

MEMPREDIKSI PRESTASI MAHASISWA POLITEKNIK UNGGUL LP3M DENGAN MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN DAN FUZZY

Ramen Antonov Purba

Program Studi Manajemen Informatika, Politeknik Unggul LP3M
Jl. Iskandar Muda No. 3 CDEF, Medan-Sumatera Utara, 20154
Email : ramen_purba@yahoo.com

Abstrak

Prestasi seorang mahasiswa tak hanya bermanfaat bagi dirinya. Politeknik Unggul LP3M memfasilitasi mahasiswanya untuk ikut dalam ragam kompetisi. Untuk dapat diikutsertakan dalam kompetisi, mahasiswa harus memenuhi beberapa kriteria yang telah ditetapkan. Politeknik Unggul LP3M Memprediksi prestasi mahasiswa masih secara manual. Kesalahan dan kebutuhan waktu yang lama menjadi kendala.

Jaringan Saraf Tiruan adalah sistem komputasi dimana arsitektur dan operasi diilhami dari pengetahuan tentang sel saraf biologis. Fuzzy merupakan cara memetakan suatu ruang input ke ruang output. Kumpulan input diproses dalam sebuah kotak hitam untuk menghasilkan kumpulan output. Kotak hitam pada proses ini harus memetakan ruang input ke ruang output yang sesuai.

Prediksi Prestasi Mahasiswa Politeknik Unggul LP3M akan dilakukan dengan mengoptimalkan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation dan Fuzzy Tsukamoto. Penerapan Fuzzy Tsukamoto berdasarkan Kriteria. Setelah itu akan dilakukan Pembentukan himpunan fuzzy, Pembentukan pengetahuan Fuzzy, Inferensi aturan, dan Defuzzifikasi. Setelah itu dilakukan pemodelan dengan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation. Langkah yang dilakukan yakni : menentukan arsitektur jaringan, melakukan tahap pelatihan, tahap pengujian, dan tahap prediksi. Untuk memaksimalkan pola kerja, maka dibangun sebuah aplikasi mobile berbasis android. Diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan terkait prediksi prestasi mahasiswa.

Kata kunci : *Android, Backpropagation, Fuzzy, Jaringan Saraf Tiruan, Prestasi, LP3M, Tsukamoto.*

1. Pendahuluan

Prestasi merupakan hasil atas usaha yang dilakukan seseorang[1]. Dikaitkan dengan institusi Perguruan Tinggi, yang dimaksud dengan prestasi adalah ketika seorang mahasiswa memiliki prestasi, apakah dalam bidang akademik, olah raga, maupun dalam bidang yang lain. Prestasi seorang mahasiswa tak hanya bermanfaat bagi dirinya, namun juga sangat penting bagi institusi

Pendidikan Tinggi tempat dia menimba ilmu. Ketika dilakukan penyusunan borang akreditasi, evaluasi dari Kopertis, maupun hibah, salah satu yang menjadi komponen isian yakni prestasi yang pernah diraih mahasiswa.

Politeknik Unggul LP3M institusi pendidikan tinggi vokasional. Mementingkan kualitas dan mutu mahasiswa didiknya. Politeknik Unggul LP3M sangat mendukung mahasiswanya dalam mengembangkan dirinya. Politeknik Unggul LP3M memfasilitasi mahasiswanya untuk ikut debat bahasa Inggris, pertandingan olah raga, program kreativitas mahasiswa, menulis karya ilmiah, dan kompetisi dengan konteks komputerisasi. Untuk dapat diikutsertakan dalam kompetisi, mahasiswa harus memenuhi beberapa kriteria yang telah ditetapkan. Dalam hal ini yang sering terjadi permasalahan. Politeknik Unggul LP3M Memprediksi prestasi mahasiswa masih dilakukan secara manual. Kesalahan dan kebutuhan waktu yang lama menjadi kendala. Pernah terjadi kesalahan prediksi dalam mengirimkan perwakilan untuk bertanding, karena figur yang dipilih ternyata belum memenuhi beberapa kriteria yang telah ditetapkan. Situasi yang tentu tidak boleh terjadi karena berpengaruh terhadap persepsi mahasiswa. Permasalahan ini harus dicari solusinya. Teknologi berbasis komputerisasi dapat menjadi solusi.

Salah satu konteks teknologi berbasis komputerisasi yang dapat dijadikan solusi yakni dengan mengoptimalkan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation yang dikombinasikan dengan Fuzzy Tsukamoto [1,2,8,11]. Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation adalah sistem komputasi dimana arsitektur dan operasi diilhami dari pengetahuan tentang sel saraf biologis dalam otak, merupakan representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba menstimulasi proses pembelajaran pada otak manusia[5,6,10]. Jaringan saraf tiruan adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel saraf sama seperti otak yang memproses suatu informasi. Fuzzy Tsukamoto merupakan cara memetakan suatu ruang *input* ke ruang *output*. Kumpulan *input* diproses dalam sebuah kotak hitam untuk menghasilkan kumpulan *output*. Kotak hitam pada proses ini harus memetakan ruang *input* ke ruang *output* yang sesuai[3,4,12]. Dari penjelasan tersebut dapat dipastikan, kombinasi Jaringan Saraf

Tiruan Backpropagation dan Fuzzy Tsukamoto dapat menjadi solusi dari permasalahan yang dihadapi oleh Politeknik Unggul LP3M.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Siti Helmiyah dan Shofwatul ‘Uyun dengan judul “Perbandingan Kinerja Jaringan Syaraf Tiruan Dan Fuzzy Inference System Untuk Prediksi Prestasi Peserta Didik” yang dipublikasikan dalam Jatsi, Vol. 4 No. 1 September 2017, ISSN 2407-4322. Dalam penelitiannya Helmiyah dan Shofwatul ‘Uyun membandingkan mana diantara Jaringan Saraf Tiruan dan Fuzzy Inference System yang lebih cepat dalam melakukan prediksi. Studi kasus yang mereka angkat juga adalah Sekolah MAN[4]. Nur Nafi’iyah dalam papernya “Perbandingan Regresi Linear, Backpropagation dan Fuzzy Mamdani Dalam Prediksi Harga Emas” yang dipublikasikan dalam Prosing Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri (Seniati) 2016 ISSN 2085-4218. Dalam penelitian ini Nur Nafi’iyah sudah mengkombinasikan Regresi Linear, Backpropagation dan Fuzzy Mamdani untuk melakukan prediksi harga emas. Masing-masing metode memiliki fungsi dan tugas masing-masing[10]. Muhammad Addin Bratawijaya, Hermawan, dan Susatyo Handoko dalam penelitiannya yang dipublikasikan dalam Jurnal Transient, VOL.5, NO. 1, Maret 2016, ISSN: 2302-9927, 93 dengan judul “Analisis Perbandingan Metode Jaringan Saraf Tiruan dengan Fuzzy Clustering pada Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik di Indonesia Sampai Tahun 2019”. Muhammad Addin Bratawijaya dan rekannya mengkombinasikan dan membandingkan Jaringan Saraf Tiruan dengan Fuzzy Clustering[12]. Penelitian sebelumnya sama sekali belum ada yang secara spesifik membahas tentang kombinasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation dan Fuzzy Tsukamoto untuk memprediksi prestasi mahasiswa.

Dalam penelitian ini penulis akan melakukan Prediksi Prestasi Mahasiswa Politeknik Unggul LP3M dengan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation dan Fuzzy Tsukamoto. Terlebih dahulu Penerapan Fuzzy berdasarkan Kriteria. Kriteria yang ditentukan: Nilai B. inggris, Nilai matematika, Nilai TIK dan Peminatan. Setelah itu akan dilakukan Pembentukan himpunan fuzzy, Pembentukan pengetahuan Fuzzy (Rule dalam bentuk IF.....THEN), Inferensi aturan, dan Penegasan (defuzzifikasi). Setelah itu dilakukan pemodelan dengan Jaringan Saraf Tiruan. Langkah yang dilakukan yakni : menentukan arsitektur jaringan, melakukan tahap pelatihan, tahap pengujian, dan tahap prediksi[4,10,12].

2. Pembahasan

a. Penerapan Fuzzy Tsukamoto

Diperlukan semesta pembicaraan.

Tabel 1. Semesta Pembicaraan

Fungsi	Variabel	Notasi	Semesta pembicaraan
Input	Penguasaan TIK	TK	[55-100]
	N Matematika	NM	[55-100]
	N B Inggris	NBI	[55-100]
	Peminatan	Mn	[55-100]
Output	Kurang Berprestasi	KB	[50-100]
	Berprestasi	B	[50-100]
	Sangat Berprestasi	SB	[50-100]

Menentukan rules, aplikasi fungsi, inferensi aturan dan penegasan (defuzzifikasi).

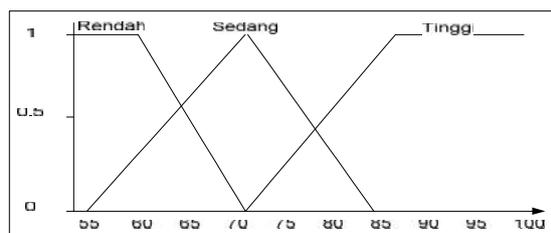
Tabel 2. Himpunan fuzzy

Variabel		Himpunan Input Fuzzy		Domain
Nama	Notasi	Nama	Notasi	
Penguasaan TIK	TK	Rendah	R	[55,70]
		Sedang	S	[65,85]
		Tinggi	T	[75,100]
N Matematika	NM	Rendah	R	[55,70]
		Sedang	S	[65,85]
		Tinggi	T	[75,100]
N Bahasa Inggris	NBI	Rendah	R	[55,70]
		Sedang	S	[65,85]
		Tinggi	T	[75,100]
Peminatan	P	Rendah	R	[55,70]
		Sedang	S	[65,85]
		Tinggi	T	[75,100]

Tabel 3. Pembobotan Prestasi

Fungsi	Variable	domain	Notasi
Output	Kurang Berprestasi	$Z \geq 50 < 65$ $Z < 50$	KB
	Berprestasi	$Z \geq 65 < 80$ $Z > 65$	B
	Sangat Berprestasi	$Z \geq 75$ $Z < 75$	SB

Bentuk representasinya terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Representasi Fungsi Derajat

Kasus : Seorang mahasiswa memiliki nilai :

Variabel	Nilai
Penguasaan TIK	78
N Matematika	90
N Bahasa Inggris	87
Peminatan	82

Penyelesaian :

Jika nilai Penguasaan TIK = 78 maka derajat keanggotaan fuzzy pada setiap himpunan adalah :

$$\sim N_{TIK_rendah} = \begin{cases} 1 & ,x \leq 55 \\ \frac{75-x}{75-55} & ,55 \leq x \leq 75 \\ 0 & ,x \geq 75 \end{cases}$$

$$\sim N_{TIK_sedang} = \begin{cases} 0 & ,x \leq 55 \text{ atau } \geq 100 \\ \frac{x-55}{75-55} & ,55 \leq x \leq 75 \\ \frac{100-x}{100-75} & ,75 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

$$= \frac{(100-78)/(100-75)}{0.88}$$

$$\sim N_{TIK_tinggi} = \begin{cases} 0 & ,x \leq 75 \\ \frac{x-75}{100-75} & ,75 \leq x \leq 100 \\ 1 & ,x \geq 100 \end{cases}$$

$$= \frac{(78-75)/(100-75)}{0.12}$$

- a. Himpunan fuzzy Sedang = 0, 88
- b. Himpunan fuzzy tinggi = 0,12

Langkah kedua adalah menerapkan fungsi implikasi untuk mendapatkan modifikasi output daerah fuzzy dari setiap rule yang berlaku. Fungsi implikasi yang digunakan adalah metode Min(- cut).

[R1] = If (TK is T) and (KT is T) and (KBA is T) and (Mn is T) then (SB)

-p1 = min[$\mu_{tk}(78), \mu_{kt}(90), \mu_{kba}(82), \mu_{mn}(87)$]
 = min[0,12; 0,6; 0,28; 0,48]
 = 0,6

Z1 = $(z1-50)/(100-50)$
 = $Z1---=80$

[R2] = If (TK is S) and (KT is T) and (KBA is T) and (Mn is T) then(SB)

-p2 = min[$\mu_{tk}(78), \mu_{kt}(90), \mu_{kba}(82), \mu_{mn}(87)$]
 = min[0,88; 0,6; 0,28; 0,48]
 = 0,6

Z2 = $(z1-50)/(100-50)$
 = $Z2---=80$

[R3] = If(TK is T) and (KT is S) and (KBA isT) And (Mn is S) then (SB)

-p3 = min[$\mu_{TK}(78), \mu_{KT}(90), \mu_{TIK}(82), \mu_{Minat}(87)$]
 = min[0,12; 0,4; 0,28; 0,48]
 = 0,4

Z3 = $(z3-50)/(100-50)$
 = $Z3--=70$

[R4] = If(TK is T) and (KT isT) and (KBA isS) (Mn is T) then (SB)

-p4 = min[$\mu_{TK}(78), \mu_{KT}(90), \mu_{TIK}(82), \mu_{Minat}(87)$]
 = min[0,12; 0,4; 0,72; 0,48]
 = 0,4

Z4 = $(z1-50)/(100-50)$
 = $Z4--=70$

[R5] = If(TK is T) and (KT isT) and (KBA isT) And (Mn is S) then (SB)

-p5 = min[$\mu_{TK}(78), \mu_{KT}(90), \mu_{TIK}(82), \mu_{Minat}(87)$]
 = min[0,12; 0,4; 0,28; 0,52]
 = 0,4

Z5 = $(Z5-50)/(100-50)$
 = $Z5--=70$

[R6] = If(TK is s) and (KT iss) and (KBA isT) And (Mn is T) then (SB)

-p6 = min[$\mu_{TK}(78), \mu_{KT}(90), \mu_{TIK}(82), \mu_{Minat}(87)$]
 = min[0,88; 0,4; 0,28; 0,48]
 = 0,4

dan :

[R11] = If(TK is T) and (KT isS) and (KBA isT) And (Mn is S) then (SB)

-p11 = min[$\mu_{TK}(78), \mu_{KT}(90), \mu_{TIK}(82), \mu_{Minat}(87)$]
 = min[0,12; 0,4; 0,28; 0,52]
 = 0,4

Z11 = $(Z11-50)/(100-50)$
 = $Z11---=80$

Maka Nilai z dapat dicari dengan cara sebagai berikut:

$$Z = \frac{48+48+28+28+28+28+28+48+48+48+48}{0,2+0,2+0,4+0,4+0,4+0,4+0,4+0,6+0,6+0,6+0,6}$$

$$Z = \frac{428}{5,6}$$

$$Z = 76,428$$

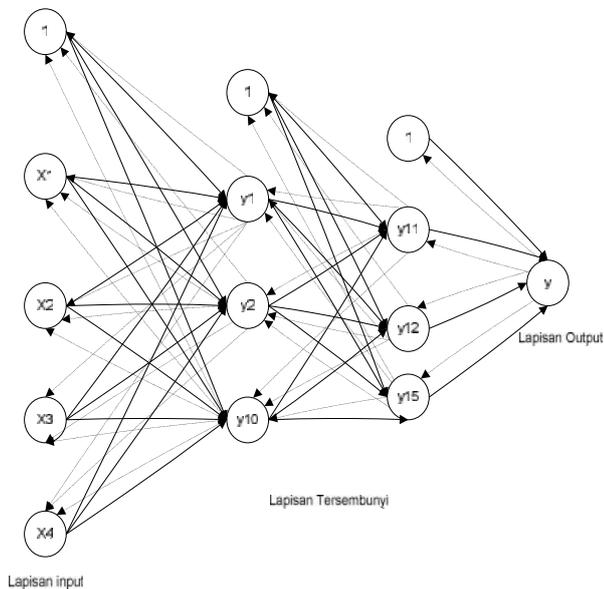
Maka Mahasiswa memiliki hasil : 76, Nilai tersebut diatas nilai minimal untuk disebut sebagai mahasiswa berprestasi yaitu di atas 75.

b. Pemodelan JST Backpropagation

Banyaknya data untuk penelitian ini sebanyak 75 mahasiswa, dimana 65 data (86.67%) digunakan untuk pelatihan dan 10 data (13.33%) digunakan untuk pengujian. Keluaran atau target yang diinginkan yaitu total nilai mahasiswa, yang kemudian dibagi menjadi 2 pola yaitu pola (0,0) untuk nilai yang berkisar antara 60 – 80 dikatakan cukup dan pola (1,1) untuk nilai yang berkisar antara 81-100 dikatakan baik.

c. Arsitektur Jaringan

Arsitektur jaringan terdiri dari satu lapisan *input* yang terdiri dari 4 (empat) unit sel, 2(dua) lapisan tersembunyi dengan jumlah unit sel yang ditentukan yaitu sebanyak 10 dan 5, dan satu lapisan *output* berjumlah satu unit sel sebagai target.



Gambar 2. Arsitektur Jaringan[12]

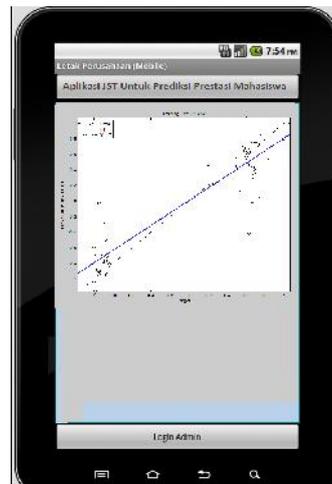
Untuk memprediksi prestasi siswa dalam penelitian telah dirancang *aplikasi Android* sehingga prosesnya menjadi mudah. Untuk menggunakan aplikasi ini harus melalui 3 tahapan untuk mendapatkan keluaran prediksi prestasi mahasiswa dalam bentuk angka yaitu tahap pelatihan, tahap pengujian dan tahap prediksi.

Pada saat menggunakan *aplikasi Android* masukkan data *input* dan *output* program kedalam pelatihan dengan menggunakan *form input data* maka akan muncul di *form input data*. Parameter sistem dari pola yang dibentuk, yaitu :

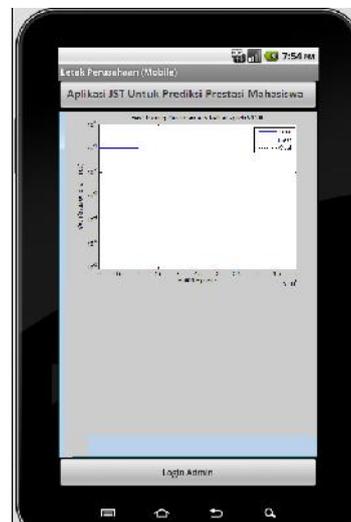


Gambar 3. Tampilan Aplikasi

Data akan langsung dilatihkan dan menghasilkan *neural network training* sebagai berikut :



Gambar 4. Hasil Neural Plot Perform



Gambar 5. Hasil Neural Plot Regression

Berdasarkan Gambar dapat diketahui hasil dari proses Jaringan Saraf Tiruan yang ditampilkan dalam bentuk grafik. Pada Gambar 4 menunjukkan proses pembelajaran pada setiap *epoch*. Pada proses ini, iterasi dihentikan pada *epoch* ke-50000, karena batas dari *epoch* yang diinginkan sudah tercapai dan (MSE = 0.000000948 < 0.00001) dimana MSE ini merupakan MSE yang muncul ketika pelatihan selesai dilakukan sesuai dengan iterasi yang ditentukan. Gambar 5 menunjukkan hubungan antara target dengan *output* jaringan pada data pelatihan.

Setelah melakukan pengujian dan pelatihan didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Pengujian dan Pelatihan

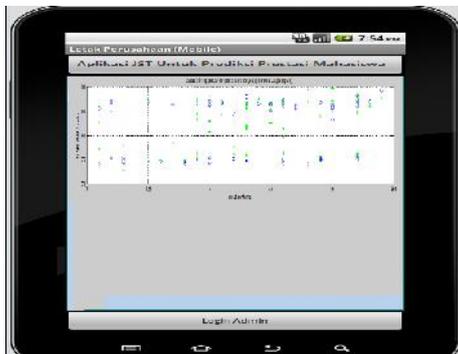
NO	TRAGET	PREDIKSI	ERROR
1	86.45	86.5828	-0.1328
2	84.27	82.8078	1.4622
3	85.18	82.471	2.709
4	83.64	83.3453	0.2947

5	86.54	86.5016	0.0384
6	86.36	78.4824	7.8776
7	86.18	85.8425	0.3375
8	87.18	87.1858	-0.0058
9	85.45	85.0052	0.4448
60	74.29	75.0208	-0.7308
61	74.64	74.7418	-0.1018
62	75.07	75.8538	-0.7838
63	75	74.5384	0.4616
64	74.57	74.907	-0.337
65	75.21	77.8348	-2.6248

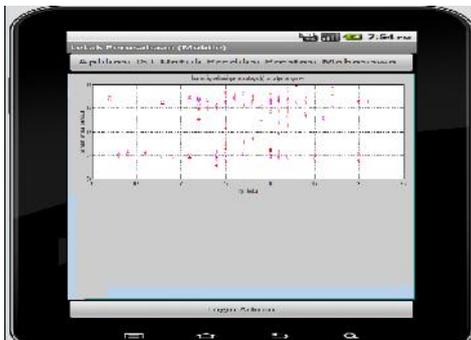
Dari pelatihan jaringan yang dilakukan, didapatkan nilai MSE (*Mean Square Error*) yaitu :

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{65} e^2}{n} = \frac{348.9075}{65} = 5.367804$$

Hal ini berarti bahwa jaringan sudah mampu belajar dengan baik untuk menghasilkan target yang diinginkan.



Gambar 6. Grafik Hasil Inputan Pertama



Gambar 7. Grafik Hasil Inputan Kedua

Pada Gambar 6 dan 7, menunjukkan perbandingan antara target dengan *output* jaringan pada data pelatihan. Pada gambar dapat dilihat bahwa sebagian besar *output* jaringan (o) dan target (*) sudah berdekatan (hampir menempati posisi yang sama). Adapun data Hasil Pengujian sebagai berikut :

Tabel 5. Data Hasil Pengujian

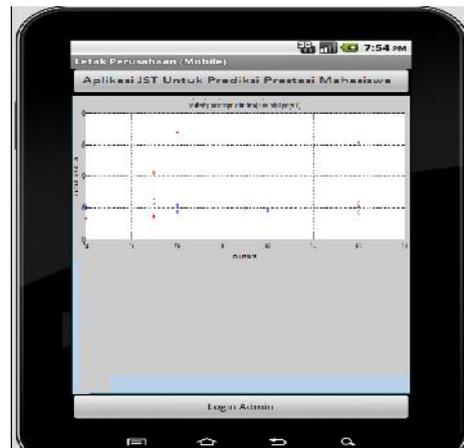
No	TARGET	PREDIKSI	ERROR
1	75.14	80.5243	-5.3843
2	74.5	78.282	-3.782
3	74.21	75.059	-0.849

4	76	73.5436	2.4564
5	75.29	87.0143	-11.7243
6	74.86	73.233	1.627
7	74.29	83.7647	-9.4747
8	75.21	73.3118	1.8982
9	74.5	74.934	-0.434
10	75.64	85.3977	-9.7577

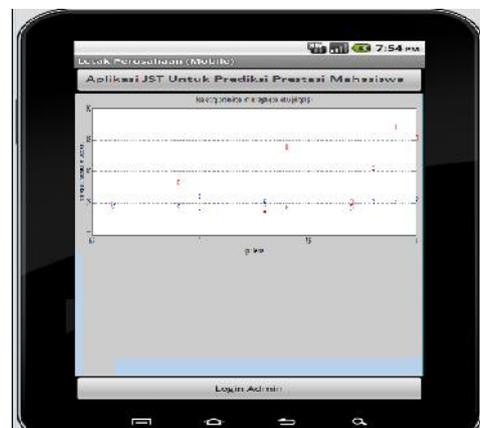
Didapatkan nilai MSE (*Mean Square Error*) yaitu:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{65} e^2}{n} = \frac{378.9294}{10} = 37.89294$$

terhadap 10 data yang diuji :



Gambar 8. Grafik Hasil Pegujian Inputan Pertama



Gambar 9. Grafik Hasil Pegujian Inputan Kedua

Berdasarkan hasil visualisasi grafik-grafik yang diberikan, dapat dilihat bahwa hasil pengenalan pola data oleh Jaringan Saraf Tiruan akan lebih baik jika menggunakan tingkat error yang lebih kecil.

Berikut adalah hasil perbandingan antara target yang diharapkan dan target hasil prediksi yang sudah dimasukkan dalam pengelompokan nilai :

Tabel 6. Hasil Pelatihan dan Pengujian

NO	T	P	TARGET
1	75.14	80.5243	0,0
2	74.5	78.282	0,0
3	74.21	75.059	0,0
4	76	73.5436	0,0
5	75.29	87.0143	0,0
6	74.86	73.233	0,0
7	74.29	83.7647	0,0
8	75.21	73.3118	0,0
9	74.5	74.934	0,0
10	75.64	85.3977	0,0

Lanjutan Tabel Hasil Pelatihan dan Pengujian

HASIL PENGUJIAN	KONDISI SEBENARN YA	KETEPATAN JARINGAN
1,1	Cukup	Salah
0,0	Cukup	Benar
0,0	Cukup	Benar
0,0	Cukup	Benar
1,1	Cukup	Salah
0,0	Cukup	Benar
1,1	Cukup	Salah
0,0	Cukup	Benar
0,0	Cukup	Benar
1,1	Cukup	Salah

Setelah melakukan pelatihan berulang kali sehingga didapat eror yang baik seperti pada Tabel di atas. Dilanjutkan ke pengujian data baru, yang menghasilkan 60% target prediksi sesuai dengan *error* yang minimum. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa prestasi tidak selalu berkorelasi positif. Mungkin masih banyaknya faktor lain yang mengganggu dan mempengaruhi.

3. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil penelitian antara lain :

1. Pada pengujian 65 Mahasiswa, algoritma melakukan pelatihan rata-rata pelatihan 4 detik tiap jenis learning rate yang berbeda.
2. Pemilihan laju pelatihan yang tepat akan mempengaruhi hasil peramalan.
3. Perbandingan perhitungan pada data nilai mahasiswa yang dianalisis terdapat perbedaan hasil perhitungan prestasi.
4. Terdapat 10 perbedaan *output* prestasi mahasiswa dan 30 *output* prestasi.

Daftar Pustaka

[1] Mustafidah, Hindayati, "Sistem Inferensi Fuzzy untuk Memprediksi Prestasi Belajar Mahasiswa Berdasarkan Nilai Ujian

Nasional, Tes Potensi Akademik, dan Motivasi Belajar", *JUITA, Vol. II*, Nomor 1, pp. 34–40, Mei 2012.

[2] Agus Perdana Windarto, "Implementation of Neural Networks in Predicting the Understanding Level of Students Subject," *Int. J. Softw. Eng. Its Appl.*, vol. 10, no. 10, pp. 189–204, Januari 2016.

[3] Maharani D. Wuryandari, Aji Sudarsono, "Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus Di Kota Bengkulu)", Bengkulu, *BISMANINFO*, Vol II, pp. 75-81, Juli 2016.

[4] Siti Helmiyah, Shofwatul'Uyun, "Perbandingan Kinerja Jaringan Syaraf Tiruan Dan Fuzzy Inference System Untuk Prediksi Prestasi Peserta Didik," *Jatiji, Vol. 4 No. 1*, pp. 20–34, September 2017.

[5] Kaswidjanti, W., Aribowo, A. S., & Wicaksono, C. B 2014, Implementasi Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto pada Pengambilan Keputusan Pemberian Kredit Pemilikan Rumah, *Telematika, No.2, Vol.10*, pp.137-146, September 2014.

[6] Assegaf, Y. N., & Estri, M. N 2012, Aplikasi Fuzzy Inference System Metode Mamdani untuk Rekomendasi Pemilihan Bidang Kajian pada Mahasiswa Program Studi Matematika UNSOED *JMP, No.2, Vol.4*, pp.253-264, Juli 2012.

[7] Eka Pandu Cynthia, Edi Ismanto, Jaringan Syaraf Tiruan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Ketersediaan Komoditi Pangan Provinsi Riau, *RABIT (Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab)*, VOL. 2 No. 2, pp.196-209, Juli 2017.

[8] Prahesti, Inggit. (2013). "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Algoritma Backpropagation untuk Memprediksi Curah Hujan di Yogyakarta". *Naskah Publikasi STMIK-AMIKOM Yogyakarta*, pp. 10-17, Januari 2013.

[9] Vamsidhar, Enireddy., Varma, K. V. S. R. P., Rao, P. Sankara., Satapati, R. (2010). "Prediction of Rainfall Using Backpropagation Neural Network Model". *International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE)*. Vol. 02. No. 04. pp.1119-1121, Oktober 2010.

[10]Nur Nafi'iyah, Perbandingan Regresi Linear, Backpropagation Dan Fuzzy Mamdani Dalam Prediksi Harga Emas, *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri (Seniati) 2016*, pp.291-296, Juli 2016.

[11] Solikhun, M. Safii, Agus Trisno, "Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Tingkat Pemahaman Sisiwa Terhadap Matapelajaran Dengan Menggunakan Algoritma Backpropagation," *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI) Volume (1) No. 1 ISSN:2548-9771/EISSN: 2549-7200*, pp. 24-36, Maret 2017.

[12]Muhammad Addin Bratawijaya, Hermawan, dan Susatyo Handoko, "Analisis Perbandingan Metode Jaringan Saraf Tiruan Tanpa dan Dengan Fuzzy Clustering Pada Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Di Indonesia Sampai Tahun 2019", *Transient, VOL.5, NO. 1*, ISSN: 2302-9927, pp. 93-99, Maret 2016.

Biodata Penulis

Ramen Antonov Purba, memperoleh gelar Magister Komputer (M.Kom) Program Pasca Sarjana Magister Komputer Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, lulus tahun 2011. Saat ini menjadi Dosen di Politeknik Unggul LP3M Medan.