

SISTEM TUTORIAL ADAPTIF : NEURO FUZZY DALAM PENENTUAN HASIL BELAJAR

I Gede Santi Astawa

Program Studi Teknik Informatika,
Jurusan Ilmu Komputer,
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Email: santi.astawa@cs.unud.ac.id

ABSTRAK

Penilaian menjadi hal yang sangat penting untuk mendukung sifat adaptif dari sistem tutorial adaptif. Penilaian sangat bergantung pada standard aturan penilaian guru, namun setiap guru cenderung memiliki standard penilaian yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini, tahap belajar dibagi ke dalam empat tahap yaitu tahap membaca, memahami, mencoba, dan melatih, dimana pada setiap tahap siswa diwajibkan mengerjakan beberapa soal dengan tingkat kesulitan yang disesuaikan. Aturan penilaian didasarkan pada faktor nilai dan waktu latihan pada setiap tahap belajar siswa. Dalam memenuhi standard aturan penilaian dari guru, digunakan metode *neuro fuzzy* yang mampu melakukan penalaran dan juga secara otomatis mempelajari aturan guru dari data-data penilaian guru tersebut sebelumnya.

Kata kunci : Penilaian, *neuro fuzzy*.

ABSTRACT

Assessment becomes very important to support the adaptive nature of the adaptive tutorial systems. Assessment relies on the standard rules of teachers, but every teacher have a different standard in assessment. In this study, the learning process divided into four phases, namely the stage read, understand, tried, and the train stage, where at each stage students are required to work on some problems with adjustable levels of difficulty. Scoring rules are based on the value factor and exercise time at each stage of student learning. In learning the standard rules of teacher assessment, neuro-fuzzy method is used because this method able to perform reasoning and also automatically learn the rules of teachers from teacher assessment data beforehand.

Keys : *Assessment, neuro fuzzy*.

PENDAHULUAN

Kecemasan siswa merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi hasil belajar siswa[1]. Beberapa hal berpengaruh pada kecemasan dalam diri siswa, seperti tegang saat mengerjakan soal atau saat kelas dimulai, pesimis akan kemampuannya, khawatir jika hasil pekerjaannya buruk, dan juga ketakutan akan ditertawakan oleh teman yang lainnya [2,3]. Kecemasan juga muncul dari faktor di luar diri siswa, seperti: cerita buruk mengenai suatu mata pelajaran, sikap guru, dan juga tingkat persaingan di kelas yang siswa rasakan[1].

Metode belajar mandiri berbantuan komputer dalam proses pembelajaran dikembangkan untuk mengatasi permasalahan kecemasan siswa dalam belajar di kelas. Kombinasi metode kecerdasan buatan, pengetahuan kognitif, dan teknologi modern pada proses pembelajaran akan menghasilkan sebuah sistem pembelajaran yang efektif yang selanjutnya dikenal dengan istilah *Intelligent Computer-Aided Instruction (ICAI)*[4]. Pada beberapa penelitian ICAI dihubungkan dengan sistem yang menggunakan konten pembelajaran dan strategi pengajaran sebagai basis data pengetahuan, kemudian menggunakan penalaran berdasarkan pemahaman siswa untuk secara dinamis melakukan adaptasi pada proses pembelajaran, sistem ini dikenal dengan sistem tutorial adaptif [5,6].

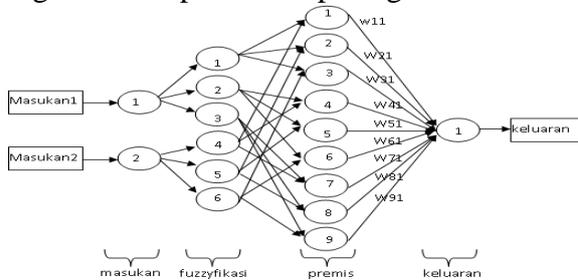
Fokus penelitian pada sistem tutorial adaptif adalah bagaimana melakukan penalaran berdasarkan pada pemahaman siswa, karena tidak ada aturan yang jelas dan berlaku umum dalam menilai performa belajar siswa. Hal ini disebabkan karena setiap guru memiliki standar penilaian yang berbeda-beda, dan setiap mata pelajaran juga menuntut tingkat pemahaman yang berbeda-

beda[7]. Beberapa metode digunakan untuk melakukan penalaran pemahaman siswa, seperti metode berbasis aturan yang dikembangkan oleh Liegle dan Woo (1999) dan juga oleh Zarlis (2000), kemudian Conati (2002) menambahkan perhitungan tingkat kepastian dari kesimpulan yang dihasilkan[8,5,9]. Hasil penalaran yang baik adalah keunggulan dari metode ini karena aturan-aturan yang digunakan diambil langsung dari pakar di bidangnya. Akan tetapi aturan yang digunakan belum tentu mampu memenuhi standar semua guru dan mata pelajaran. Metode lain yang dikembangkan adalah metode jaringan syaraf tiruan atau kombinasinya dengan metode logika *fuzzy*. Seperti penelitian Stathacopoulou dan Magoulas, yang menggunakan *neural network*, dan *neuro fuzzy* dalam menentukan kategori kemajuan tingkat pengetahuan siswa[10]. Sevarac (2006) juga menggunakan metode *neuro fuzzy* dalam menentukan kelas hasil belajar siswa[7]. Dan juga penelitian yang dilakukan Nyen (2009) yang menggunakan metode *adaptif neuro fuzzy* dalam menentukan kategori performa belajar siswa[11]. Keunggulan metode jaringan syaraf tiruan dalam mempelajari lingkungannya, dan kemampuan logika *fuzzy* dalam melakukan penalaran menjadikan sistem yang dihasilkan mampu beradaptasi dalam memenuhi standar guru dan standar mata pelajaran[12]. Sistem juga dapat dirancang dengan memperhatikan banyak faktor penilaian tanpa harus menanyakan aturan-aturan yang kemungkinan besar tidak dapat diungkapkan oleh guru.

1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *neuro fuzzy* dalam menghitung tingkat kelulusan siswa yang nilainya berkisar antara nol sampai satu (0 untuk pasti tidak lulus dan 1 untuk pasti lulus). Karena hasilnya berupa tingkat kelulusan yang memiliki kisaran

nilai antara 0 sampai dengan 1, maka sistem diharapkan mampu digunakan untuk beberapa materi pelajaran yang menuntut tingkat kelulusan yang berbeda-beda. Struktur jaringan *neuro fuzzy* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Struktur jaringan *neuro fuzzy*

Pada gambar 1, jaringan *neuro fuzzy* memiliki empat lapisan sebagai berikut:

- Lapisan pertama adalah lapisan masukan, berisi nilai *crisp* dari masing-masing masukan.
- Lapisan kedua berisi nilai *fuzzy* dari masing-masing masukan, dengan menggunakan fungsi segitiga sebagai fungsi keanggotaan *fuzzy*.
- Lapisan ketiga merupakan kombinasi dari semua nilai *fuzzy* yang mungkin. Operator yang digunakan adalah operator “AND”.
- Lapisan keempat merupakan keluaran sistem *neuro fuzzy*, untuk menghitung nilai keluaran pada jaringan neural ini digunakan fungsi *sigmoid* sehingga didapatkan nilai keluaran yang berkisar antara 0 sampai 1.

Pembelajaran jaringan *neuro fuzzy* menggunakan metode *backpropagation* dilakukan untuk menentukan bobot-bobot diantara lapisan ketiga dan keempat untuk setiap tahap belajar. Sehingga setiap tahap belajar memiliki kombinasi bobot yang berbeda sesuai dengan data penilaian yang sebelumnya diberikan oleh guru.

Di bawah ini adalah algoritma *backpropagation*, [12] :

- Inisialisasi bobot (ambil secara random dengan nilai yang cukup

kecil), Toleransi rata-rata dari harga mutlak kesalahan, dan kecepatan pembelajaran (α) yang digunakan.

- Hitung rata-rata dari harga mutlak kesalahan yang terjadi berdasarkan bobot-bobot yang telah dibangkitkan, dengan merambatkan maju semua data pelatihan.
- Kerjakan langkah-langkah berikut selama rata-rata dari harga mutlak kesalahan $>$ toleransi rata-rata dari harga mutlak kesalahan:

1. Untuk setiap pasangan data pembelajaran, kerjakan:

Forward

- Masing-masing unit pada tiap lapisan menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot yang diterimanya kemudian menghitung nilai keluarannya sesuai dengan fungsi aktivasi yang dimilikinya, dan meneruskan nilai keluaran tersebut ke lapisan berikutnya.

- Masing-masing unit keluaran menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot yang diterimanya kemudian menghitung nilai keluarannya (y) sesuai dengan fungsi aktivasi yang dimilikinya.

Backward

- Masing-masing unit keluaran menerima target yang berhubungan dari data pelatihan yang dimiliki. Nilai target dan nilai keluaran pada tahap *forward* kemudian dibandingkan untuk mendapatkan nilai *kesalahan* (e) yang terjadi.

- Hitung *gradient error* untuk setiap neuron pada lapisan keluaran, dengan rumus

$$\delta_k(p) = y_k(p) \times [1 - y_k(p)] \times e_k(p)$$

Kemudian hitung nilai perbaikan bobotnya dengan rumus

$$\Delta w_{jk}(p) = \alpha \times y_j(p) \times \delta_k(p).$$

Dan tambahkan nilai dari perbaikan bobot ini pada nilai bobot yang bersesuaian.

- Hitung *gradient error* untuk setiap neuron pada lapisan tersembunyi, dengan rumus

$$\delta_j(p) = y_j(p) \times [1 - y_j(p)] \times \sum_{k=1}^l [\delta_k(p) \times w_{jk}(p)].$$

Kemudian hitung nilai perbaikan bobotnya dengan rumus $\Delta w_{ij}(p) = \alpha \times x_i(p) \times \delta_j(p)$. Dan

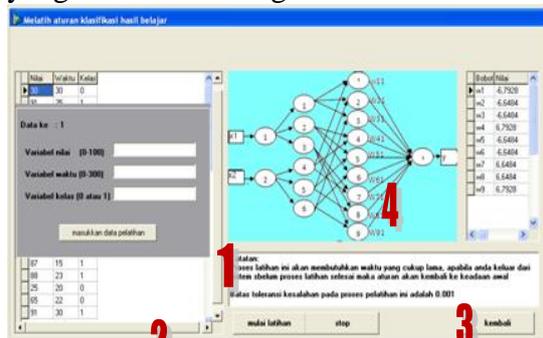
tambahkan nilai dari perbaikan bobot ini pada nilai bobot yang bersesuaian.

2. Hitung rata-rata dari harga mutlak kesalahan untuk semua data pelatihan yang dimiliki berdasarkan bobot-bobot yang baru diperbaiki.

3. Simpan bobot-bobot hasil pelatihan.

IMPLEMENTASI

Tujuan sistem adalah untuk mengambil aturan penilaian dari seorang guru menggunakan metode *neuro fuzzy*. Untuk mendukung tujuan ini dibuatkan tampilan seperti terlihat pada gambar 2 yang dapat digunakan guru dalam melakukan pelatihan jaringan *neuro fuzzy* yang sudah dirancang.



Gambar 2. Tampilan untuk melatih jaringan *neuro fuzzy*

Langkah pertama yang dilakukan guru dalam proses pelatihan ini adalah memberikan data-data pelatihan pada bagian yang ditandai dengan angka 1, apabila seorang guru sudah selesai memasukkan semua data pelatihan, maka guru tersebut dapat melihat semua data pelatihan pada bagian yang ditandai dengan angka 2. Bagian yang ditandai dengan angka 3 merupakan penjelasan tentang proses pelatihan, seperti perkiraan waktu latihan, dan toleransi kesalahan dalam proses pelatihan. Setelah proses

pelatihan jaringan *neuro fuzzy* selesai, maka kombinasi bobot-bobot jaringan *neuro fuzzy* yang didapatkan ditampilkan pada bagian yang ditandai dengan angka 4. Proses pelatihan seperti terlihat pada gambar 2, digunakan untuk melatih dan mendapatkan kombinasi bobot pada setiap tahap belajar, yaitu tahap membaca, tahap soal pemahaman, dan tahap soal latihan.

2. Hasil dan Pembahasan

Salah satu tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk menganalisa tingkat keberhasilan metode *neuro fuzzy* dalam mengambil aturan dari guru dalam melakukan penilaian dan menentukan tingkat kelulusan siswa berdasarkan aturan yang sudah dipelajari. Untuk melakukan penelitian ini, pertama-tama diambil data-data penilaian kelulusan dari seorang guru. Guru diperlihatkan materi dan soal yang dikerjakan siswa, kemudian diberikan 30 sampai 50 data nilai dan waktu siswa dalam mengerjakannya, setelah memahami maksud data guru tersebut diminta menentukan siswa-siswa mana saja yang lulus dan mana yang tidak lulus. Sehingga didapatkan data-data penilaian kelulusan dari guru tersebut.

Ada dua tahap dalam penelitian tingkat keberhasilan metode *neuro fuzzy* dalam penelitian ini, yaitu: pengujian metode *neuro fuzzy* dalam menentukan nilai kepercayaan tingkat kelulusan siswa dan pengujian metode *neuro fuzzy* dalam mengambil aturan penilaian dari beberapa orang guru yang berbeda.

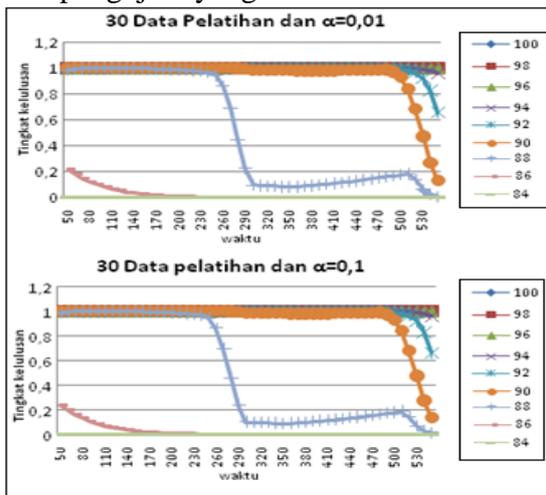
2.1. Pengujian sistem dalam menilai tingkat kelulusan siswa

Data-data penilaian dipelajari oleh jaringan *neuro fuzzy* yang dimiliki sistem dengan toleransi kesalahan rata-rata sebesar 0.001, kemudian diperoleh hasil pada tabel 1.

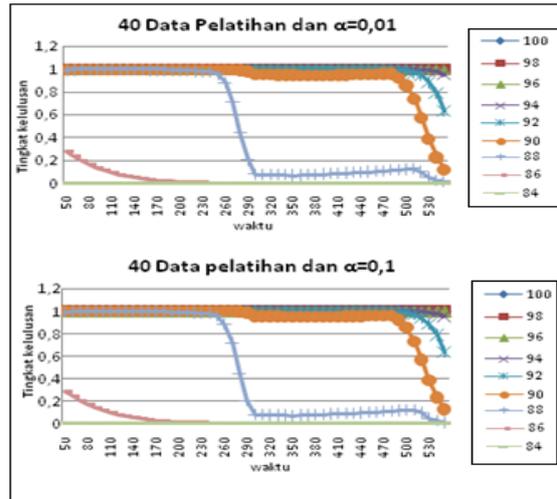
Tabel 1. Bobot-bobot pada jaringan yang telah dilatih

Data pelatihan	$\alpha=0,01$	$\alpha=0,1$
30 data	w11= -6,8047 w21= -6,8064 w31= -6,5885 w41= 6,5568 w51= 5,5575 w61= -15,7076 w71= 6,5572 w81= 6,7082 w91= 14,4626	w11= -6,8364 w21= -6,8064 w31= -6,4918 w41= 6,4918 w51= 5,6575 w61= -15,7088 w71= 6,5565 w81= 6,7181 w91= 14,4716
40 data	w11= -6,9138 w21= -6,8362 w31= -6,5568 w41= 6,5568 w51= 5,6475 w61= -15,7122 w71= 6,5573 w81= 6,7182 w91= 14,4624	w11= -6,9057 w21= -6,8364 w31= -6,5585 w41= 6,5561 w51= 5,6575 w61= -15,7088 w71= 6,557 w81= 6,7172 w91= 14,4656
50 data	w11= -6,9047 w21= -6,8364 w31= -6,5885 w41= 6,5568 w51= 5,6575 w61= -15,7088 w71= 6,557 w81= 6,7182 w91= 14,4626	w11= -6,9047 w21= -6,8364 w31= -6,5885 w41= 6,5568 w51= 5,6575 w61= -15,7088 w71= 6,557 w81= 6,7182 w91= 14,4626

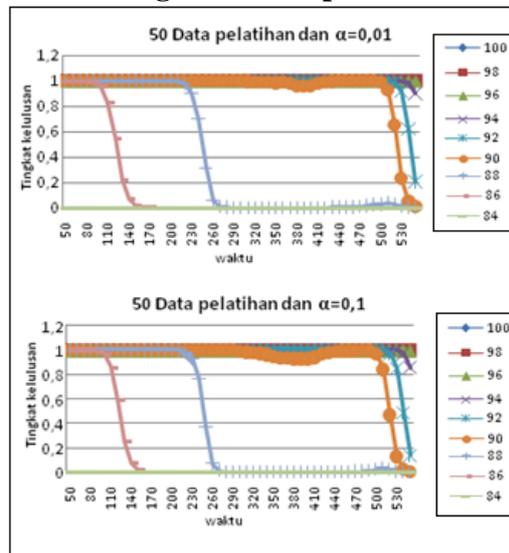
Setelah selesai mempelajari tingkat kelulusan dari data penilaian guru, selanjutnya jaringan *neuro fuzzy* diujikan pada data nilai antara 70 sampai 100, dan waktu antara 50-600 detik. Gambar 3 sampai gambar 5 berikut ini adalah hasil dari pengujian yang dilakukan.



Gambar 3. Hasil pengujian jaringan dengan 30 data pelatihan



Gambar 4. Hasil pengujian jaringan dengan 40 data pelatihan



Gambar 5. Hasil pengujian jaringan dengan 50 data pelatihan

Pada gambar 3 sampai gambar 5 dapat dilihat bahwa tingkat kelulusan bernilai satu untuk nilai di atas 90. Untuk nilai belajar 90, apabila waktunya kurang dari 500 detik maka kelulusan adalah satu, sedangkan untuk waktu di atas 500 detik tingkat kelulusannya turun secara linear terhadap waktu. Begitu juga untuk nilai belajar 88 dan 86, waktu sangat mempengaruhi tingkat kelulusan siswa. Untuk nilai di bawah 84 maka tingkat kelulusannya adalah nol. Jadi dapat disimpulkan bahwa tingkat kelulusan akan semakin membesar apabila nilai semakin besar atau waktu semakin kecil,

hal ini sesuai dengan karakteristik dari tingkat kelulusan yang diinginkan. Dari gambar 8 sampai gambar 10 juga terlihat bahwa semakin banyak data pelatihan yang digunakan maka hasilnya semakin baik.

Dari pengujian yang dilakukan di atas, dapat disimpulkan bahwa Berdasarkan hasil ketiga percobaan di atas, dapat disimpulkan bahwa metode *neuro fuzzy* dapat digunakan sebagai penentu tingkat kelulusan siswa. Dan semakin banyak variasi data yang digunakan dalam proses pelatihan, maka hasil yang didapatkan akan semakin mendekati aturan yang sebenarnya.

2.2. Pengujian sistem dalam mengambil aturan penilaian dari beberapa orang guru yang berbeda.

Selanjutnya dilakukan penelitian menggunakan metode *neuro fuzzy* untuk mengambil aturan penilaian dari beberapa data penilaian pada kasus yang sama. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan metode *neuro fuzzy* dalam mengakuisisi aturan penilaian dari seorang guru. Untuk melakukan pengujian ini, pertama diambil data-data penilaian dari beberapa orang guru yang berbeda, selanjutnya data-data tersebut dilatihkan pada jaringan *neuro fuzzy* yang sudah dirancang. Kombinasi bobot hasil pelatihan digunakan untuk menilai data nilai belajar antara 70 sampai 100, dengan waktu belajar antara 30 sampai 200 detik. Hasil penilaian jaringan *neuro fuzzy* akan menunjukkan hubungan antara tingkat kelulusan dengan nilai belajar dan hubungan antara tingkat kelulusan dengan waktu belajar. Dari hasil penilaian jaringan *neuro fuzzy* didapatkan aturan-aturan penilaian dengan nilai belajar dan waktu sebagai fakta dan tingkat kelulusan sebagai kesimpulannya. Tingkat keberhasilan dari pengujian ini dilihat dari kesamaan hasil penilaian guru dengan hasil berdasarkan aturan yang

didapatkan untuk semua data penilaian yang digunakan.

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil aturan-aturan guru yang dipelajari jaringan *neuro fuzzy* seperti terlihat pada tabel 4.

Tabel 2. Aturan penilaian hasil pelatihan jaringan *neuro fuzzy*

Data guru	Aturan dengan <i>neuro fuzzy</i>
A	<ul style="list-style-type: none"> • Apabila nilai lebih besar dari 92, maka kesimpulan penilaiannya adalah pasti lulus. • Apabila nilai 90, maka tingkat kepercayaan kelulusan berkisar antara 0,5 sampai 1 tergantung pada waktu yang digunakan. • Apabila nilai antara 80 sampai 88, maka tingkat kepercayaan kelulusan berkisar antara 0 dan 1 tergantung pada waktu yang digunakan dengan batas waktu lulus adalah 62 detik. • Apabila nilai 78, maka tingkat kepercayaan kelulusan berkisar antara 0 sampai 0,5 tergantung pada waktu yang digunakan. • Apabila nilai lebih kecil dari 76, maka kesimpulan penilaiannya adalah pasti tidak lulus.
B	<ul style="list-style-type: none"> • Nilai siswa 92 ke atas, tingkat kelulusannya 1, • Nilai siswa 76 ke bawah, tingkat kelulusannya 0. • Nilai siswa 90, tingkat kelulusan antara 0,76 sampai 1 bergantung pada waktu. • Nilai siswa 78, tingkat kelulusan antara 0-0,35 bergantung pada waktu. • Nilai siswa 80-88, tingkat kelulusan antara 0-1 bergantung pada waktu.
C	<ul style="list-style-type: none"> • Nilai siswa 80 ke atas, tingkat kelulusannya adalah 1. • Nilai siswa 76 ke bawah, tingkat kelulusannya adalah 0. • Nilai siswa 78, tingkat kelulusannya 0,35.
D	<ul style="list-style-type: none"> • Sama dengan aturan penilaian data A.
E	<ul style="list-style-type: none"> • Nilai siswa 92 ke atas, tingkat kelulusannya adalah 1. • Nilai siswa 88 ke bawah, tingkat kelulusannya adalah 0. • Nilai siswa 90, tingkat kelulusan sekitar 0,55.

Aturan-aturan pada tabel 4 kemudian diuji dengan data penilaian guru yang sebelumnya digunakan sebagai data pelatihan. Dari semua data belajar siswa yang digunakan, hasil penilaian oleh guru dan hasil penilaian berdasarkan aturan yang diperoleh menunjukkan bahwa metode *neuro fuzzy* dapat digunakan sebagai metode untuk mengambil aturan penilaian kelulusan dari guru yang berbeda-beda.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai tingkat kelulusan yang dihasilkan oleh metode *neuro fuzzy* sesuai dengan sifat tingkat kelulusan, dimana tingkat kelulusan akan semakin besar apabila nilai belajar semakin besar atau waktu belajar semakin cepat.

2. Pada lima kasus guru yang berbeda, hasil penilaian menggunakan aturan penilaian yang didapatkan dengan metode *neuro fuzzy* sama dengan hasil penilaian dari guru. Sehingga dapat dikatakan bahwa metode *neuro fuzzy* yang dirancang dapat digunakan sebagai metode dalam mengambil atau mengakuisisi aturan penilaian dari seorang guru.

Penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, adapun kelemahan dari penelitian ini adalah, sistem dalam penelitian ini menggunakan metode *neuro fuzzy* sebagai metode untuk mengambil aturan penilaian seorang guru. Rata-rata waktu yang diperlukan untuk pelatihan jaringan neural relatif lama (kurang lebih 5-10 menit), akan tetapi mengingat keterbatasan waktu penelitian, hal ini belum dibahas di dalam penelitian.

SARAN

Mengacu pada kelemahan yang telah diuraikan pada subbab sebelumnya maka untuk menyempurnakan hasil

penelitian ini dimungkinkan melakukan penelitian lebih lanjut. Hal-hal yang dapat dikembangkan dari hasil penelitian ini adalah, dilakukan penelitian untuk menyelidiki struktur jaringan neural, algoritma pelatihan jaringan neural, atau fungsi keanggotaan *fuzzy* yang tepat, agar dapat lebih mempercepat proses pelatihan jaringan neural dalam mengambil aturan penilaian guru.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdurrahman, M., 1999, *Pendidikan Bagi Anak Berkesulitan Belajar*. Jakarta : Rineka Cipta.
- [2] Elliot, S.N., Kratochwill, T.R., Littlefield, J., Travers, J.F., 1996, *Educational Psychology*. Second edition, Madition : Brown dan Benchmark Company.
- [3] Indiyani. N.E., Listiara, A., 2006, Efektivitas Metode Pembelajaran Gotong Royong (*Cooperative Learning*) untuk Menurunkan Kecemasan Siswa dalam Menghadapi Pelajaran Matematika, *Jurnal Psikologi Universitas Diponegoro Vol.3, No. 1, Hal 12-20*.
- [4] Molnar A., 1997, Computers in education: A brief history. *THE Journal*, 24, <http://www.thejournal.com/articles/13739>, diakses tanggal 14 January 2010.
- [5] Zarlis, M., 2000, Sistem Tutorial Cerdas dalam Pengajaran Kaidah Berangka bagi Penyelesaian Model Matematik Kamiran dalam Fisik , *Disertasi*, Universiti Sains Malaysia.
- [6] Korhan, G., 2006, Intelligent Tutoring Systems for Education, *Tesis*, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Dokuz Eylul University.
- [7] Sevarac, Z., 2006, Neuro Fuzzy Reasoner for Student Modeling, *Advance Learning Technologies, 2006. Sixth International Conference*. 5-7 Juli 2006. Kerkrade, pp. 740-744.
- [8] Liegle, J. O., Woo, H. G., 1999, Developing Adaptive Intelligent Tutoring

Systems: A General Framework and Its Implementations, Departement of Computer Information Systems, Georgia State University, USA.

[9] Conati, C., Gertner, A., Vanlehn, K., 2002, Using Bayesian Networks to Manage Uncertainty in Student Modeling, *ARPA's Computer Aided Education and Training Initiative*, Departement of Computer Science, University of British Columbia.

[10] Stathacopoulou, R., Magoulas, G.D., Grigoriadou, M., Samarakou, M., 2005, Neurofuzzy knowledge processing in intelligent learning environments for improved student diagnosis. *Information Sciences* 170 (2-4) 273-307.

[11] Nyen, Y.C., 2009, Reasoning Of The Student's Performance Based On Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, *Tesis*, Faculty of Computer Science and Information Systems, Universiti Teknologi Malaysia.

[12] Negnevitsky, M., 2002, *Artificial Intelligence : a guide to intelligent systems*, Pearson Education, Inc., England.