

## **PENERAPAN LOGIKA FUZZY DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN PADA SISTEM PENILAIAN BERBASIS KOMPUTER**

Oleh

**I Gede Santi Astawa**  
**Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas MIPA, Universitas Udayana**  
**Kampus Bukit Jimbaran, Badung – Bali**  
**(E-mail: santiastawa@gmail.com, astawa@unud.ac.id )**

### **Abstrak**

Pemanfaatan teknologi informasi di dalam dunia pendidikan dewasa ini berkembang sangat pesat. Fasilitas pembelajaran jarak jauh melalui media internet memungkinkan siswa melakukan pembelajaran mandiri sehingga dapat memperlancar proses belajar mengajar. Selain itu diupayakan pengembangan sistem yang bersifat adaptif sehingga diharapkan mampu mengarahkan proses belajar siswa. Untuk memenuhi harapan ini maka sistem harus dapat memerankan peranan selayaknya seorang pengajar, termasuk di dalamnya melakukan penilaian hasil belajar siswa. Penilaian ini harus dilakukan dengan memperhatikan aturan-aturan penilaian dari seorang pengajar yang berkompeten dibidangnya. Namun karena tidak ada aturan yang jelas dan berlaku umum bagi seorang pengajar dalam melakukan penilaian, maka proses penilaian haruslah dirancang mampu secara adaptif menyesuaikan perhitungannya dengan aturan-aturan penilaian dari pengajar yang menggunakan sistem.

Pada penelitian ini, digunakan pendekatan metode logika fuzzy dan metode jaringan syaraf tiruan dalam melakukan perhitungan penilaian hasil belajar. Dengan menggunakan variabel-variabel penilaian yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif sebagai variabel masukan sistem yang disertai aturan-aturan penilaian seorang pengajar sebagai acuan perhitungan, diharapkan dapat menghasilkan hasil penilaian belajar siswa yang mendekati penilaian sebenarnya dari pengajar tersebut.

**Kata kunci** : metode logika fuzzy, jaringan syaraf tiruan, sistem penilaian berbasis komputer.

### **I. Pendahuluan**

Dalam Rencana Strategis Depertemen Pendidikan Nasional Tahun 2005-2009 disebutkan bahwa salah satu kendala dalam pemerataan pendidikan di Indonesia adalah cakupan geografis yang luas. Hal ini merupakan salah satu faktor yang mengharuskan pengembangan teknologi informasi dan komunikasi (ICT) dalam dunia pendidikan di Indonesia. Agar kualitas sumber daya manusia Indonesia yang merupakan produk dari pendidikan itu semakin baik dan dapat bersaing dalam dunia yang berbasiskan teknologi. Pesatnya perkembangan teknologi informasi, khususnya internet, memungkinkan pengembangan layanan informasi yang lebih baik dalam suatu institusi pendidikan. Dilingkungan perguruan tinggi, pemanfaatan teknologi informasi dapat diwujudkan dalam suatu sistem yang disebut *electronic university* (e-University). Pengembangan *e-University* bertujuan untuk mendukung penyelenggaraan pendidikan, sehingga perguruan tinggi dapat menyediakan layanan informasi yang lebih baik kepada komunitasnya, baik didalam maupun diluar perguruan tinggi tersebut melalui internet. Layanan pendidikan lain yang dapat dilaksanakan melalui sarana internet yaitu dengan menyediakan fasilitas pembelajaran secara online dan dapat diakses oleh siapa saja yang membutuhkan.

Fasilitas pembelajaran melalui media internet memungkinkan siswa melakukan pembelajaran mandiri sehingga dapat memperlancar dan memperluas proses belajar mengajar. Selain itu dengan pengembangan sistem yang bersifat adaptif, diharapkan fasilitas ini mampu mengarahkan proses belajar yang sedang berlangsung, sehingga peruser pembelajaran yang terjadi menyerupai proses pembelajaran di dalam kelas. Untuk memenuhi harapan tersebut maka fasilitas ini harus menyediakan sebuah sistem yang dapat memerankan peranan selayaknya seorang pengajar, termasuk di dalamnya melakukan penilaian hasil belajar siswa. Dalam melakukan perhitungan penilaian, aturan-aturan yang dimiliki seorang pengajar dalam melakukan penilaian harus sangat diperhatikan. Oleh karena itu sistem dapat dirancang sehingga memberikan keleluasaan bagi pengajar untuk menentukan aturan-aturan penilaian yang akan digunakan oleh sistem.

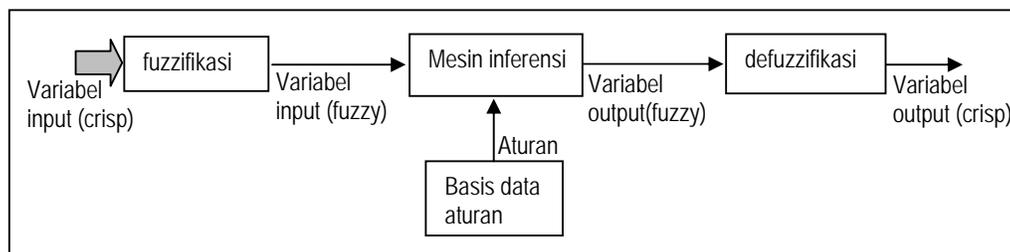
Dalam memberikan penilaian, seorang pengajar dapat menggunakan beberapa faktor, misalnya nilai ujian akhir, nilai ujian tengah, nilai quiz, nilai tugas, kehadiran, dan keaktifan. Akan tetapi aturan-aturan perhitungan nilai akhirnya umumnya berbeda-beda pada masing-masing pengajar. Range penilaian yang digunakan biasanya adalah antara 0 sampai 100. Sehingga apabila membuat aturan dengan cara *crisp* (bilangan desimal), maka akan ada banyak sekali aturan. Untuk menghindari hal ini maka sebaiknya aturan yang dibuat pun harus aturan-aturan yang bersifat simbolik/ aturan yang bersifat *fuzzy*. Contohnya : “jika kondisi nilainya sedikit maka hasilnya sedikit”, “jika kondisi nilainya cukup maka hasilnya cukup”, atau “jika kondisi nilainya banyak maka hasilnya banyak”. Penalaran menggunakan metode logika *fuzzy* dan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan telah banyak dikembangkan dalam berbagai permasalahan, kemampuan metode logika *fuzzy* dalam melakukan penalaran yang mendekati proses penalaran yang dilakukan manusia (pakar) dan kemampuan metode jaringan syaraf tiruan dalam beradaptasi dengan lingkungannya, membuat kedua metode ini secara luas digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Najjaran (2006) yang menyimpulkan bahwa metode logika *fuzzy* baik digunakan dalam menilai sifat korosif dari tanah karena penalarannya menggunakan variabel linguistik sehingga mendekati penalaran yang dilakukan oleh manusia (pakar)[1]. Kesimpulan yang serupa juga dihasilkan oleh Lahsasna (2010) mengenai penilaian kredit [2]. Sementara Vasconcelos(2000), dalam penelitiannya menggunakan metode jaringan syaraf tiruan sebagai metode dalam menentukan penilaian resiko kredit, menyimpulkan bahwa kemampuan jaringan syaraf tiruan dalam mempelajari data-data kredit yang sudah ada sebelumnya, sangat memudahkan dalam pengambilan aturan penilaian resiko kredit.[3].

## II. Perancangan Sistem Penilaian

### 2.1. Perancangan metode logika fuzzy

Metode logika *fuzzy* memiliki keunggulan dalam proses penalaran. Hal ini dimungkinkan mengingat penalaran dalam metode ini menggunakan variabel-variabel yang bersifat linguistik/ variabel simbolik. Proses penalarannya menjadi sangat mendekati penalaran yang dilakukan oleh manusia, karena pada dasarnya seorang manusia akan cenderung menggunakan variabel-variabel simbolik dalam melakukan penalaran, seperti “jika jaraknya masih jauh maka kecepatannya diperbesar”, “jarak jauh” dan “kecepatan besar” merupakan variabel yang bersifat *fuzzy*, karena setiap orang dapat berbeda pendapat dalam menentukan jarak yang dikatakan jauh, atau kecepatan yang dikatakan besar.

Diagram proses penalaran menggunakan metode logika fuzzy dapat digambarkan seperti Gambar 1. berikut:



**Gambar 1. Penalaran logika fuzzy**

Dari Gambar 1., untuk membentuk sebuah sistem penalaran *fuzzy*, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah:

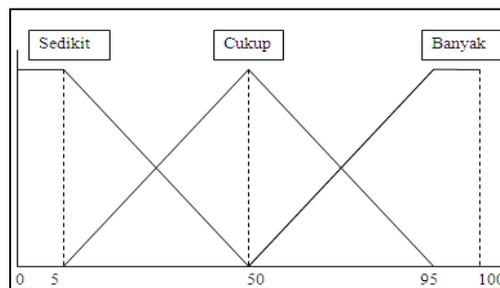
1. Menentukan variabel-variabelnya baik variabel input, maupun variabel output.
2. Menentukan langkah fuzzifikasi, yaitu mentransformasi bentuk variabel input, dari bentuk *crisp* ke bentuk *fuzzy*. Pada langkah ini dibuan fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk masing-masing variabel.
3. Menentukan aturan-aturan yang berlaku pada sistem
4. Menentukan langkah defuzzifikasi, yaitu mentransformasi bentuk variabel output dari bentuk *fuzzy* ke bentuk *crisp*.

**2.1.1. Perancangan fungsi keanggotaan fuzzy**

Sistem yang dirancang memiliki dua variabel input, yaitu nilai kuantitatif yang selanjutnya disebut *nilai*, dan nilai kualitatif yang selanjutnya disebut *absen*(keaktifan). Untuk perancangan fungsi keanggotaan *fuzzy*nya digunakan grafik segitiga dengan tiga macam kriteria yaitu : kecil, sedang, dan besar.

**Fungsi keanggotaan fuzzy untuk nilai kuantitatif (nilai)**

Faktor nilai dirancang memiliki range nilai dari 0 sampai 100, untuk selanjutnya didesain sebuah grafik fungsi keanggotaan seperti terlihat pada Gambar 2. di bawah ini :



**Gambar 2. Fungsi keanggotaan fuzzy untuk nilai**

Secara matematis fungsi diatas dapat dituliskan sebagai berikut:

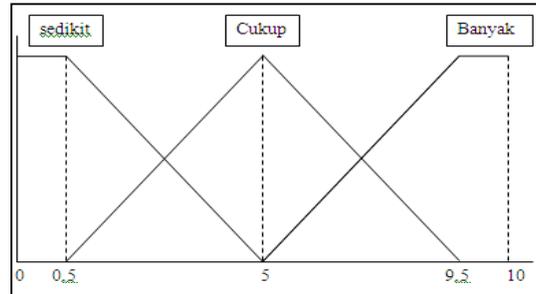
$$\text{nilaiSedikit}(x) = \begin{cases} 1 & , 0 \leq x \leq 5 \\ \frac{50-x}{45} & , (5 \leq x \leq 50) \\ 0 & , (50 \leq x \leq 100) \end{cases}$$

$$\text{nilaiCukup}(x) = \begin{cases} 0 & , ((0 \leq x \leq 5) \text{ atau } (95 \leq x \leq 100)) \\ \frac{x-5}{45} & , (5 \leq x \leq 50) \\ \frac{95-x}{45} & , (50 \leq x \leq 95) \end{cases}$$

$$\text{nilaiBanyak}(x) = \begin{cases} 0 & , (5 \leq x \leq 50) \\ \frac{x-50}{45} & , (50 \leq x \leq 95) \\ 1 & , (95 \leq x \leq 100) \end{cases}$$

**Fungsi keanggotaan fuzzy untuk nilai kualitatif (absen)**

Faktor absen dirancang memiliki range nilai dari 0 sampai 10, untuk selanjutnya didesain sebuah grafik fungsi keanggotaan seperti terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Fungsi keanggotaan fuzzy untuk absen**

Secara matematis fungsi diatas dapat dituliskan sebagai berikut:

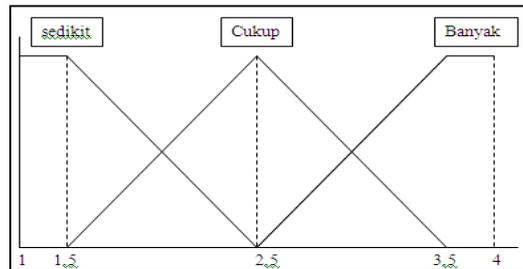
$$\text{absenSedikit}(x) = \begin{cases} 1 & , (0 \leq x \leq 0.5) \\ \frac{5-x}{4.5} & , (0.5 \leq x \leq 5) \\ 0 & , (5 \leq x \leq 10) \end{cases}$$

$$\text{absenCukup}(x) = \begin{cases} 0 & , ((0 \leq x \leq 0.5) \text{ atau } (9.5 \leq x \leq 10)) \\ \frac{x-0.5}{4.5} & , (0.5 \leq x \leq 5) \\ \frac{9.5-x}{4.5} & , (5 \leq x \leq 9.5) \end{cases}$$

$$\text{absenBanyak}(x) = \begin{cases} 0 & , (0 \leq x \leq 5) \\ \frac{x-5}{4.5} & , (5 \leq x \leq 9.5) \\ 1 & , (9.5 \leq x \leq 10) \end{cases}$$

**Fungsi keanggotaan fuzzy untuk hasil**

Variabel hasil dirancang memiliki range nilai dari 1 sampai 4, untuk selanjutnya didesain sebuah grafik fungsi keanggotaan seperti terlihat pada Gambar 4. berikut :



**Gambar 4. Fungsi keanggotaan fuzzy untuk hasil**

Secara matematis fungsi diatas dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{hasilSedikit}(x) = \begin{cases} 1 & , (1 \leq x \leq 1.5) \\ \frac{2.5 - x}{1} & , (1.5 \leq x \leq 2.5) \\ 0 & , (2.5 \leq x \leq 4) \end{cases}$$

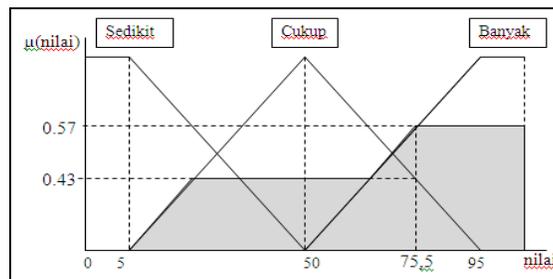
$$\text{hasilCukup}(x) = \begin{cases} 0 & , ((1 \leq x \leq 0.5) \text{ atau } (3.5 \leq x \leq 4)) \\ \frac{x - 0.5}{1} & , (0.5 \leq x \leq 2.5) \\ \frac{3.5 - x}{1} & , (2.5 \leq x \leq 3.5) \end{cases}$$

$$\text{hasilBanyak}(x) = \begin{cases} 0 & , (0 \leq x \leq 0.5) \\ \frac{x - 2.5}{1} & , (0.5 \leq x \leq 2.5) \\ 1 & , (2.5 \leq x \leq 4) \end{cases}$$

Aturan-aturan yang disimpan oleh sistem pada umumnya berbentuk: “*JIKA kondisi1 DAN kondisi2 MAKA hasil*”. Untuk kondisi1 dan kondisi2 bisa ditambahkan dengan fungsi “*sangat*”, fungsi “*agak*” dan juga fungsi “*tidak*”.

**2.1.2. Fuzzyfikasi**

Variabel nilai yang dimasukkan dalam bentuk *crisp*, pertama kali harus dirubah ke dalam bentuk *fuzzy* terlebih dahulu. Untuk merubahnya digunakan fungsi keanggotaan *fuzzy* yang sudah dibuat. Misalkan sebuah input *crisp* 75,5 pada nilai akan dirubah menjadi:  
 pertama: 75,5 akan dihitung pada fungsi nilai sedikit menghasilkan nilai *fuzzy* 0  
 kedua: 75,5 akan dihitung pada fungsi nilai cukup menghasilkan nilai *fuzzy* 0.43  
 ketiga: 75.5 akan dihitung pada fungsi nilai banyak menghasilkan nilai *fuzzy* 0.57  
 kemudian dapat digambarkan dalam grafik fungsi keanggotaan seperti Gambar 5. berikut:



**Gambar 5. Grafik nilai fuzzy untuk nilai =75.5**

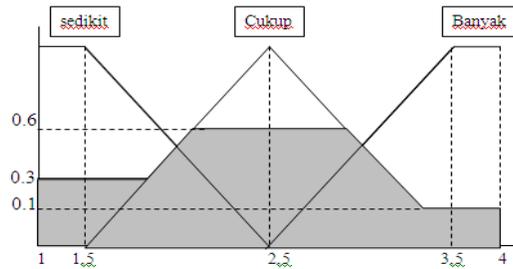
**2.1.3. Defuzzyfikasi**

Untuk melakukan proses defuzzyfikasi digunakan metode *center of area* (COA) dengan perumusan

$$\text{hasil} = \frac{\% \text{hasil sedikit} * \text{sedikit} + \% \text{hasil cukup} * \text{cukup} + \% \text{hasil banyak} * \text{banyak}}{\% \text{hasil sedikit} + \% \text{hasil cukup} + \% \text{hasil banyak}}$$

Contoh:





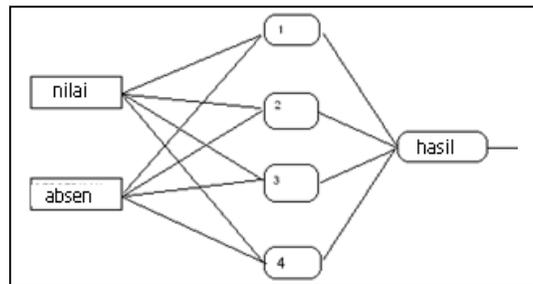
**Gambar 6. Contoh hasil penalaran aturan fuzzy**

Apabila dimiliki gabungan hasil aturan seperti Gambar 6., maka diperoleh hasil berikut.

$$\text{hasil} = \frac{0,3 * 1,5 + 0,6 * 2,5 + 0,1 * 3,5}{0,3 + 0,6 + 0,1} = .2,35$$

## 2.2. Perancangan metode jaringan syaraf tiruan

Masukan pada sistem jaringan syaraf tiruan adalah tetap seperti masukan pada sistem logika fuzzy. Sedangkan untuk nilai keluaran (output) pada sistem logika fuzzy memiliki harga antara 0 – 4, sehingga fungsi aktifasi yang dipilih untuk neuron “hasil (keluaran)” pada Gambar 7. adalah fungsi sigmoid yang memiliki harga antara 0-1. Untuk menyesuaikan dengan nilai keluaran sistem, maka nilai keluaran dari neuron “hasil (keluaran)” pada Gambar 7. dipetakan terlebih dahulu dengan rumusan  $\text{keluaran sistem} = \text{nilai "hasil"} \times 4$ .



**Gambar 7. Struktur jaringan JST**

### 2.2.1. Mekanisme Pembelajaran Sistem (Learning)

Proses pembelajaran menggunakan data-data penilaian pengajar yang sebelumnya ditentukan secara manual. Diambil 70 data penilaian pada mata pelajaran yang sama, dimana 40 diantaranya digunakan sebagai data pembelajaran jaringan syaraf tiruan yang sudah dirancang. Pembelajaran menggunakan metode backpropagation dengan faktor kesalahan dihitung dengan metode *mean square error* (MSE) dimana perumusannya adalah  $MSE = \frac{\sum \text{Error}^2}{\text{jumlah data}}$  dan toleransi MSE dalam pembelajaran ditetapkan 0,001.

## III. Implementasi sistem penilaian berbasis komputer

Metode logika fuzzy dan metode jaringan syaraf tiruan pada pembahasan sebelumnya kemudian diaplikasikan pada proses perhitungan penilaian. Masukan dari sistem adalah nilai (0-100) yang merupakan nilai total dari nilai ujian akhir, ujian tengah, dan tugas atau quiz. Dan absen (0-10) yang dihitung menggunakan persentasi absen dan keaktifan siswa. Gambar 8. Merupakan tampilan sistem penilaian menggunakan metode logika fuzzy, dimana pengguna juga dapat melihat nilai keanggotaan fuzzy dari variabel masukan dan juga variabel keluaran.

**Gambar 8. Tampilan sistem penilaian dengan metode logika fuzzy**

Pada aplikasi Gambar 8., pengguna diminta untuk memasukkan nilai mahasiswa dan nilai faktor pendukung lain dalam bentuk *crisp*. Selanjutnya sistem akan menghitung nilai keanggotaan *fuzzy* dari masing-masing masukan, dan mengenakannya pada semua aturan yang dimiliki sistem. Setelah didapatkan gabungan dari kesimpulan seluruh aturan, maka dilakukan proses defuzzyfikasi.

Pada proses perhitungan penilaian menggunakan metode logika *fuzzy*, sistem meminta basis data aturan penilaian dosen sebagai dasar melakukan penilaian. Karena aturan penilaian dari beberapa pengajar cenderung berbeda-beda, maka sistem menyediakan fasilitas bagi seorang dosen untuk memasukkan aturan-aturan penilaiannya. Gambar 9. di bawah ini adalah gambar ketika seorang pengajar memasukkan aturan penilaiannya ke dalam sistem yang kemudian disimpan oleh sistem sebagai dasar perhitungan logika *fuzzy*.

**Gambar 9. Tampilan untuk memasukkan aturan-aturan penilaian ke dalam sistem**

Pada proses Gambar 9. di atas, pengajar dapat menambah atau mengurangi aturan penilaiannya, sedangkan keseluruhan aturan yang sudah dimasukkan dapat dilihat pada bagian bawah tampilan tersebut.

Berbeda dengan perhitungan menggunakan metode logika *fuzzy*, metode jaringan syaraf tiruan tidak memerlukan data aturan penilaian, karena sistem jaringan syaraf tiruan akan secara langsung mempelajari aturan-aturan penilaian tersebut berdasarkan pada data-data penilaian sebelumnya. Oleh karena itu sebelum sistem siap untuk digunakan maka terlebih dahulu sistem harus melewati proses belajar untuk menentukan harga dari masing-masing bobotnya.



Gambar 10. Tampilan sistem penilaian dengan metode JST

Pada Gambar 10., pengguna dapat melakukan proses belajar dengan menekan tombol “ulangi” dengan terlebih dahulu menentukan kecepatan belajar dan toleransi kesalahannya. Ketika proses belajar sistem akan otomatis mengambil nilai random sebagai nilai bobotnya mula-mula, kemudian mempelajari semua data belajar sehingga nantinya ditemukan nilai dari bobot yang sesuai.

Untuk melakukan penilaian, pengguna diminta memasukkan nilai mahasiswa dan nilai faktor lain, kemudian dengan menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid* akan didapatkan keluaran sistem antara 0 sampai 1. Keluaran JST ini kemudian dipetakan ke dalam nilai akhir yang berkisar antara 0 sampai 4.

#### IV. Hasil dan Pembahasan

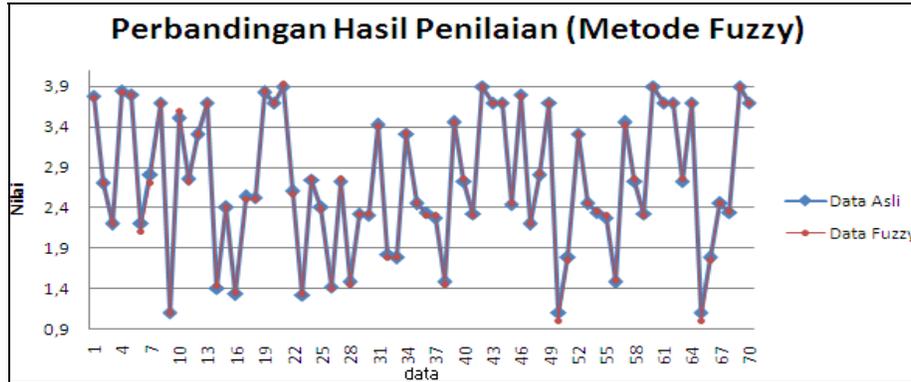
##### 4.1. Logika fuzzy

Penelitian dilakukan terhadap 70 data penilaian oleh seorang pengajar pada suatu mata pelajaran tertentu. Tabel 1. merupakan aturan penilaian dari pengajar yang dipilih dalam penelitian.

Tabel 1. Aturan penilaian seorang dosen

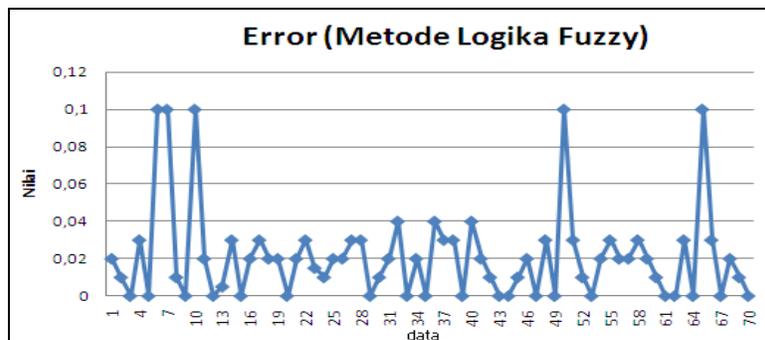
Nomor	Kondisi		Kesimpulan
	Nilai	Faktor lain	
1	Sedikit	Sedikit	Sangat sedikit
2	Sedikit	Cukup	Sedikit
3	Sedikit	Banyak	Sedikit
4	Cukup	Sedikit	Sedikit
5	Cukup	Cukup	Agak cukup
6	Cukup	Banyak	Cukup
7	Banyak	Sedikit	Sangat cukup
8	Banyak	Cukup	Agak banyak
9	Banyak	Banyak	Banyak

Dengan menggunakan fungsi keanggotaan *fuzzy* seperti Gambar 2., Gambar 3., dan Gambar 4., perbandingan hasil dari perhitungan logika *fuzzy* dengan penilaian sebenarnya oleh dosen untuk 70 data yang digunakan dalam percobaan dapat dilihat seperti grafik pada Gambar 11. berikut.



**Gambar 11. Perbandingan hasil penilaian fuzzy dengan hasil penilaian sebenarnya dari seorang pengajar**

Dari hasil perbandingan penilaian seperti terlihat pada Gambar 11., secara umum dapat disimpulkan bahwa hasil penilaian menggunakan logika *fuzzy* sudah mampu mendekati hasil penilaian sebenarnya yang dilakukan seorang pengajar. Kesimpulan ini dapat dipertegas dengan melihat grafik error yang terjadi pada 70 data percobaan yang digunakan. Gambar 12. merupakan grafik error penilaian menggunakan metode logika *fuzzy* apabila dibandingkan dengan hasil penilaian sebenarnya dari seorang pengajar.

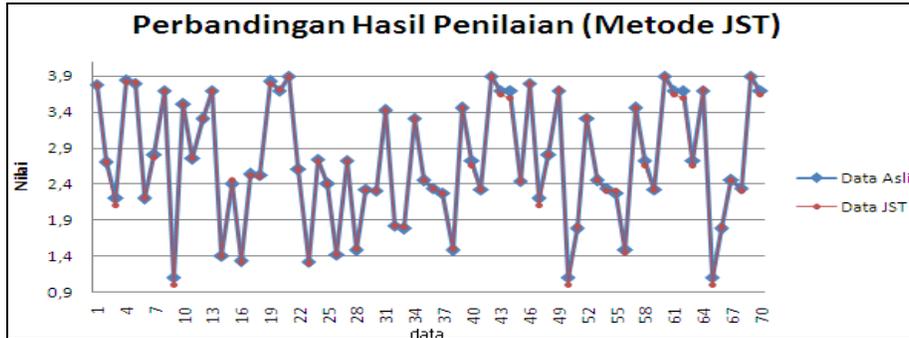


**Gambar 12. Grafik error pada 70 data percobaan menggunakan metode logika fuzzy**

Rata-rata error pada Gambar 12. adalah 0,028571, dengan error terbesar adalah 0,1.

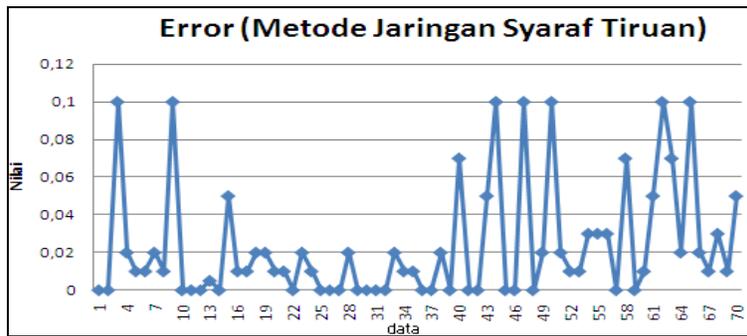
#### 4.2. Jaringan syaraf tiruan

Selanjutnya data penelitian yang sama juga digunakan untuk menguji sistem penilaian menggunakan metode jaringan syaraf tiruan. Pertama kali jaringan digunakan untuk mempelajari 40 data percobaan yang diambil secara acak dari 70 data penilaian yang ada, kemudian jaringan yang sudah terbentuk digunakan untuk menilai kembali data 70 siswa pada data percobaan. Gambar 13. merupakan perbandingan hasil penilaian menggunakan metode jaringan syaraf tiruan yang dibandingkan dengan data hasil penilaian sebenarnya dari seorang pengajar.



**Gambar 13. Perbandingan hasil penilaian metode JST dengan hasil penilaian sebenarnya dari seorang pengajar**

Berdasarkan grafik perbandingan pada Gambar 13., dapat dilihat bahwa hasil penilaian menggunakan metode jaringan syaraf tiruan juga mampu mendekati hasil penilaian sebenarnya dari seorang pengajar. Gambar 14. merupakan error yang terjadi pada 70 data percobaan yang digunakan.



**Gambar 14. Grafik error pada 70 data percobaan menggunakan metode JST**

Rata-rata error yang terjadi pada grafik Gambar 15. adalah 0,023214, dengan error terbesar adalah 0,1.

## V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan tersebut maka diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Sistem penilaian dengan menggunakan metode logika *fuzzy* atau metode jaringan syaraf tiruan sebagai dasar perhitungan memungkinkan sebuah system penilaian menilai hasil belajar siswa sesuai dengan aturan-aturan penilaian yang dimiliki oleh seorang pengajar. Sehingga system tersebut dapat dianggap sudah mampu menilai hasil belajar siswa selayaknya seorang pengajar.
2. Hasil penilaian pada 70 data percobaan dengan menggunakan metode logika *fuzzy* mampu mendekati hasil penilaian dari pengajar, dimana terdapat rata-rata kesalahan sebesar 0,028571 pada skala 0-4.
3. Hasil penilaian pada 70 data percobaan dengan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan mampu mendekati hasil penilaian dari pengajar, dimana terdapat rata-rata kesalahan sebesar 0,023214 pada skala 0-4.
4. Sistem penilaian dengan metode logika *fuzzy* sangat baik digunakan untuk proses penalaran, namun seringkali seorang pengajar tidak dapat menuangkan aturan-aturan penilaiannya dengan jelas ke dalam sebuah basis aturan.
5. Sistem penilaian dengan metode JST mampu secara otomatis mengambil aturan-aturan penilaian seorang pengajar berdasarkan data penilaian pengajar tersebut, namun system ini tidak dapat menjelaskan proses penalaran yang dilakukannya.

## VI. Saran

Walaupun sistem penilaian yang dikembangkan pada penelitian ini sudah mampu melakukan penilaian selayaknya seorang pengajar, namun untuk memperbaiki kelemahan-kelemahan dari kedua metode yang digunakan, dapat dikembangkan sistem penilaian dengan menggunakan metode *neural fuzzy* yang merupakan penggabungan dari metode logika *fuzzy* dan metode jaringan syaraf tiruan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Najjaran, H., Sadiq, R., Rajani, B.B., 2006, Sistem pakar fuzzy untuk menilai korosi cast/ductile iron pipes from backfill properties cor / pipa besi ulet dari properti backfill, *Computer-Aided Teknik Sipil dan Infrastruktur*, v. 21, no. v. 21, no. 1, January 2006, pp. 67-77. 1, Januari 2006, hlm 67-77.
2. Lahsasna, A., Ainon, N., Wah, T., 2010, Credit Scoring Model Menggunakan Perangkat Lunak Computing Methods: A Survey Metode Komputasi: Sebuah Survei, *Journal Arab Internasional Teknologi Informasi*, Vol. 7, No. 2, April 2010 7, No 2 April 2010.
3. Vasconcelos, G.C., Adeodato, L., Monteiro, P., 2000, A Neural Network Based Solution for the Credit Risk Assessment Problems, *Proceedings of the IV Brazilian Conference on NN*, pp. 269-274, Brazil.
4. George J. Klir, Bo Yuan, 1995, *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic (Theory and Applications)*, Prentice-Hall Inc.
5. Negnevitsky, M., 2002, *Artificial Intelligence : a guide to intelligent systems*, Pearson Education, Inc., England.