

PENERAPAN METODE JARINGAN SARAF TIRUAN BACKPROPAGATION UNTUK MEMPREDIKSI NILAI UJIAN SEKOLAH

Sandy Kosasi

STMIK Pontianak

Jl. Merdeka No. 372 Pontianak, Kalimantan Barat

e-mail: sandykosasi@yahoo.co.id dan sandykosasi@stmikpontianak.ac.id

ABSTRACT

Abolishment policy National Examination for the primary level/equivalent during the period of 2013-2014 have consequences on the growing position of the Examination Schools, particularly in the determination and measurement of competency graduation students. Therefore, as a preparation for the war against it, the author makes an application of artificial neural networks using back propagation method for predicting the value of the Examination Schools elementary school students. This research using case study design, located at SDN 1 Central Singkawang and using experimental methods. A research variable grades of Mathematics and Science subjects as well as the value of the Examination Schools on both these subjects. Methods of design and development using prototyping model. The results showed that the value of the Mean Square Error (MSE), the smallest in Mathematics obtained at 0.5100175 with a combination of parameters in the form of 26,000 training epochs and learning rate of 0.5. In science subjects, the smallest MSE value obtained through a combination of 0.1405143 1,000 epochs of training parameters and the value of learning rate 0.9. The average accuracy rate of the network output obtained for 80.15 %. It can be concluded that backpropagation neural network produced reliable enough to predict school test scores of elementary school students.

Keywords: Artificial Neural Networks, Backpropagation, Prediction, Value of Exam Schools, MSE.

INTISARI

Kebijakan penghapusan Ujian Nasional (UN) bagi jenjang sekolah dasar/ sederajat mulai tahun ajaran 2013-2014 membawa konsekuensi pada semakin meningkatnya kedudukan Ujian Sekolah (US), terutama dalam penentuan kelulusan serta pengukuran kompetensi para siswa. Oleh sebab itu, sebagai salah satu persiapan dalam menghadapinya, penulis membuat sebuah aplikasi jaringan saraf tiruan menggunakan metode backpropagation untuk memprediksi nilai Ujian Sekolah siswa sekolah dasar. Penelitian ini berbentuk studi kasus, berlokasi di SDN 1 Singkawang Tengah dan menggunakan metode eksperimental. Variabel penelitian berupa nilai rapor mata pelajaran Matematika dan IPA serta nilai Ujian Sekolah pada kedua mata pelajaran tersebut. Metode perancangan dan pengembangan menggunakan prototipe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai Mean Square Error (MSE) terkecil pada mata pelajaran Matematika diperoleh sebesar 0,5100175 dengan kombinasi parameter pelatihan berupa 26.000 epoch dan learning rate sebesar 0,5. Pada mata pelajaran IPA, nilai MSE terkecil diperoleh sebesar 0,1405143 lewat kombinasi parameter pelatihan 1.000 epoch dan nilai learning rate 0,9. Tingkat akurasi rata-rata keluaran jaringan diperoleh sebesar 80,15 %. Dapat disimpulkan bahwa jaringan saraf tiruan backpropagation yang dihasilkan cukup dapat diandalkan untuk melakukan prediksi nilai ujian sekolah siswa sekolah dasar.

Kata Kunci: Jaringan Saraf Tiruan, Backpropagation, Prediksi, Nilai Ujian Sekolah, MSE.

PENDAHULUAN

Munculnya kebijakan tentang penghapusan Ujian Nasional (UN) bagi jenjang Sekolah Dasar mulai tahun pelajaran 2013-2014 membawa konsekuensi pada meningkatnya kedudukan Ujian Sekolah pada jenjang pendidikan dasar tersebut, terutama dalam pengukuran kompetensi lulusan. Hasil Ujian Sekolah juga digunakan sebagai salah satu pertimbangan untuk

penentuan kelulusan peserta didik dari suatu satuan pendidikan dan perbaikan proses pembelajaran dalam upaya peningkatan mutu pendidikan.

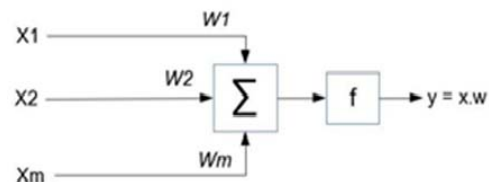
Sebagai konsekuensinya, kondisi ini memperlihatkan segala persiapan terkait Ujian Sekolah menjadi sangat penting untuk diperhatikan oleh pihak sekolah, terutama kepala sekolah dasar beserta para gurunya. Begitu pula bagi pihak SDN 1 Singkawang

Tengah. Prediksi mengenai nilai Ujian Sekolah para siswa perlu diketahui sejak dini sebagai landasan untuk mengambil kebijakan terkait persiapan menghadapi Ujian Sekolah, khususnya pada mata pelajaran tertentu yang tingkat kesulitannya relatif lebih tinggi dari mata pelajaran lainnya, terutama Matematika dan IPA. Sejauh ini, penelitian-penelitian terdahulu umumnya hanya berkaitan dengan prediksi nilai Ujian Nasional. Dua diantaranya dilakukan oleh Rosyidi (2012) tentang Data Mining Kemampuan Siswa Berbasis Neuro Fuzzy menggunakan data SMK dengan tujuan untuk memprediksi Nilai Ujian Nasional (UN) setiap siswa sebelum UN berlangsung. Yunanti (2010) tentang memprediksi Prestasi Siswa SMU Metode Backpropagation. Sepanjang pengetahuan penulis, belum ada penelitian sejenis yang membahas prediksi nilai Ujian Sekolah.

Kenyataan yang ada memperlihatkan perlu memiliki sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk memberikan ramalan atau prediksi nilai Ujian Sekolah para siswa SD, terutama berdasarkan masukan (input) berupa data nilai rapor dari semester 7 hingga semester 11 pada mata pelajaran tertentu. Terkait hal itu, metode jaringan saraf tiruan (JST) sebagai salah satu bagian dari Kecerdasaan Buatan (Artificial Intelligence) dalam ilmu komputer banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan peramalan atau prediksi, terutama yang berbasis pada data time-series (history). JST dapat digambarkan sebagai sebuah simulasi dari koleksi model saraf biologi. Model saraf ditunjukkan dengan kemampuannya dalam emulasi, analisa, prediksi dan asosiasi (Kristanto, 2004). Di sisi lain, kemampuan JST juga mampu memecahkan masalah yang sukar disimulasikan dengan menggunakan teknik analitikal logika (Graupe, 2013). Hal ini menjadi salah satu alasan untuk membuat sebuah perangkat lunak yang dapat memprediksi nilai Ujian Sekolah siswa sekolah dasar.

Penggunaan dan penerapan metode JST backpropagation tergolong algoritma pembelajaran/pelatihan yang bersifat supervised dan menggunakan aturan pembelajaran pengoreksian error (Graupe, 2013). Proses pelatihan algoritma/metode backpropagation didasarkan pada hubungan yang sederhana, yaitu jika keluaran memberikan hasil yang salah, maka penimbang (weight) dikoreksi supaya galatnya dapat diperkecil dan tanggapan JST

selanjutnya diharapkan akan lebih mendekati nilai yang benar (Purnomo dan Kurniawan, 2006). JST Backpropagation memiliki lapisan terdiri dari lapisan input (1 buah), lapisan tersembunyi, dan lapisan output (1 buah). Lapisan input terdiri dari neuron-neuron atau unit-unit input, mulai dari 1 sampai unit input n. Lapisan tersembunyi (minimal 1). Lapisan tersembunyi terdiri dari unit-unit tersembunyi mulai dari unit tersembunyi 1 sampai unit tersembunyi p. Lapisan output (1 buah). Lapisan output terdiri dari unit-unit output mulai dari unit output 1 sampai unit output m. Nilai n, p, m masing-masing merupakan bilangan integer sembarang yang digunakan metode Backpropagation.



Gambar 1. Matematis Jaringan Saraf Tiruan

Berdasarkan model matematis pada gambar 1 di atas, berikut ini persamaan matematika dari jaringan saraf tiruan, (Kristanto, 2004).

$$y = f(x_1 \cdot w_1 + x_2 \cdot w_2 + x_m \cdot w_m) \dots\dots\dots(1)$$

atau dalam notasi vektor: $y = f(x \cdot w)$

Keterangan:
 x = vektor baris yang terdiri dari m anggota
 w = vektor kolom yang terdiri m anggota
 y = besaran skalar, dan f = fungsi nonlinear

Selanjutnya dalam mengukur keakuratan hasil prediksi aplikasi JST backpropagation menggunakan Mean Square Error (MSE). Mean Square Error (MSE) sering digunakan untuk backpropagation dimana fungsi ini akan mengambil rata-rata kuadrat error yang terjadi antara output jaringan dan target (Sinuhaji, 2009).

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} \dots\dots\dots(2)$$

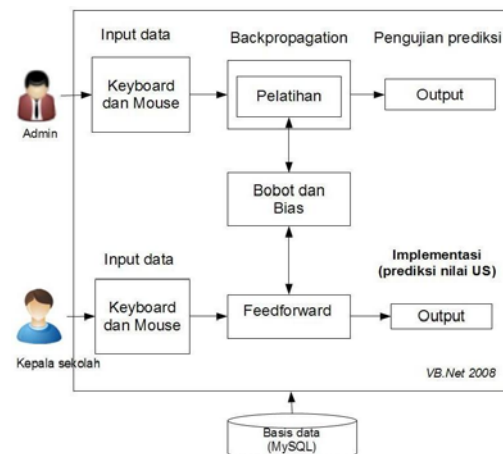
Keterangan:
 e_i^2 = Selisih antara nilai target dengan nilai keluaran prediksi
 n = Jumlah data pembelajaran.

Penelitian ini akan menghasilkan perangkat lunak (aplikasi) memprediksi nilai Ujian Sekolah siswa SD menggunakan JST backpropagation pada SDN 1 Singkawang Tengah. Bagi pihak sekolah selaku target pengguna, penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk memberikan informasi sejak dini berupa prediksi nilai Ujian Sekolah siswa sekolah dasar pada mata pelajaran tertentu yang diujikan, sehingga diharapkan dapat menjadi salah satu landasan dalam mengambil kebijakan yang berkaitan dengan segala persiapan menghadapi Ujian Sekolah. Selain itu, juga diharapkan dapat membantu kepala sekolah dasar (khususnya kepala SDN 1 Singkawang Tengah) dalam mengarahkan para guru kelas 6 tentang siswa dan mata pelajaran mana yang perlu mendapatkan perhatian khusus.

Penelitian berbentuk studi kasus, dengan metode eksperimental. Untuk teknik pengumpulan data yang digunakan, yaitu wawancara, observasi dan studi dokumentasi. Data yang digunakan berasal dari SDN 1 Singkawang Tengah, Kalimantan Barat. Sementara metode perancangan perangkat lunak menggunakan prototyping model. Untuk pemodelan sistemnya menggunakan flowchart dan UML. Pengujian sistemnya menggunakan black-box testing. Perangkat lunak dibangun menggunakan bahasa pemrograman VB.Net 2008.

PEMBAHASAN

Tahapan awal penelitian dimulai dengan perancangan arsitektur sistem yang menjadi subjek penelitian.

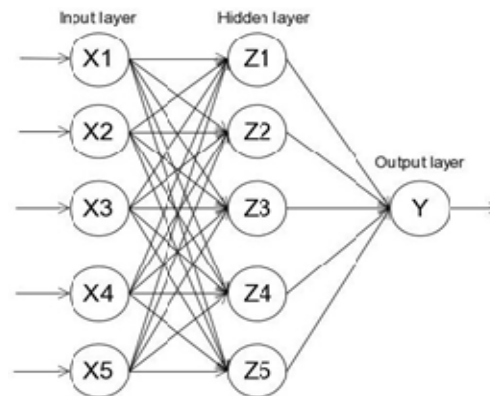


Gambar 2. Rancangan Arsitektur Sistem

Gambar 2 memperlihatkan hasil rancangan arsitektur sistem aplikasi prediksi nilai ujian sekolah siswa SD menggunakan 22 Kosasih, Penerapan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Nilai Ujian Sekolah

JST backpropagation. Arsitektur sistem tersebut berisi komponen-komponen serta hubungan antar komponen yang menjadi bagian dari aplikasi prediksi nilai ujian sekolah siswa SD berbasis jaringan saraf tiruan backpropagation.

Tahap berikutnya yaitu merancang arsitektur JST backpropagation. Dalam hal ini, berupa jaringan multi-layer (banyak lapisan) yang terdiri atas 3 lapisan utama, yaitu input-layer, hidden-layer, dan output-layer.



Gambar 3. Rancangan Arsitektur JST Backpropagation

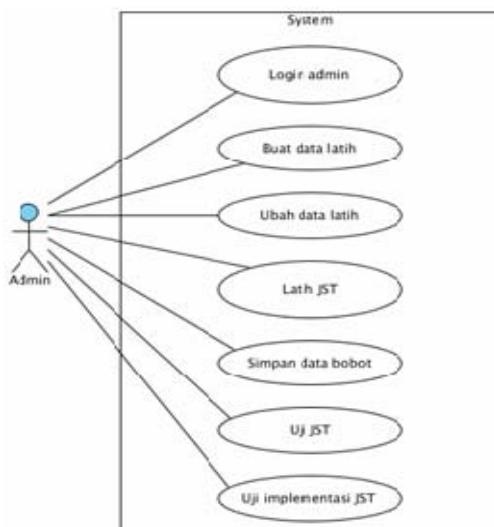
Pada gambar 3, X1 hingga X5 merupakan unit masukan (input neuron) ke-1 hingga ke-5. Pada hidden-layer, ada 5 buah unit tersembunyi (hidden neuron), yaitu Z1 hingga Z5, sedangkan pada output-layer, hanya terdiri atas sebuah unit keluaran (output neuron), yaitu Y. Selanjutnya dilakukan perancangan algoritma pelatihan backpropagation menggunakan bagan alir (flowchart). Selanjutnya pada gambar 4 berisi tahapan proses yang terjadi pada saat pelatihan backpropagation dijalankan. Proses tersebut terdiri atas 3 fase utama, yaitu fase feedforward, fase backpropagation of error, dan fase update bobot serta bias.

Untuk pemodelan perancangan perangkat lunak menggunakan UML (Unified Modeling Language) dan secara spesifik menggunakan use case diagram, activity diagram, sequence diagram, serta class diagram.

Oleh karena ada 2 jenis pengguna (aktor) pada aplikasi prediksi nilai ujian sekolah siswa SD ini, maka use case diagram juga dibuat sebanyak 2 buah, yaitu use case diagram admin dan use case diagram pengguna.

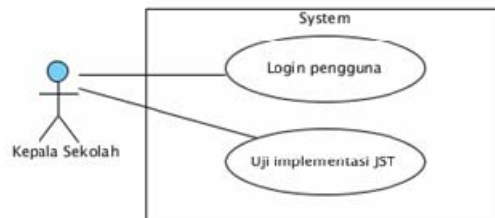


Gambar 4. Rancangan Arsitektur JST Backpropagation



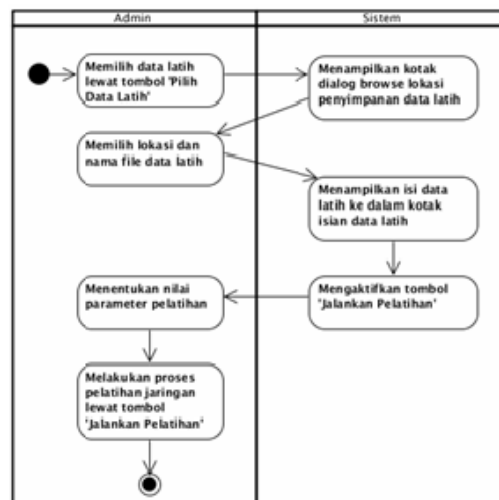
Gambar 5. Rancangan Use Case Diagram Untuk Administrator

Sesuai gambar 5, aktor berupa admin memiliki 7 buah use case yang dapat dilakukan pada sistem/aplikasi. Use case tersebut berkaitan dengan hak akses atau kewenangan yang dapat dilakukan terhadap sistem.



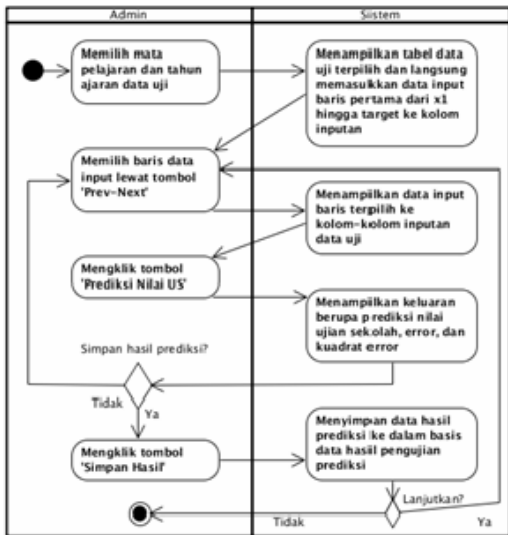
Gambar 6. Rancangan Use Case Diagram Untuk Aktor

Gambar 6 mendeskripsikan use case atau kewenangan yang dapat dilakukan oleh aktor berupa kepala sekolah. Dalam hal ini hanya terbatas pada 2 buah use case, yaitu login pengguna dan uji implementasi JST. Kemudian dilanjutkan dengan perancangan menggunakan activity diagram untuk menggambarkan aliran aktivitas yang terjadi pada use case tertentu di dalam use case diagram (terutama use case terpenting yang menjadi bagian utama sistem). Dalam hal ini, yang akan dideskripsikan melalui activity diagram yaitu use case latihan JST dan use case uji JST. Gambar 7 mendeskripsikan aliran aktivitas yang terjadi pada use case latihan JST dengan pelaku/aktor berupa admin.



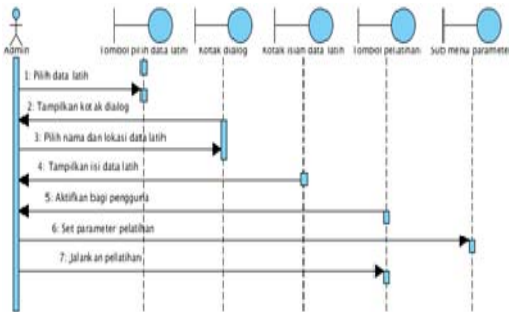
Gambar 7. Rancangan Use Case Diagram Untuk Aktor

Gambar 8 di atas mendeskripsikan aliran aktivitas yang terjadi pada use case uji JST dengan pelaku/aktor berupa admin. Uji JST hanya dapat dilakukan setelah proses pelatihan. Tahap selanjutnya yaitu pendeskripsikan 2 buah use case utama melalui sequence diagram. Masing-masing berupa sequence diagram latihan JST dan sequence diagram uji JST.



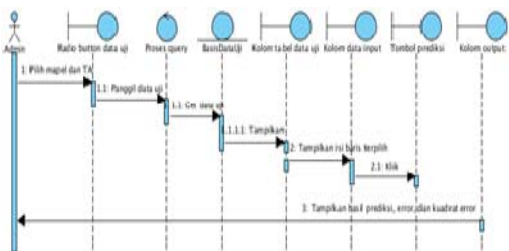
Gambar 8. Rancangan Activity Diagram Uji JST

Aliran proses yang terjadi antar objek pada use case latihan JST dideskripsikan melalui gambar 9. Pada use case tersebut, ada 5 buah objek yang saling berhubungan.



Gambar 9. Rancangan Sequence Diagram Latihan JST

Gambar 10 mendeskripsikan aliran proses yang terjadi antara semua objek yang menjadi komponen dalam penyusunan use case uji JST.



Gambar 10. Sequence Diagram Uji JST



Gambar 11. Sequence Diagram Uji JST

Gambar 11 berisi 3 buah class utama yang digunakan dalam aplikasi prediksi nilai ujian sekolah siswa SD berbasis JST backpropagation. Masing-masing class BackPropagation, class BobotAkhir, dan class Form. Class BackPropagation memiliki hubungan ketergantungan (dependency) terhadap class BobotAkhir. Di sisi lain, class Form memiliki hubungan ketergantungan (dependency) terhadap class BobotAkhir dan juga terhadap class BackPropagation.

Selanjutnya dilakukan perancangan data latihan dan data uji sebelum dilakukan proses pelatihan serta pengujian. Jumlah total data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 209 data yang merupakan gabungan data nilai rapor dan nilai ujian sekolah siswa SDN 1 Singkawang Tengah dari tiga tahun ajaran, yakni 2010 hingga 2012. Dari data tersebut, kemudian dibagi menjadi set data pelatihan (data latihan) sebanyak 60% dan sisanya 40% akan dijadikan sebagai set data pengujian (data uji).

Pengujian prototipe menggunakan JST backpropagation yang telah dihasilkan yaitu menggunakan teknik black-box testing (hanya fokus pada pengujian fungsi-fungsi

yang telah didefinisikan sebelumnya). Dimulai dengan pengujian pelatihan jaringan.



Gambar 12. Pengujian Pelatihan

Pada pengujian pelatihan seperti ditunjukkan melalui gambar 12, proses dimulai dengan menampilkan data latih yang berisi pasangan data input serta target, lalu menentukan nilai parameter pelatihan berupa nilai jumlah maksimum epoch dan learning rate, kemudian baru diakhiri dengan menjalankan proses pelatihan.



Gambar 13. Pengujian Prediksi Nilai Ujian Sekolah Siswa SD

Pada pengujian prediksi nilai ujian sekolah siswa SD yang ditunjukkan melalui gambar 13, proses dimulai dengan memilih mata pelajaran serta tahun ajaran yang akan diuji, kemudian sistem akan otomatis memanggil data uji melalui basis data (sesuai pilihan pengguna sebelumnya), dan diakhiri dengan menjalankan proses prediksi lewat tombol prediksi. Hasil/keluaran yang ditampilkan

yaitu berupa nilai prediksi ujian sekolah, nilai selisih/error, serta nilai kuadrat error. Proses pemasukan data uji juga dapat dilakukan secara manual lewat kolom input data uji. Selanjutnya dilakukan proses pengujian implementasi.



Gambar 14. Pengujian Prediksi Nilai Ujian Sekolah Siswa SD

Pada pengujian implementasi prediksi nilai ujian sekolah siswa SD yang ditunjukkan melalui gambar 14 di atas, data yang digunakan sebagai masukan adalah data baru yang sebelumnya belum pernah digunakan. Pada tahap implementasi ini, sistem menggunakan data bobot akhir hasil proses pelatihan sebelumnya untuk menghitung keluaran prediksi.

Setelah melakukan pengujian pada hasil rancangan antarmuka, selanjutnya akan dilakukan pengujian kesalahan keluaran jaringan. Metode perhitungan error pada tahap pengujian kesalahan ini yaitu menggunakan MSE (Mean Square Error). Perhitungan MSE ini dilakukan pada setiap eksperimen penelitian yang menggunakan kombinasi jumlah epoch dan learning rate saat proses pelatihan.

Eksperimen melalui pengujian ini akan diteruskan sampai diperoleh nilai MSE terkecil dan dihentikan ketika mulai terjadi kenaikan nilai MSE. Nilai MSE yang dimaksudkan adalah nilai MSE saat pengujian prediksi pada set data uji. Jadi, bukan nilai MSE pada saat proses pelatihan karena kondisi penghentian pelatihan pada penelitian ini menggunakan nilai maksimum epoch. Pengujian MSE ini akan dilakukan per periode data uji yang digunakan. Dalam hal ini, yaitu per 3 periode, mulai dari Tahun Ajaran 2010-2011, 2011-2012, hingga 2012-

2013. Berikut ini rangkuman hasilnya dalam bentuk tabel 1.

Tabel 1. Rangkuman hasil pengujian prediksi jaringan saraf tiruan backpropagation per periode data uji

Tahun Ajaran	Mata Pelajaran Matematika			Mata Pelajaran IPA		
	Nilai MSE Terkecil	Kombinasi Parameter Pelatihan Terbaik	Akurasi Hasil Prediksi (%)	Nilai MSE Terkecil	Kombinasi Parameter Pelatihan Terbaik	Akurasi Hasil Prediksi (%)
2010 - 2011	0.5100175	26.000 epoch dan LR = 0,5	78,125	0.1405143	1.000 epoch dan LR = 0,9	100
2011 - 2012	1.5646010	1.000 epoch dan LR = 0,1	59,26	0.3537271	2.000 epoch dan LR = 0,1	85,185
2012 - 2013	0.9508435	100 epoch dan LR = 0,9	62,50	0.1894561	32.000 epoch dan LR = 0,9	95,83
Rata-rata	1.0084873	-	66.63	0.2278992	-	93.67

Dari rangkuman hasil pengujian pada tabel 1, diperoleh rata-rata akurasi keluaran (prediksi) JST backpropagation yaitu sebesar 80,15 % (hasil dari rata-rata akurasi prediksi mata pelajaran Matematika sebesar 66,63 % ditambah dengan rata-rata akurasi prediksi mata pelajaran IPA sebesar 93,67 %, lalu dibagi dengan dua).

Pengukuran tingkat akurasi keluaran (output) jaringan yaitu menggunakan ambang batas berupa toleransi error. Dalam hal ini, batas toleransi error yang diizinkan yaitu tidak lebih dari 0,9. Artinya bahwa jika keluaran jaringan (yang berupa prediksi nilai ujian sekolah) menghasilkan error/selisih dengan nilai target (nilai asli ujian sekolah) kurang dari atau sama dengan 0,9, maka keluaran jaringan dianggap akurat (YA) dan jaringan dianggap mampu mengenali pola yang ada pada data latih. Sebaliknya, jika keluaran jaringan (hasil prediksi) menghasilkan error lebih dari 0,9, maka keluaran jaringan dianggap tidak akurat (TIDAK).

Alasan pemilihan toleransi error sebesar 0,9 yaitu dilatarbelakangi oleh klasifikasi rentang nilai ujian sekolah menurut menggunakan learning rate sebesar 0,1 dan jumlah epoch sebanyak 1.000 kali. Kombinasi ini akan dijadikan kombinasi parameter pelatihan terbaik untuk melakukan

versi dari pihak SDN 1 Singkawang Tengah. Dalam hal ini, penambahan setiap rentang klasifikasi nilai yaitu sebesar 0,9, sehingga jika keluaran (output) jaringan memiliki selisih tidak melebihi 0,9 dengan nilai ujian sekolah asli, maka keluaran jaringan dapat dianggap berada dalam rentang klasifikasi nilai yang sama dengan nilai asli (target). Sebaliknya, jika keluaran jaringan memiliki selisih lebih dari 0,9 dengan nilai asli, maka berarti keluaran jaringan tidak berada dalam rentang yang sama dengan nilai asli (target).

Selanjutnya dilakukan pengujian MSE dengan menggabungkan semua data uji dari ketiga periode tahun menjadi satu, lalu dilakukan beberapa kali eksperimen untuk mencari kombinasi parameter pelatihan terbaik dengan indikator berupa nilai MSE terkecil di akhir pengujian. Pengujian MSE gabungan ini dilakukan per mata pelajaran yang menjadi kasus penelitian. Berikut ini tabulasi hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Berdasarkan hasil uji MSE gabungan data uji Matematika pada tiga periode di atas (lihat tabel 2) diperoleh nilai MSE terkecil pada kombinasi pelatihan yang uji prediksi mata pelajaran Matematika dan pada tahap implementasi oleh pengguna akhir, yaitu pihak SDN 1 Singkawang Tengah.

Tabel 2. Hasil uji MSE untuk mata pelajaran Matematika gabungan 3 periode tahun ajaran

No.	Jumlah Epoch	Learning Rate				
		0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
1.	100	1.9288400	1.6805629	1.4176343	1.2685472	1.2117251
2.	1.000	1.0426856	1.0853291	1.0994035	1.1113565	1.1182105
3.	2.000	1.0473336	1.0741490	1.0912935	1.0973685	1.1054411
4.	4.000	-	1.0698304	1.0824780	1.0951114	1.1060736
5.	6.000	-	1.0724580	1.0848378	1.0969016	-

Berdasarkan hasil uji MSE gabungan data uji IPA pada tiga periode pada tabel 3, diperoleh nilai MSE terkecil pada kombinasi pelatihan yang menggunakan learning rate sebesar 0,5 dan jumlah epoch sebanyak

44.000 kali. Kombinasi ini akan dijadikan kombinasi parameter pelatihan terbaik untuk melakukan uji prediksi mata pelajaran IPA pada tahap implementasi oleh pengguna akhir.

Tabel 3. Hasil uji MSE mata pelajaran IPA gabungan 3 periode tahun ajaran

No.	Jumlah Epoch	Learning Rate				
		0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
1.	100	0.3328327	0.3253649	0.3451924	0.3214529	0.3276892
2.	1.000	0.2696651	0.2511399	0.2854798	0.2673890	0.2643348
3.	2.000	0.2467944	0.2544477	0.2619786	0.2654942	0.2668750
4.	4.000	0.2458589	-	0.2582148	0.2592460	-
5.	6.000	0.2474464	-	0.2548914	0.2535402	-
6.	8.000	-	-	0.2517540	0.2489841	-
7.	10.000	-	-	0.2491530	0.2649658	-
8.	12.000	-	-	0.2472155	-	-
9.	14.000	-	-	0.2460263	-	-
10.	16.000	-	-	0.2443900	-	-
11.	18.000	-	-	0.2432193	-	-
12.	20.000	-	-	0.2423248	-	-
13.	22.000	-	-	0.2417117	-	-
14.	24.000	-	-	0.2412615	-	-
15.	26.000	-	-	0.2408926	-	-
16.	28.000	-	-	0.2405662	-	-
17.	32.000	-	-	0.2399646	-	-
18.	36.000	-	-	0.2394115	-	-
19.	40.000	-	-	0.2390279	-	-
20.	44.000	-	-	0.2389413	-	-
21.	48.000	-	-	0.2391957	-	-

KESIMPULAN

Berdasarkan implementasi dan hasil perancangan serta hasil pengujian yang telah dilakukan pada aplikasi prediksi nilai ujian sekolah siswa SD menggunakan jaringan saraf tiruan backpropagation ini, dapat disimpulkan bahwa jaringan saraf tiruan backpropagation yang telah dilatih telah cukup mampu melakukan prediksi nilai ujian sekolah siswa SD dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Kombinasi parameter pelatihan terbaik yang dihasilkan cukup bervariasi jika dikaitkan dengan nilai learning rate dan jumlah maksimum epoch yang dibutuhkan untuk mencapai nilai MSE terkecil. Hal tersebut menandakan bahwa tidak ada patokan/pedoman pasti untuk mencapai nilai error terkecil dalam hal

penggunaan parameter pelatihan berupa jumlah maksimum epoch dan besar learning rate. Semuanya harus melalui proses trial and error lewat serangkaian percobaan. Bagi pengembangan selanjutnya dapat menggunakan parameter pelatihan yang berbeda, misalnya dengan menggunakan momentum serta jumlah lapisan tersembunyi yang lebih banyak. Jumlah data latih yang digunakan sebaiknya juga diperbanyak (jika memungkinkan) agar prediksi yang dihasilkan semakin akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Graupe, Daniel., 2013, Principles of Artificial Neural Networks, 3rd, World Scientific Publishing Co, Pte, Ltd.

- Kristanto, A., 2004, Jaringan Syaraf Tiruan (KONSEP DASAR, ALGORITMA dan APLIKASI), Gaya Media, Yogyakarta.
- Purnomo, M.H. dan Kurniawan A., 2006, Supervised Neural Networks dan Aplikasinya, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Puspitaningrum, D., 2006, Pengantar Jaringan Saraf Tiruan, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Rosyidi, I., 2012, Data Mining Kemampuan Siswa Berbasis Neuro Fuzzy, Digital Library ITS, <http://digilib.its.ac.id/ITS-Master-3100012045867/18060>, diakses tanggal 7 Agustus 2013.
- Sinuhaji, F., 2009, Jaringan Syaraf Tiruan untuk Prediksi Keputusan Medis pada Penyakit Asma, USU Institutional Repository, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/14082/1/09E01147.pdf>, diakses pada tanggal 4 Oktober 2013.
- Yunanti, F., 2010, Aplikasi Jaringan saraf Tiruan untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMU dengan Metode Backpropagation, Digital Library UIN Sunan Kalijaga, <http://digilib.uin-suka.ac.id/4240/>, diakses tanggal 5 Agustus 2013.