

Penerapan Fuzzy Mamdani Dengan Particle Swarm Optimization (PSO) dan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) Pada Penilaian Kinerja Pegawai

Magdalena Simanjuntak

Teknik Informatika

STMIK Kaputama

magdalena.simanjuntak84@gmail.com

ABSTRAK

Pegawai tidak hanya harus berpenampilan menarik tapi juga harus mempunyai keahlian dalam menyelesaikan pekerjaan yang di berikan. Didalam Perguruan Tinggi memiliki pegawai yang cakap, pintar dan berwawasan luas. Perguruan tinggi yang berkompeten adalah perguruan tinggi yang memiliki pelayanan pendidikan yang berkompeten bukan hanya dalam pengajaran namun dalam bidang pelayanan administrasi mahasiswa. Dalam Proses Belajar Mengajar di Perguruan Tinggi, Pegawai mempunyai peran penting dalam kelancaran berjalannya perkuliahan. Misalnya dalam pembuatan Daftar Hadir Perluliah dan Berita Acara Perkuliahan. Peningkatan pelayanan terhadap mahasiswa tidak terlepas dari kinerja pegawai. Penilaian terhadap kinerja pegawai melalui 3 (tiga) variabel yaitu : Variabel Keahlian, Variabel Disiplin dan Variabel Sikap. Dengan Nilai parameter : Sangat Rendah (SR), Rendah (R), Cukup (C), Baik (B) dan Sangat Baik (SB), dari paramater tersebut akan diketahui hasil Penilaian Kinerja Pegawai.

Kata Kunci : Kinerja_Pegawai, Fuzzy_Mamdani, PSO

PENDAHULUAN

Perguruan Tinggi memiliki tujuan menghasilkan lulusan-lulusan yang berkualitas. Oleh sebab itu dibutuhkan pegawai yang berkompeten dalam pelayanan pendidikan. STMIK Kaputama merupakan Perguruan Tinggi Swasta yang bergerak di bidang Teknologi dan Sistem Informasi.

Setiap Semester Ketua STMIK Kaputama dan Unit Penjamin Mutu melakukan evaluasi, monitoring dalam pelayanan proses pembelajaran yang dilakukan dengan penilaian angket yang di isi oleh mahasiswa dan ketepatan masuk pegawai melalui hasil pemantauan Pegawai Front Office dalam daftar hadir pegawai yang dilakukan dengan finger ring sebelum masuk ke ruang kerja pegawai.

LANDASAN TEORI

Fuzzy

Fuzzy adalah sebuah sistem kontrol untuk pemecahan masalah berbasis komputer berbasis akuisisi data. Logika *fuzzy*

mempunyai dua kemungkinan seperti 0 atau 1, “benar” atau “salah”. Meskipun nilai keanggotaannya sama namun *fuzzy* mampu membedakan nilai dari keanggotaan tersebut dari bobot yang dimiliki. *Fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi *non linier* yang sangat kompleks dan memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat dengan menggunakan bahasa alami sehingga mudah untuk di mengerti (Sutojo, 2011).

Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* adalah suatu cara untuk memetakan suatu ruang masukan ke dalam suatu ruang keluaran. Logika *fuzzy* ditemukan oleh Prof.Lotfi A. Zadeh dari Universitas California di Barkeley pada tahun 1965. Sebelum ditemukannya teori logika *fuzzy* (*fuzzy logic*), dikenal sebuah logika tegas (*crisp logic*) yang memiliki nilai benar atau salah secara tegas. Sebaliknya logika *fuzzy* merupakan sebuah logika yang memiliki kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam teori logika *fuzzy*, sebuah nilai bisa bernilai benar atau salah secara bersamaan namun berapa besar

kebenaran atau kesalahan suatu nilai tergantung kepada bobot/derajat keanggotaan yang dimilikinya. Dalam teori logika *fuzzy* dikenal himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) merupakan pengelompokan sesuatu berdasarkan variabel bahasa (*linguistic variable*), yang dinyatakan dalam fungsi keanggotaan (*membership function*).

Himpunan Fuzzy

Pada teori himpunan klasik, nilai keanggotaan suatu objek di dalam suatu himpunan hanya memiliki dua kemungkinan yaitu satu (1), yang berarti bahwa suatu objek adalah anggota suatu himpunan, atau nol (0), yang berarti bahwa suatu objek tidak menjadi anggota dalam himpunan tersebut (Shang & Hossen, 2013). Pada kenyataannya, karena kurangnya pengetahuan atau data yang tidak tepat dan lengkap, tidak selalu jelas apakah suatu objek merupakan anggota dari sebuah himpunan tertentu atau bukan.

Metode Mamdani

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)

1. Pembentukan himpunan Fuzzy

Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.

2. Aplikasi fungsi implikasi

Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

3. Komposisi Aturan

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy,

yaitu: max, additive dan probabilistik OR (probor).

a. Metode Max (Maximum)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan fuzzy yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i])$$

(1)

dengan:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

Misalkan ada 3 aturan (proposisi) sebagai berikut:

[R1] IF Biaya Produksi RENDAH
And Permintaan NAIK THEN
Produksi Barang BERTAMBAH;
{R2} IF Biaya Produksi STANDAR
THEN Produksi Barang NORMAL;
[R3] IF Biaya Produksi TINGGI
And Permintaan TURUN THEN
Produksi
Barang BERKURANG;

b. Metode Additive (Sum)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \min(1, \mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i])$$

(2)

dengan:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

c. Metode Probabilistik OR (probor)

Pada metode ini, solusi himpunan fuzzy diperoleh dengan cara melakukan

product terhadap semua output daerah fuzzy. Secara umum dituliskan:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i] - (\mu_{sf}[x_i] * \mu_{kf}[x_i]) \quad (3)$$

dengan:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen fuzzy aturan ke-i;

PSO

Particle Swarm Optimization (PSO) adalah teknik optimasi stokastik berbasis populasi yang dikembangkan oleh Dr. Eberhart dan Dr. Kennedy pada tahun 1995. PSO terinspirasi dari tingkah laku sosial kawanan burung atau ikan (Guo & He, 2013). PSO dapat digunakan untuk pencarian solusi yang optimal di dalam ruang pencarian yang luas (Tsai & Shih, 2012). Di dalam PSO, setiap solusi dapat dianggap sebagai patikel atau seekor burung. Burung akan menemukan makanannya melalui usahanya sendiri dan kerja sama sosial dengan burung-burung lain di sekitarnya (Guo & He, 2013). Suatu kawanan burung mencari makanan secara acak di sebuah area. Hanya ada satu potong makanan di area pencarian tersebut. Semua burung tidak mengetahui di mana makanan tersebut berada, tetapi mereka mengetahui seberapa jauh makanan itu pada setiap iterasi. Jadi strategi terbaik untuk menemukan makanan itu adalah dengan cara mengikuti burung yang terdekat dengan makanan tersebut (Tsai & Shih, 2012).

MAPE (Mean Absolute Percentage Error)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase absolut tersebut. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau besar variabel ramalan itu penting dalam mengevaluasi ketepatan ramalan. MAPE mengindikasikan

seberapa besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai nyata.

Untuk mencari MAPE diatas dapat ditentukan melalui persamaan (3 dan 4) berikut ini :

$$\varepsilon_t = A_t - F_t \quad (3)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} * \sum_{t=1}^n \left(\frac{|\varepsilon_t|}{A_t} \right) * \quad (4)$$

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Pengambilan keputusan berbasis logika fuzzy dipengaruhi oleh banyak faktor. Beberapa faktor dominan yang mempengaruhi keputusan tersebut diantaranya adalah model fungsi keanggotaan dan metode FIS. Masing-masing faktor tersebut memberikan hasil yang berbeda dan dapat dibuktikan dalam pengukuran dan analisa.

Metode Pengumpulan Data

Dalam penentuan fungsi keanggotaan *fuzzy inference system*, penulis membutuhkan data input yang terdiri dari tiga variabel dan satu variabel output. Variabel input terdiri dari :

1. Variabel Keahlian
2. Variabel Disiplin
3. Variabel Sikap

Metode Mamdani

Metode defuzzifikasi pada mamdani menggunakan metode Centroid. Perhitungan nilai output (z) untuk centroid ditentukan menggunakan persamaan :

$$z^* = \frac{\int_z z \mu(z) dz}{\int_z \mu(z) dz} \quad (5)$$

PSO (Particle Swarm Optimazation)

Parameter PSO yang digunakan dapat digambarkan pada tabel dibawah ini :

Tabel Parameter PSO

Parameter	Nilai
Maksimal_INPUTS	15
Maksimal_PARTICLES	10
V_Maksimal	1
Ukuran Swarm	100
GLOBAL_Minimal	4
GLOBAL_Maksimal	16
W_UP	1
W_LOW	0
C1	2
C2	2

Parameter pertama adalah jumlah input maximal yaitu 15, jumlah partikel maksimum adalah sebanyak 10, kecepatan partikel (Velocity) adalah 1, jumlah swarm 100, global minimal adalah 4, global maksimal 16, bobot maksimal 1, bobot minimal 0, faktor konstiksi (Constriction) 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengumpulan Data

Mamdani

Mamdani klasik adalah metode FIS mamdani dengan mengacu pada fungsi keanggotaan yang belum teroptimasi. Pada tabel berikut ini ditampilkan hasil penalaran *fuzzy* pada prediksi nilai dosen terbaik dengan membandingkannya dengan nilai dosen yang sesungguhnya.

Tabel Mamdani

No	Mamdani Klasik	Data REAL	No	Mamdani Klasik	Data REAL
1	13,580	14,807	40	13,590	14,840
2	14,000	14,267	41	14,000	15,240
3	12,650	13,420	42	12,000	12,560
4	14,000	15,280	43	13,400	13,880
5	14,000	15,200	44	13,210	14,160
6	14,000	15,240	45	13,360	14,840
7	14,000	15,320	46	13,550	14,280
8	11,000	11,120	47	13,030	14,320
9	13,030	14,720	48	13,610	14,960
10	12,170	13,720	49	11,530	11,720
11	13,440	13,960	50	12,490	12,400
12	14,000	14,560	51	11,800	12,480
13	14,000	14,800	52	12,000	13,560
14	13,800	14,520	53	13,920	15,040
15	14,000	14,960	54	12,000	13,560
16	14,000	15,040	55	13,100	14,760
17	13,670	14,960	56	14,000	15,080
18	13,360	15,520	57	14,000	14,960
19	12,500	13,960	58	14,000	15,200
20	13,230	13,600	59	12,740	13,320
21	11,260	11,440	60	12,150	11,960
22	13,060	13,320	61	12,670	13,000
23	14,000	14,800	62	11,030	11,040
24	13,330	14,400	63	12,600	12,880
25	13,880	14,560	64	13,690	9,920
26	14,000	15,120	65	12,700	13,560
27	13,000	14,880	66	12,640	13,920
28	14,000	15,080	67	13,000	14,120
29	13,000	14,040	68	13,000	14,240
30	13,260	14,400	69	12,970	14,040
31	12,620	14,040	70	14,000	14,480
32	11,740	11,560	71	12,630	14,040
33	11,560	11,800	72	14,000	15,000
34	12,900	14,120	73	13,270	15,160
35	11,830	11,880	74	14,000	15,240
36	13,300	14,360	75	13,000	15,560
37	14,000	14,160	76	13,810	14,720
38	13,460	14,240	77	13,630	15,000
39	13,570	15,120	78	14,000	15,320

Pada tabel di atas, dosen dengan no urut 1 memiliki nilai real sebesar 14,807, dengan metode mamdani klasik diperoleh nilai sebesar 13,580. Demikian juga halnya dengan dosen nomor urut 2, memiliki nilai real sebesar 14,267 dan menggunakan metode mamdani klasik diperoleh nilai sebesar 14,000.

Adapun Perhitungan Manual dalam Metode Mamdani dengan menggunakan Metode Centroid dan Metode Sugeno menggunakan Weghted Average (WA). Langkah-langkah perhitungan manual Metode Centroid

dan Wighted Average (WA) sama, pada penelitian ini penulis akan memaparkan Perhitungan metode centroid menggunakan data real materi, Disiplin dan Sikap.

Tabel Aturan Fuzzy Mamdani

No	IF	Materi	AND Disiplin	AND Sikap	Output
1	IF	Materi	0	0	0
2	IF	Materi	0	0	0
3	IF	Materi	0	0	0
4	IF	Materi	0	0	0
5	IF	Materi	0	0	0,596
6	IF	Materi	0	0	0
7	IF	Materi	0	0	0
8	IF	Materi	0	0	0
9	IF	Materi	0	0	0
10	IF	Materi	0	0	0,596
11	IF	Materi	0	0	0
12	IF	Materi	0	0	0
13	IF	Materi	0	0	0
14	IF	Materi	0	0	0
15	IF	Materi	0	0	0,596
16	IF	Materi	0	0	0
17	IF	Materi	0	0	0
18	IF	Materi	0	0	0
19	IF	Materi	0	0	0
20	IF	Materi	0	0	0,596
21	IF	Materi	0	0,355	0
22	IF	Materi	0	0,355	0
23	IF	Materi	0	0,355	0
24	IF	Materi	0	0,355	0
25	IF	Materi	0	0,355	0,596
26	IF	Materi	0,1	0	0
27	IF	Materi	0,1	0	0
28	IF	Materi	0,1	0	0
29	IF	Materi	0,1	0	0
30	IF	Materi	0,1	0	0,596
31	IF	Materi	0,1	0	0
32	IF	Materi	0,1	0	0
33	IF	Materi	0,1	0	0
34	IF	Materi	0,1	0	0
35	IF	Materi	0,1	0	0,596
36	IF	Materi	0,1	0	0
37	IF	Materi	0,1	0	0
38	IF	Materi	0,1	0	0
39	IF	Materi	0,1	0	0

Mamdani-PSO

Mamdani-PSO adalah metode FIS mamdani dengan mengacu pada fungsi keanggotaan yang telah teroptimasi. Pada tabel berikut ini ditampilkan hasil penalaran fuzzy pada prediksi nilai dosen terbaik dengan membandingkannya dengan nilai dosen yang sesungguhnya.

Tabel Mamdani-PSO

No	Mamdani-PSO	Data REAL	No	Mamdani-PSO	Data REAL
1	14,371	14,807	40	14,366	14,840
2	14,510	14,267	41	15,672	15,240
3	14,375	13,420	42	12,944	12,560
4	14,640	15,280	43	14,471	13,880
5	14,433	15,200	44	14,464	14,160
6	14,690	15,240	45	14,393	14,840
7	14,599	15,320	46	14,435	14,280
8	11,546	11,120	47	14,426	14,320
9	14,409	14,720	48	14,413	14,960
10	13,716	13,720	49	11,714	11,720
11	14,560	13,960	50	12,706	12,400
12	14,781	14,560	51	11,772	12,480
13	14,690	14,800	52	12,057	13,560
14	14,386	14,520	53	14,386	15,040
15	15,693	14,960	54	12,057	13,560
16	14,742	15,040	55	14,409	14,760
17	14,371	14,960	56	14,519	15,080
18	14,413	15,520	57	14,557	14,960
19	14,500	13,960	58	14,599	15,200
20	14,409	13,600	59	14,383	13,320
21	11,637	11,440	60	13,080	11,960
22	14,409	13,320	61	14,417	13,000
23	15,617	14,800	62	11,489	11,040
24	14,409	14,400	63	13,333	12,880
25	14,383	14,560	64	11,813	9,920
26	14,400	15,120	65	14,401	13,560
27	14,426	14,880	66	14,486	13,920
28	14,487	15,080	67	14,471	14,120
29	14,500	14,040	68	14,443	14,240
30	14,409	14,400	69	14,500	14,040
31	14,500	14,040	70	14,400	14,480
32	11,743	11,560	71	14,500	14,040
33	11,714	11,800	72	14,433	15,000
34	14,471	14,120	73	14,352	15,160
35	11,758	11,880	74	14,991	15,240
36	14,417	14,360	75	14,401	15,560
37	14,504	14,160	76	14,421	14,720
38	14,443	14,240	77	14,371	15,000
39	14,369	15,120	78	15,672	15,320

Pada table di atas, dosen dengan no urut 1 memiliki nilai real sebesar 14,807, dengan metode mamdani-PSO diperoleh nilai sebesar 14,371. Demikian juga halnya dengan dosen dengan nomor urut 2, memiliki nilai real sebesar 14,267 dan menggunakan metode mamdani-

PSO diperoleh nilai sebesar 14,510.

Perhitungan Manual Error MAPE

Mamdani

Langkah 1 : Menghitung $|A_t - F_t|$

Pada kuesioner nomor 1 diatas diperoleh data

$$A_t = 13,580$$

$$F_t = 14,807$$

$$\text{Maka } |A_t - F_t| = |13,580 - 14,807| = \mathbf{1,227}$$

Langkah 2 : Menghitung $|A_t - F_t|/A_t$

$$= 1,227 / 13,580 = \mathbf{0,090}$$

Langkah 3 : Menghitung $\sum |A_t - F_t|/A_t$

$$\begin{aligned} \sum |A_t - F_t|/A_t &= (\mathbf{0,090} + 0,019 + 0,061 + 0,091 + \\ &- 0,086 + 0,089 + 0,094 + 0,011 + \\ &F_t/A_t \quad 0,130 + 0,127 + 0,039 + 0,040 + \\ &= 0,057 + 0,052 + 0,069 + 0,074 + \\ &0,094 + 0,162 + 0,117 + 0,028 + \\ &0,016 + 0,020 + 0,057 + 0,080 + \\ &0,049 + 0,080 + 0,145 + 0,077 + \\ &0,080 + 0,086 + 0,113 + 0,015 + \\ &0,021 + 0,095 + 0,004 + 0,080 + \\ &0,011 + 0,058 + 0,114 + 0,092 + \\ &0,089 + 0,047 + 0,036 + 0,072 + \\ &0,111 + 0,054 + 0,099 + 0,099 + + \\ &0,016 + 0,007 + 0,058 + 0,130 + \\ &0,080 + 0,130 + 0,127 + 0,077 + \\ &0,069 + 0,086 + 0,046 + 0,016 + \\ &0,026 + 0,001 + 0,022 + 0,275 + \\ &0,068 + 0,101 + 0,086 + 0,095 + \\ &0,082 + 0,034 + 0,112 + 0,071 + \\ &0,142 + 0,089 + 0,197 + 0,066 + \\ &0,101 + 0,094) \end{aligned}$$

$$\sum |A_t - F_t|/A_t = \mathbf{5,993}$$

Langkah 4 : Menghitung % Error MAPE

$$\% \text{ Error MAPE} = \frac{1}{n} * \sum |A_t - F_t|/A_t$$

$$n = 78$$

$$\% \text{ Error MAPE} = \frac{1}{78} * 5,993$$

$$\% \text{ Error MAPE} = \mathbf{0,076}$$

$$\% \text{ Error MAPE} = \mathbf{7,6\%}$$

KESIMPULAN

Pemanfaatan Metode PSO (Particle Swarm Optimazation) dan MAPE dalam Metode Mamdani memberikan nilai yang lebih kecil. Mamdani-PSO dan MAPE terjadi perbaikan. Untuk penelitian lebih lanjut yang meneliti fungsi keanggotaan fuzzy dan pengaruhnya terhadap hasil keputusan dapat menerapkan model fungsi keanggotaan yang lebih variatif dan Fungsi Keanggotaan Fuzzy lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adewuyi, A.P. 2013. *Performance Evaluation of Mamdani-type and Sugeno-type Fuzzy Inference System Based Controllers for Computer Fan. International Journal Computer Information Technology and Computer Science (IJITCS)* **5** (1)
- [2] Chen, G. & Pham, T.T. 2001. *Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems*. CRC Press : Washington DC
- [3] Fechera B, Kustija. J & Elvyanti. S. 2012. Optimasi Penggunaan *Membership Function* Logika Fuzzy Pada Kasus Identifikasi Kualitas Minyak Transformator. *Electrans* **11** (2) : 1412-3762.
- [4] Nasr, A.S., Rezaei, M & Barmaki, M.D. 2012. *Analysis of Groundwater Quality using Mamdani Fuzzy Inference System (MFIS) in Yazd Province, Iran. International Journal of Computer Applications* **59** (7) : 0975-8887.
- [5] Nezhad, Q.A., Zand, J.P & Hoseini, S.S. 2013. *An Investigation on Fuzzy Logic Controllers (Takagi-Sugeno & Mamdani) in Inverse Pendulum System. International Journal of Fuzzy Logic Systems (IJELS)* **3**(3)
- [6] Richie Cindy Anggria, Afriyudi & Febriyanti Panjaitan 2015, "Penerapan Metode Fuzzy TOPSIS dalam Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja dan Jabatan Karyawan Balai Penelitian Sembawa" Student Colloquium Sistem Informasi & Teknik Informatika (SC-SITI).
- [7] Sri Eniyati, Rina Candra Noor Santi, 2007,

- “Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Prestasi Dosen Berdasarkan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat”, *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK* Volume XV, No.2, Juli 2010:136-142, ISSN : 0854-9524.
- [8] Sumiati & Nuryadhin, S. 2013. *Decision Support Systems In Determining Lecturer's Performance Appraisal Using Fuzzy Database Method of Mamdani's Model (Case Study at the University of Serang Raya)*. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEM)* **2**(11) : 2319-4847.
- [9] Sutojo, T., Mulyanto, E., Suhartono, V. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- [10] Vasant, I.E.P & Webb.J. 2009. *The Application of Mamdani Fuzzy Model for Auto Zoom Function of a Digital Camera*. (IJCSIS) *International Journal of Science and Information Security* **6**(3) : 1947-5500.
- [11] Tsai, S.H. & Shih, K.S. 2012. Observer-based adaptive FNN controller optimized by NAPSOSA for nonlinear time-delay systems. *International Journal of Control, Automation, and Systems* **10**(5) : 861-872.
- [12] Guo, H. & He, J. 2013. *A modified particle swarm optimization algorithm*. *Journal of Computer Science* **10**(2) : 341-346.