>9</td><td>258.88</td><td>28.76</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Total</td><td>11</td><td>888.25</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>							Source	DF	SS	MS	F	P		Regression	2	629.37	314.69	10.94	0.004		Residual Error	9	258.88	28.76				Total	11	888.25				
Source	DF	SS	MS	F	P																													
Regression	2	629.37	314.69	10.94	0.004																													
Residual Error	9	258.88	28.76																															
Total	11	888.25																																
<table> <thead> <tr> <th>Source</th><th>DF</th><th>Seq SS</th><th></th><th></th><th></th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x1</td><td>1</td><td>596.74</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>x2</td><td>1</td><td>32.63</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>							Source	DF	Seq SS					x1	1	596.74					x2	1	32.63											
Source	DF	Seq SS																																
x1	1	596.74																																
x2	1	32.63																																
Unusual Observations																																		
<table> <thead> <tr> <th>Obs</th><th>x1</th><th>y</th><th>Fit</th><th>SE Fit</th><th>Residual</th><th>St Resid</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td><td>55.0</td><td>77.00</td><td>65.72</td><td>1.96</td><td>11.28</td><td>2.26R</td></tr> </tbody> </table>							Obs	x1	y	Fit	SE Fit	Residual	St Resid	7	55.0	77.00	65.72	1.96	11.28	2.26R														
Obs	x1	y	Fit	SE Fit	Residual	St Resid																												
7	55.0	77.00	65.72	1.96	11.28	2.26R																												

Gambar 7 : Hasil Eksekusi Regresi Berganda dengan Program Minitab.

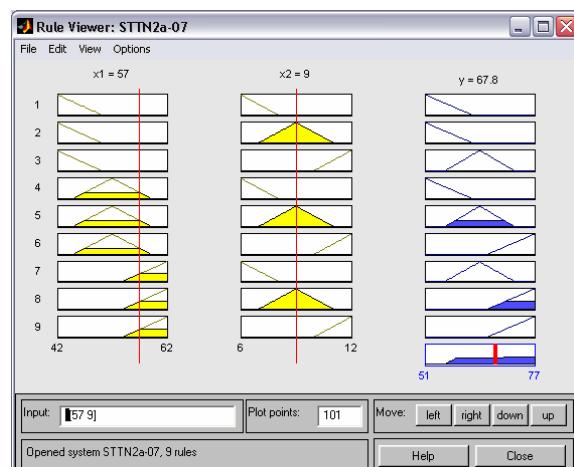
Jika varibel-varibel X1, X2 dan Y diinputkan dari tabel 1 di atas, maka hasil peramalan baik dengan logika fuzzy maupun peramalan dengan regresi berganda ditampilkan pada tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Hasil Peramalan dengan Logika Fuzzy dan Regresi Berganda

Data Simulasi			Hasil Peramalan			
X1	X2	Y	Y Fuzzy	Error Rel.	Y Regresi	Error Rel.
57	8	64	67.8	5.9375	64.433	0.676562
59	10	71	72.8	2.535211	69.155	2.598592
49	6	53	55.1	3.962264	54.581	2.983019
62	11	67	72.8	8.656716	73.226	9.292537
51	8	55	64	16.36364	59.303	7.823636
50	7	58	55.2	4.827586	56.942	1.824138
55	10	77	65.1	15.45455	65.735	14.62987
48	9	57	61.8	8.421053	58.244	2.182456
52	10	56	64	14.28571	63.17	12.80357
42	6	51	54.6	7.058824	48.596	4.713725
61	12	76	73.4	3.421053	73.877	2.793421
57	9	68	67.8	0.294118	65.939	3.030882

Dari tabel 2 di atas, rata-rata relatif error hasil peramalan dengan logika fuzzy adalah 7.601518, sedangkan dengan regresi berganda rata-rata relative errornya adalah 5.446034.

Tampilan hasil dengan logika fuzzy salah satunya ditampilkan pada gambar 8 berikut :



Gambar 8. Kurva Variabel Y.

Dari tabel 2 di atas nampak ada perbedaan hasil antara hasil dengan logika fuzzy dengan regresi berganda. Jika kedua hasil tersebut dibandingkan dengan output Y sebagai data, maka hasil dengan regresi berganda lebih kecil perbedaanya. Artinya hasil peramalan dengan regresi berganda lebih baik dibandingkan dengan hasil dengan logika fuzzy. Dalam makalah ini dapat dianalisis hal-hal

yang menyebabkan logika fuzzy tidak lebih baik dari pada regresi berganda adalah :

1. Data X dan Y yang tersaji sudah tetap, bukan data interval.
2. Penentuan bentuk kurva fungsi keanggotaan untuk input  $X_1, X_2$  dan output Y masih berupa asumsi.
3. Aturan fuzzy yang bersifat perkiraan.
4. Pemilihan *defuzzifikasi* juga ikut berperan dalam penambahan galat (error).

## KESIMPULAN

Dari analisis pada bab IV di atas, dapat disimpulkan bahwa

1. Jika data-data input dan output sudah tetap maka untuk melakukan peramalan, lebih baik menggunakan analisis regresi.
2. Jika melakukan peramalan dengan menggunakan logika fuzzy, maka data-data input dan output harus merupakan data interval yang nilainya bukan nilai tetap..
3. Jika melakukan peramalan dengan menggunakan logika fuzzy, maka penentuan bentuk kurva fungsi keanggotaan harus mendekati kurva yang sebenarnya.
4. Jika melakukan peramalan dengan menggunakan logika fuzzy, maka aturan fuzzy dan pemilihan *defuzzifikasi* harus tepat .
5. Hasil kajian ini dapat digunakan untuk bahan rujukan untuk para pengguna logika fuzzy sebelum mengaplikasikan logika fuzzy.

## DAFTAR PUSTAKA

1. KUSUMADEWI, S. 2003, *Artificial Intelligence : Teknik dan Aplikasinya*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
2. SUPRANTO, J. 1994, *Statistik Teori dan Aplikasi Edisi Kelima*. Jakarta : Erlangga.
3. KUSUMADEWI, S., 2002, *Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan tool Box Matlab*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
4. KUSUMADEWI, S. DAN PURNOMO, H., 2004, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
5. THE MATLAB CURRICULUM SERIES, 1992, *The Student Edition of Matlab*, Prentice Hall, Inc, New Jersey,.
6. SUPRIYONO, 2006, "Aplikasi Logika Fuzzy pada Optimasi daya Listrik Sebagai Sistem Pengambilan Keputusan", Prosiding Seminar Nasional II SDM Teknologi Nuklir oleh Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN pada tanggal 21 – 22 Desember 2006 di STTN - BATAN Yogyakarta.

## TANYA JAWAB.

### Pertanyaan

1. Mengapa Saudara menggunakan kurva garis dan segitiga dalam penentuan kurva fungsi keanggotaan ?
2. (Toto Tri Kasjono)
3. Apakah mungkin hasil peramalan dengan logika fuzzy dapat lebih baik bila dibandingkan dengan regresi berganda? (Subari santoso)
4. Mengapa jumlah aturan fuzzy ada 9? (Nugroho Tri Sanyoto)

### Jawaban

1. Karena berdasarkan pendekatan data-data awalnya berbentuk kurva garis lurus.
2. Sangat mungkin, jika pemilihan fungsi keanggotaan, bentuk kurva dan defuzzifikasiannya tepat dan jika datanya berupa data interval.
3. Sebab ada 2 variabel bebas dan masing-masing variabel bebas tersebut ada 3 fungsi keanggotaan. Jadi Jumlah aturan fuzzy = 3 x 3 = 9.