

dengan nilai tunggal, yaitu modalitas mereka adalah nilai yang tepat. Akan tetapi, untuk mendapatkan ukuran-ukuran yang tepat sangat sulit didapatkan. Metode statistik didasari oleh teori probabilitas yang merepresentasikan ketidakpastian. Sumber yang relevan dari ketidaktepatan dapat ditemukan di dalam fase pemrosesan data yang terdiri dari penghitungan suatu estimasi dari kuantitas. Hasil dari setiap pemrosesan data tidak pernah akurat 100% (Kreinovich, Lakejev, Rohn & Kahl 1997). Faktanya, dengan nilai aktual dari kuantitas yang diukur, ini berbeda dari hasil pengukurannya. Jika ada informasi tentang kesalahan hasil dari pemrosesan data, maka diketahui bahwa nilai aktual (yang tidak diketahui) dari kuantitas yang diukur berada pada suatu interval nilai tertentu.

METODE PENELITIAN

Logika fuzzy 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 defuzzyfikasi pada komposisi aturan Mamdani, yang dalam hal ini menggunakan Metode *Centroid*). Untuk persoalan regresi berganda, rumus yang sangat berperan adalah $y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + \mu$

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 :

Input yang diperlukan yang sesuai 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.

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. Defuzzyfikasi pada komposisi aturan Mamdani, yang dalam hal ini menggunakan Metode *Centroid*.
7. Menghitung konstanta b_1, b_2 .
8. Menghitung peramalan Y .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk melihat kinerja kedua metode dalam regresi berganda, diperlukan dua variabel input dan satu variabel output. Dalam contoh kasus ini, diambil data variabel output (y)/ variabel terikat adalah Data Peringkat Kimia, sedangkan variabel input/ variabel bebas masing-masing adalah Nilai Ujian sebagai X_1 dan Frekuensi Membolos sebagai X_2 , seperti ditunjukkan dalam tabel 1:

Tabel 1. Studi Kasus Data peringkat kimia, nilai ujian & frekuensi membolos mahasiswa

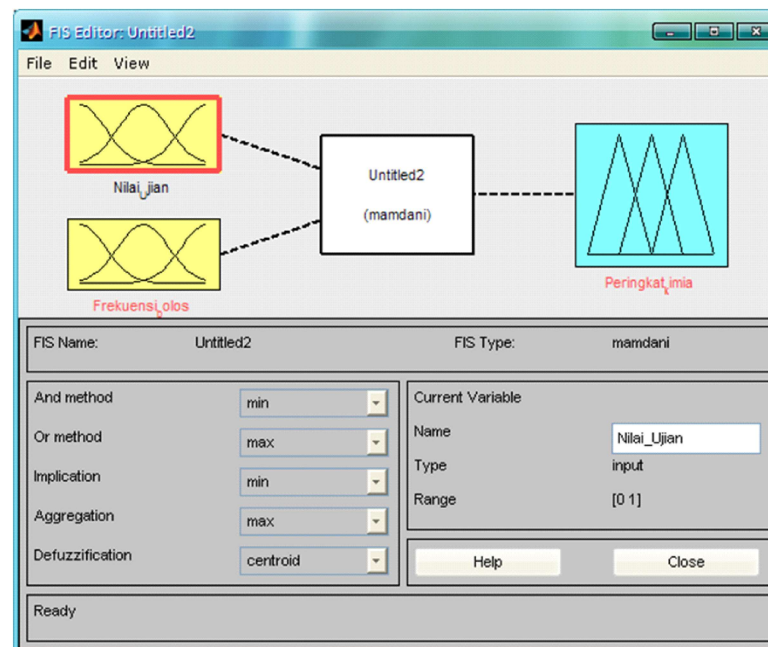
Siswa	Peringkat Kimia (Y)	Nilai Ujian (X^1)	Frekuensi Membolos (X^2)
1	85	65	1
2	74	50	7
3	76	55	5
4	90	70	2
5	85	65	6
6	87	70	3
7	94	55	2
8	98	70	5
9	81	55	4
10	91	70	3
11	76	50	1
12	74	55	4

Akan dilakukan analisis dengan metode Fuzzy dan Regresi konvensional Untuk menentukan nilai Y. Dari data metah ini, terlihat bahwa range data sebagai berikut :

Peringkat Kimia : 74 – 98
 Nilai Ujian : 50 – 70
 Frekuensi membolos : 1 - 7

Dengan Metode Fuzzy sebagai berikut :

Dari Data ini dibuat Fuzzy Inference System (FIS) dengan menentukan Variabel input adalah Nilai Ujian (X_1) dan Frekuensi Membolos (X_2), sedangkan variabel outputnya adalah Peringkat Kimia (Y). Dengan menggunakan Program MATLAB, FIS editor seperti tampak pada gambar 1:



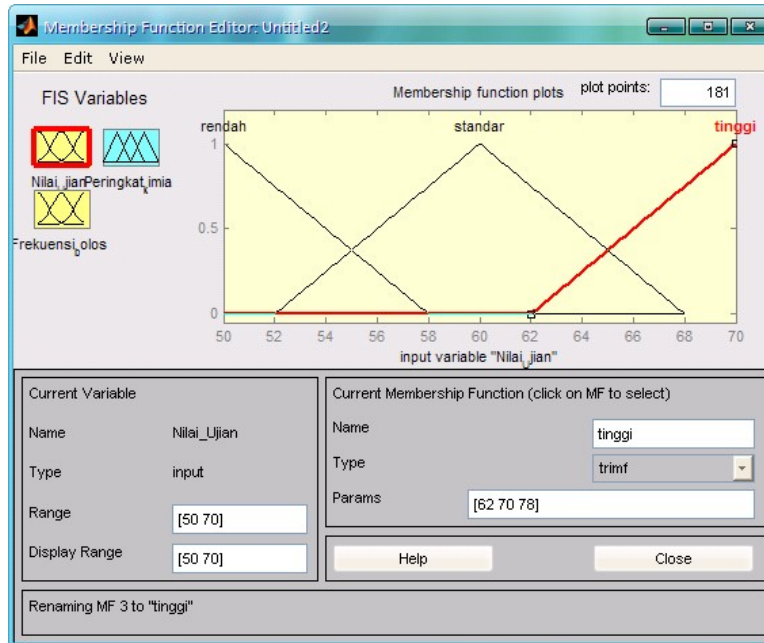
Gambar 1. FIS Editor Regresi Berganda

Aturan Fuzzy adalah sebagai berikut dimana X_1 = nilai ujian ; X_2 = frekuensi bolos; Y = Peringkat Kimia :

1. Jika X_1 masuk rendah dan X_2 sedikit maka Y sedang.
2. Jika X_1 masuk rendah dan X_2 sedang maka Y rendah.
3. Jika X_1 masuk rendah dan X_2 banyak maka perlu Y rendah.
4. Jika X_1 masuk tandard dan X_2 sedikit maka perlu Y sedang.
5. Jika X_1 masuk tandard dan X_2 sedang maka perlu Y sedang.
6. Jika X_1 masuk tandard dan X_2 banyak maka perlu Y sedang.
7. Jika X_1 masuk tinggi dan X_2 sedikit maka perlu Y tinggi.
8. Jika X_1 masuk tinggi dan X_2 sedang maka perlu Y tinggi.
9. Jika X_1 masuk tinggi dan X_2 banyak maka perlu Y yang sedang.

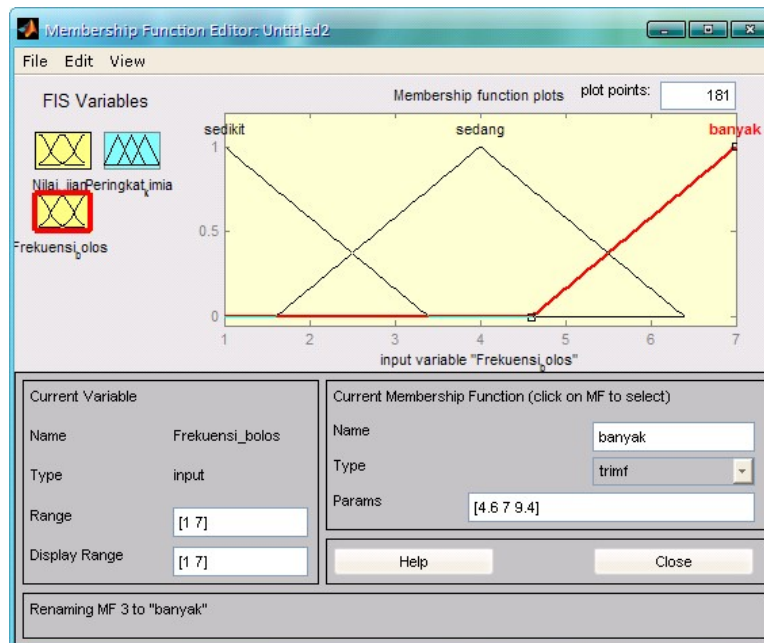
Dengan nilai kognitif yang dirumuskan tersebut, maka ditentukan fungsi keanggotaan fuzzy, yakni Fungsi yang dipakai adalah Fungsi Segitiga. Hasil tampilan Fungsi Keanggotaan Fuzzy (Fuzzy membership function) adalah sebagai berikut:

Himpunan anggota (Membership function) Untuk variabel Nilai Ujian adalah : {rendah, standar, tinggi}. Range keanggotaannya adalah 50 sampai 70. Seperti tampak pada gambar 2:



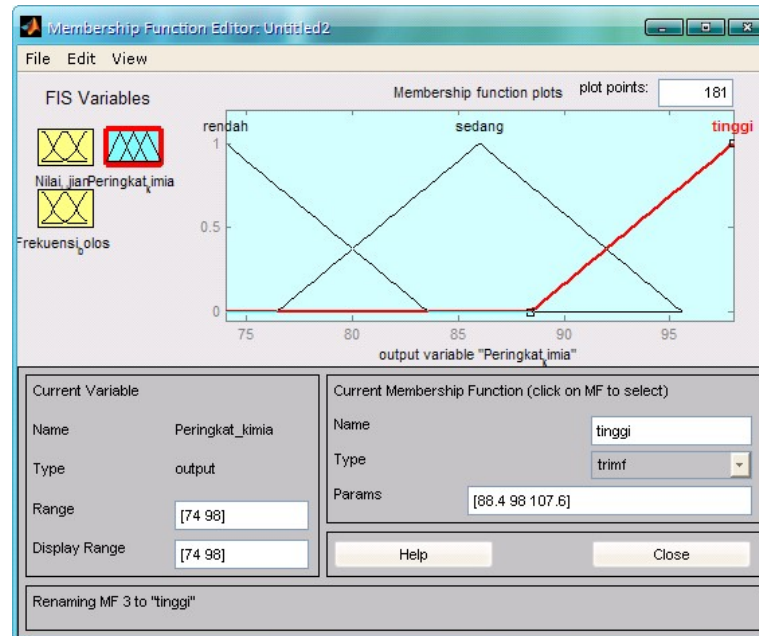
Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Input Nilai Ujian

Untuk Variabel input Frekuensi Bolos, Fungsi {sedang, banyak}, dengan range adalah 1 sampai keanggotaannya adalah himpunan : {sedikit, 7 seperti terlihat dalam gambar 3.



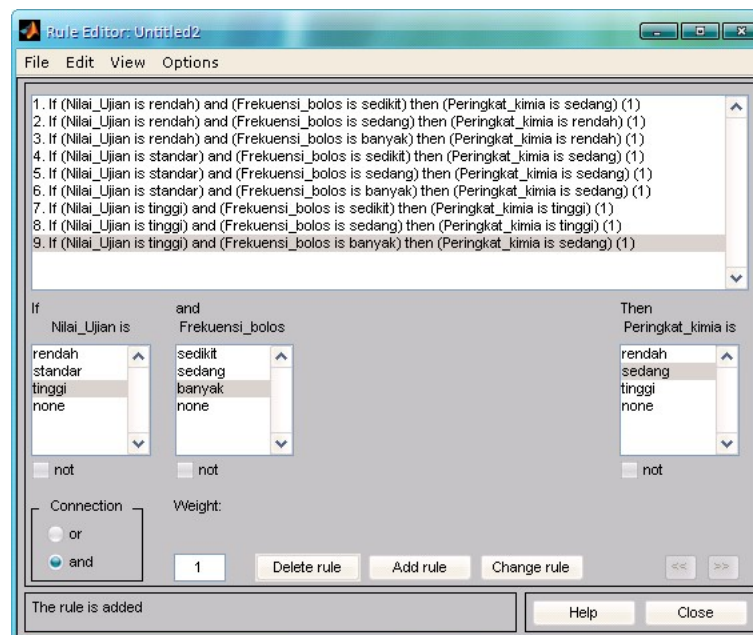
Gambar 3. Fungsi Keanggotaan input Frekuensi Bolos

Variabel Output Peringkat kimia memiliki tinggi} dengan nilai range adalah 74 sampai 98 himpunan keanggotaan : {rendah, sedang, seperti tampak pada gambar 4.



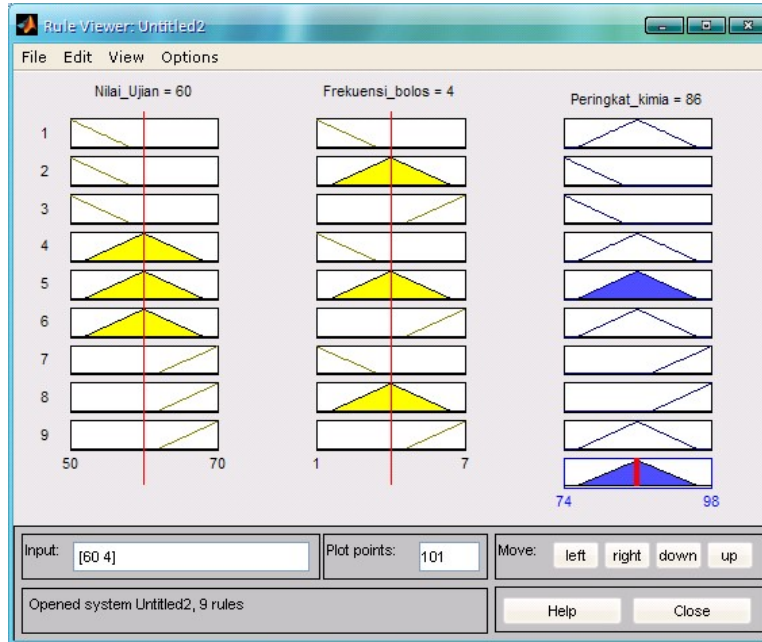
Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Variabel output “ Peringkat Kimia”

Dengan merumuskan fungsi keanggotaan dirumuskan sebelumnya. Tampilan Hasil dengan masing-masing variabel, maka perlu Logika Fuzzy adalah seperti tampak pada dimasukkan aturan-aturan fuzzy yang telah gambar 5.



Gambar 5. Fuzzy Rule Editor

Outputnya Fuzzy Regresi seperti tampak pada gambar 6.:



Gambar 6. Output Fuzzy Regresi Berganda

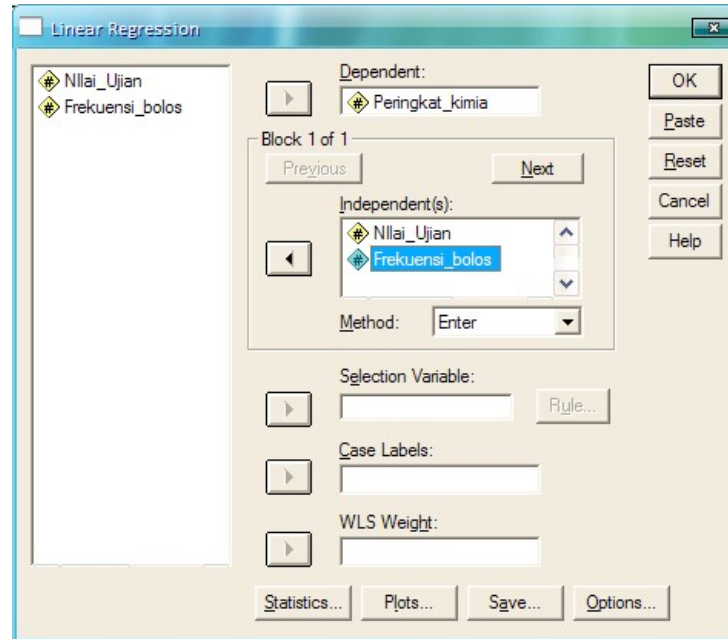
Hasil fuzzy Regression ini bila dibuat dalam suatu tabel, tampak pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Fuzzy Untuk nilai Y

Peringkat Kimia (Y)	Nilai Ujian (X1)	Frekuensi membolos (X2)	Y (Fuzzy)
85	65	1	88.1
74	50	7	77.1
76	55	5	83.9
90	70	2	94.5
85	65	6	86.9
87	70	3	94.5
94	55	2	85.1
98	70	5	90.7
81	55	4	83.8
91	70	3	94.5
76	50	1	86
74	55	4	83.8

Nilai Peringkat Kimia (Y) hasil dari analisis Fuzzy akan dibandingkan dengan Nilai Y sebenarnya dari data mentah, yakni dengan menentukan nilai kesalahan relatifnya.

Secara statistic dengan metode regresi konvensional, maka data tersebut dilakukan Analisis dengan menggunakan metode Regresi Linear Berganda. Analisis ini menempatkan Variabel Nilai Ujian (X_1) dan Frekuensi Membolos (X_2) sebagai variabel bebas dan Variabel Peringkat Kimia (Y) sebagai Variabel Terikatnya. Hasil Analisis dengan metode regresi menggunakan Program Komputer SPSS adalah seperti tampak pada gambar 7.



Gambar 7. Linear Regression

Dari analisis ini diperoleh hasil :

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	43.009	14.429		2.981	.015
	Nilai_Ujian	.712	.221	.718	3.222	.010
	Frekuensi_bolos	-.571	.940	-.135	-.607	.559

a. Dependent Variable: Peringkat_kimia

Diperoleh hubungan sebagai Berikut :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Y regresi konvensional

$$Y \text{ regresi} = 43.009 + 0.712 X_1 - 0.571 X_2$$

Berdasarkan Persamaan regresi ini, maka akan dihitung nilai Y regresi untuk setiap Variabel bebas X_1 dan X_2 seperti terlihat dalam tabel 3 :

Peringkat Kimia (Y)	Nilai Ujian (X1)	Frekuensi membolos (X2)	Y (Regresi)
85	65	1	88.718
74	50	7	74.612
76	55	5	79.314
90	70	2	91.707
85	65	6	85.863

87	70	3	91.136
94	55	2	81.027
98	70	5	89.994
81	55	4	79.885
91	70	3	91.136
76	50	1	78.038
74	55	4	79.885

Untuk melihat kinerja secara keseluruhan dalam teknik peramalan untuk regresi berganda ini, baik secara fuzzy maupun dengan teknik konvensional maka, dihitung nilai kesalahan rata-rata yang berdasarkan kesalahan relative masing-masing Y untuk setiap input data.

Dari kedua metode yang digunakan dalam peramalan ini, telah diperoleh nilai Y dari masing-masing metode. Untuk Melihat kinerja kedua metode ini, maka dihitung nilai Kesalahan (Error) Relatif dari masing-masing data dengan menggunakan Rumus :

Kesalahan relatif (relative error) adalah ukuran kesalahan dalam kaitannya dengan pengukuran,

$$e_r = \left| \frac{X_s - X_a}{X_s} \right|$$

dengan: e_r = kesalahan relatif
 X_s = nilai sebenarnya
 X_a = nilai perhitungan

Untuk melihat rata-rata kesalahan relatif yang terjadi pada suatu data dinyatakan dengan:

$$\text{Rata-rata kesalahan relatif} = \frac{\text{jumlah kesalahan relatif}}{\text{jumlah data}}$$

Secara keseluruhan perbandingan analisis Peramalan dengan metode regresi dan fuzzy pada dua variabel input dan satu output (Rgresi linear berganda) ditampilkan dalam tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Error Relative pada Regresi Berganda

(Y)	(X1)	(X2)	Y (Fuzzy)	Y regresi	Error relative Fuzzy	Error relative Regresi
85	65	1	88.1	88.718	0.036470588	0.043741176
74	50	7	77.1	74.612	0.041891892	0.00827027
76	55	5	83.9	79.314	0.103947368	0.043605263
90	70	2	94.5	91.707	0.05	0.018966667
85	65	6	86.9	85.863	0.022352941	0.010152941
87	70	3	94.5	91.136	0.086206897	0.04754023
94	55	2	85.1	81.027	0.094680851	0.138010638
98	70	5	90.7	89.994	0.074489796	0.081693878
81	55	4	83.8	79.885	0.034567901	0.013765432
91	70	3	94.5	91.136	0.038461538	0.001494505
76	50	1	86	78.038	0.131578947	0.026815789
74	55	4	83.8	79.885	0.132432432	0.079527027
Error Rata-rata					0.070590096	0.042798651



Dari hasil analisis ini, diperoleh bahwa pada regresi berganda, nilai kesalahan relative rata-rata pada metode Fuzzy sedikit lebih besar dibandingkan dengan metode regresi konvensional, yakni sebesar 3%. Dapat dikatakan bahwa Metode regresi konvensional lebih baik dibandingkan dengan metode fuzzy dalam tekni peramalan ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan:

1. Metode Fuzzy dapat dipakai juga sebagai alat dalam analisis peramalan secara statistik
2. Kinerja dan hasil analisis peramalan (forecasting analysis) dengan menggunakan metode fuzzy memiliki nilai kesalahan sedikit lebih besar dibandingkan dengan metode regresi. Akan tetapi, bila ditemukan fungsi keanggotaan yang lebih tepat, dan pengetahuan teknis serta pengalaman dalam bidang ilmu yang diteliti untuk penentuan aturan fuzzy yang lebih benar, maka kemungkinan kesalahan metode fuzzy akan sama bahkan bisa lebih kecil dibandingkan dengan metode regresi.

Saran:

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa temuan yang dapat dijadikan saran untuk pengembangan lebih lanjut sebagai berikut:

1. Dalam rangka memperluas aplikasi Logika fuzzy untuk teknik peramalan, maka diperlukan suatu teknik pengujian awal dari data mentah yang akan diolah untuk menentukan fungsi keanggotaan fuzzy yang tepat digunakan sesuai karakteristik data tersebut.
2. Diperlukan Pengalaman dan pengetahuan teknis yang cukup sesuai kasus yang diteliti, dalam rangka penentuan fungsi keanggotaan dan aturan-aturan Fuzzy (Fuzzy Rules), yang dapat dipakai untuk teknik peramalan menggunakan metode fuzzy.

DAFTAR PUSTAKA

- Kusumadewi, S. 2003, *Artificial Intelligence : Teknik dan Aplikasinya*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kusumadewi, S., 2002, *Analisis Desain Sistem Fuzzy Menggunakan tool Box Matlab*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kusumadewi, S., Purnomo, H., 2004, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Supranto, J. 1994, *Statistik Teori dan Aplikasi Edisi Kelima*. Erlangga, Jakarta.
- Supriyono, 2007. *Analisis Perbandingan Logika Fuzzy dengan Regresi Berganda Sebagai Alat Peramalan*. Proceeding Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta.
- Sutrisno, 2011. *Analisis Perbandingan Fuzzy Regresi dengan Regresi Berganda Konvensional Sebagai Alat Peramalan*, Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2011 (Semantik 2011) ISBN 979-26-0255-0
- The MATLAB Curriculum Series, 1992, *The Student Edition of Matlab*, Prentice Hall, Inc, New Jersey.
- Wati, S.E, Sebayang, D., Sitepu, R. 2013, *Perbandingan Logika Fuzzy dengan Regresi Linear Berganda dalam Peramalan Jumlah Produksi*, Sainia Matematika, Vol.1 No.03 (273-284).