

Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Prediksi Nilai UN Siswa SMPN 2 Cihaurbeuti

Yanti Apriyani

Universitas BSI Bandung

yanti.ynp@bsi.ac.id

Abstrak

Ujian Nasional merupakan alat evaluasi yang dikeluarkan pemerintah untuk mengukur tingkat pencapaian tujuan pendidikan yang telah ditetapkan. Saat ini nilai ujian nasional dijadikan sebagai salah satu tolak ukur keberhasilan dan kualitas seorang siswa. Setiap sekolah menginginkan menjadi sekolah unggul dan berbagai upaya dilakukan untuk mencapai posisi tersebut. Salah satunya adalah menstabilkan nilai raport yang didapat siswa selama pembelajaran mulai dari semester awal hingga semester akhir agar mendapatkan nilai yang cukup memuaskan untuk nilai ujian nasional. Penelitian ini berbentuk studi kasus pada SMPN 2 Cihaurbeuti dengan *variable* penelitian adalah nilai raport dan nilai UN 2015/2016 dan 2016/2017 untuk prediksi nilai UN 2017/2018. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *Mean Square Error* (MSE) terkecil pada mata pelajaran B. Indonesia sebesar 0.011279, B. Inggris sebesar -0.019804, Matematika diperoleh sebesar -0.06416 dan IPA sebesar -0.0075304 dengan kombinasi parameter pelatihan berupa 2.000 *epoch* dan *learning rate* sebesar 0,1. Jaringan saraf tiruan *backpropagation* yang dihasilkan dapat melakukan prediksi nilai ujian nasional dengan ketepatan lebih tinggi dibanding dari perhitungan nilai rata-rata.

Kata Kunci: *backpropagation*, jaringan syaraf tiruan, ujian nasional

Abstract

National Exam is a government issued an evaluation tool to measure the level of achievement of educational goals that have been set. Currently nasioanal exam scores be used as one measure of the success and quality of a student or school with only the value of some of the subjects examination. Every school wants to be superior schools and efforts were made to reach that position. One is to stabilize the value of students' report cards obtained during the semester learning from the beginning to the end of the semester in order to obtain a satisfactory value for the national exam .This research case studies form the SMP 2 Cihaurbeuti the study variables is the value of report cards and the value of the 2015/2016 and 2016/2017 UN predictive value for UN 2017/2018. The results showed that the Mean Square Error (MSE), the smallest on the subjects B. Indonesia amounted to 0.011279, -0.019804 by B. English , Mathematics obtained at - 0.06416 and IPA for -0.0075304 with a combination of parameters such as 2,000 epochs of training and learning rate of 0,1. backpropagation neural network produced reliable enough to predict national exam scores with accuracy higher than from the calculation of the average value.

Key Word: *artificial neural network, backpropogation, national exam*

1. PENDAHULUAN

Dunia pendidikan merupakan hal yang sangat berpengaruh didalam kehidupan dan penentuan kualitas akademik maupun non akademik seseorang. Sekolah merupakan salah satu tempat yang sangat berpengaruh didalam pembentukan karakter dan perkembangan seorang anak yang akan membentuk pribadi penentu dimasa yang akan datang. Melalui pendidikan di sekolah diharapkan siswa mampu

menyesuaikan diri dengan program akademik, tuntutan sosial dan tuntutan psikologis di lembaga pendidikan tempat ia mengembangkan dirinya. Menurut Undang Undang SISDIKNAS No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, adalah sebagai usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran sedemikian rupa supaya peserta didik dapat mengembangkan potensi dirinya secara aktif supaya

memiliki pengendalian diri, kecerdasan, keterampilan dalam bermasyarakat, kekuatan spiritual keagamaan, kepribadian serta ahlak mulia.[3]

Evaluasi pendidikan merupakan salah satu komponen utama yang tidak dapat dipisahkan dari rencana pendidikan, namun tidak semua evaluasi dapat dipakai untuk mengukur pencapaian tujuan pendidikan yang telah ditentukan. Informasi tentang tingkat keberhasilan pendidikan akan dapat dilihat apabila alat evaluasi yang digunakan sesuai dan dapat mengukur setiap tujuan. Alat ukur yang tidak relevan dapat mengakibatkan hasil pengukuran tidak tepat bahkan salah sama sekali. Ujian Nasional merupakan alat evaluasi yang dikeluarkan pemerintah untuk mengukur tingkat pencapaian tujuan pendidikan yang telah ditetapkan. Saat ini nilai ujian nasional dijadikan sebagai salah satu tolak ukur keberhasilan dan kualitas seorang siswa atau sekolah dengan hanya nilai dari beberapa mata pelajaran yang diujikan.

Menurut Keputusan Menteri Pendidikan Nasional No. 153/U/2003 tentang ujian nasional tahun pelajaran 2003/2004 disebutkan bahwa tujuan ujian nasional adalah untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik melalui pemberian tes pada siswa SLTP dan siswa SLTA. Selain itu ujian nasional bertujuan untuk mengukur mutu pendidikan dan mempertanggungjawabkan penyelenggaraan pendidikan di tingkat nasional, provinsi, kabupaten hingga tingkat sekolah.[3]

Tuntutan kelulusan yang tinggi baik terhadap presentase/jumlah siswa yang dinyatakan lulus maupun besarnya nilai yang diperoleh para siswa mendorong sekolah untuk melakukan berbagai upaya untuk mencapainya. Tuntutan seperti ini sekaligus berdampak pada terbentuknya citra dan *prestise* sebuah sekolah. Sekolah yang dapat meluluskan siswanya dengan presentase yang tinggi, dinilai sebagai sekolah yang berkualitas dan unggul. Setiap sekolah menginginkannya dan berbagai upaya dilakukan untuk mencapai posisi

tersebut. Salah satunya adalah menstabilkan nilai raport yang didapat siswa selama pembelajaran mulai dari semester awal hingga semester akhir agar mendapatkan nilai yang cukup memuaskan untuk nilai ujian nasional.

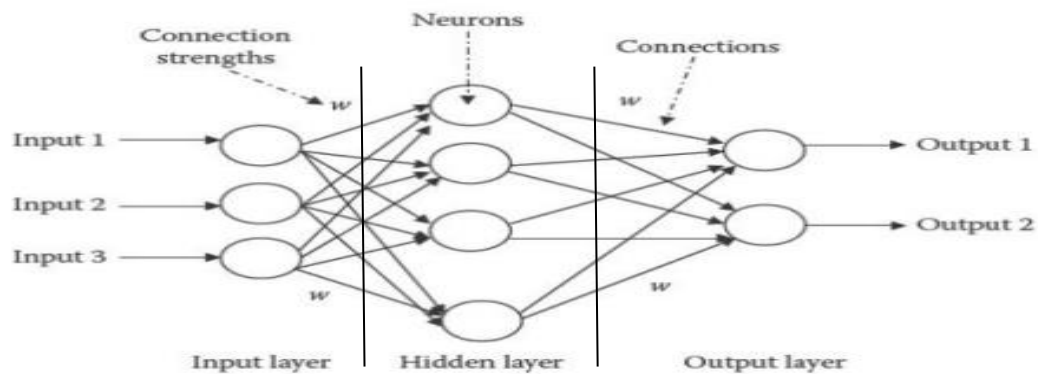
Untuk mencapai dan memberikan hasil yang efektif dalam nilai ujian nasional siswa, SMPN 2 Cihaurbeuti harus terus melakukan evaluasi terhadap hasil belajar siswa secara simultan. evaluasi ini dilaksanakan untuk mengetahui letak keunggulan dan kelemahan sistem penilaian serta sistem pengajaran yang diterapkan oleh guru. Selama ini prediksi penilaian masih dilakukan secara manual sehingga hasil yang didapat seringkali meleset dari nilai-nilai yang telah didapat sebelumnya.

Berdasarkan permasalahan diatas, penulis ingin mengembangkan cara untuk memprediksi membangun algoritma prediksi nilai ujian nasional di SMPN 2 Cihaurbeuti dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. Pada penelitian ini penulis akan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*) dengan algoritma *backpropagation* dan perangkat lunak yang akan digunakan adalah Matlab R2009b.

Jaringan syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf tiruan (Artificial Neural Network) merupakan metode yang populer untuk modeling data dan analisis sejak tahun 1980. Ide dari ANN diperkenalkan untuk menstimulasi mekanisme kerja biologis jaringan syaraf, yang terdiri dari bermacam-macam unit yang disebut *neuron* dan terhubung satu sama lain [13].

Neural network berusaha meniru struktur atau arsitektur dan cara kerja otak manusia sehingga diharapkan mampu menggantikan beberapa pekerjaan manusia, seperti mengenali pola (*pattern recognition*), prediksi, klasifikasi, pendekatan fungsi, dan optimisasi. *Neural network* merupakan satu set unit *input/output* yang terhubung dimana tiap relasinya memiliki bobot [6].



Sumber: J. Han, and M. Kember. (2006)

Gambar 1. Arsitektur Artificial Neural Network

Neural network memiliki kelebihan utama, yaitu kemampuan untuk memprediksi [3]. *Neural network* juga mempunyai toleransi yang tinggi terhadap data yang mengandung *noise* dan mampu menangkap hubungan yang sangat kompleks antara variabel-variabel *prediktor* dan *outputnya*. Sedangkan kekurangan *neural network* adalah tidak adanya model struktural yang jelas yang dihasilkan, karena *neural network* lebih bersifat menyelesaikan permasalahan *black-box*. Selain itu, walaupun mampu mengeneralisasi dari data *training* yang diberikan, *neural network* bisa menghasilkan prediksi yang invalid bila harus menerima input diluar *range* yang diberikan saat *training*. Selain itu, *neural network* tidak memiliki mekanisme untuk memilih variable yang relevan untuk prediksi. *Neural network* juga membutuhkan data *training* yang cukup. Bila *neural network* dilatih dengan sedikit data *training*, maka hasil prediksinya bisa sangat buruk [2].

Backpropagation

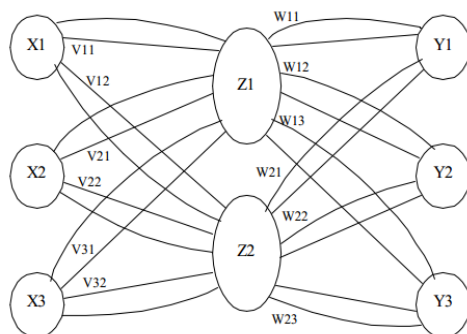
Metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Di dalam jaringan propagasi balik, setiap unit yang berada di lapisan *input* terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi. Setiap unit yang ada di lapisan tersembunyi terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan *output*. Jaringan ini terdiri dari banyak lapisan (*multilayer network*). Ketika jaringan diberikan pola masukan sebagai pola

pelatihan, maka pola tersebut menuju unit-unit lapisan tersembunyi untuk selanjutnya diteruskan pada unit-unit di lapisan keluaran. Kemudian unit-unit lapisan keluaran akan memberikan respon sebagai keluaran jaringan saraf tiruan. Saat hasil keluaran tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka keluaran akan disebarkan mundur (*backward*) pada lapisan tersembunyi kemudian dari lapisan tersembunyi menuju lapisan masukan. Tahap pelatihan ini merupakan langkah untuk melatih suatu jaringan saraf tiruan, yaitu dengan cara melakukan perubahan bobot. Sedangkan penyelesaian masalah akan dilakukan jika proses pelatihan tersebut telah selesai, fase ini disebut fase pengujian [15].

Jaringan propagasi balik dikembangkan oleh Paul Werbos (Valurru B. Rao and Hayagriva V Rao, 1993;87) dan hampir 80% dari seluruh jaringan syaraf tiruan yang ada dalam perkembangannya menggunakan jaringan ini karena mudah dalam proses belajarnya. Jaringan syaraf tiruan propagasi balik memiliki kemampuan untuk menentukan hubungan antara sekelompok pola masukan dengan sekelompok pola keluaran yang diberikan dan menggunakan hubungan ini pada saat diberikan pola masukan baru.

Suatu fungsi aktivasi propagasi balik memiliki ciri utama yaitu berkesinambungan dan adanya peningkatan/perbaikan yang berulang-ulang. Aplikasi propagasi balik yaitu memetakan masukan (*input*) terhadap target keluaran (*output*). Tujuan

pemetaan adalah untuk melatih jaringan mencapai suatu keseimbangan antara kemampuan merespon pola masukan yang digunakan dalam pelatihan dengan kemampuan untuk memberi respon masukan yang disesuaikan.



Gambar 2. Konfigurasi Jaringan Syaraf Tiruan Backporpagation

Prosedur belajar propagasi balik menggunakan metode gradien descent dengan paradigma belajar supervised, sehingga pasangan data input- output (set data) mutlak harus tersedia. Data ini akan digunakan sebagai pembimbing dalam mengenali polanya. Untuk dapat mengubah bobot sinapsis, maka proses komputasi dilakukan dengan cara arah maju (*forward*) dan arah mundur (*backward*).

Di dalam jaringan propagasi balik, setiap unit yang berada di lapisan input terhubung dengan setiap unit yang ada pada lapisan tersembunyi. Hal serupa pula berlaku pada lapisan tersembunyi. Setiap unit yang ada pada lapisan tersembunyi terhubung dengan setiap unit yang ada di lapisan output. Jaringan saraf tiruan propagasi balik terdiri dari banyak lapisan (*Multi Layer Network*).

Tinjauan Studi

V.O. Oladokun, Ph.D., A.T. Adebajo, B.Sc., dan O.E. Charles-Owaba, Ph.D. mengembangkan system prediksi akademik siswa pada Fakultas Teknik dan menentukan beberapa factor yang sesuai dan mempengaruhi kemampuan mahasiswa diantaranya nilai ujian, usia saat masuk, latar belakang orang tua. Variable output dapat mewakili beberapa tingkatan kemampuan calon mahasiswa dalam system penilaian penerimaan di universitas itu. Model yang

dikembangkan berdasarkan beberapa variable input yang dipilih. Akurasi yang dicapai lebih dari 74% yang menunjukkan ketepatan Artificial Neural Network sebagai alat prediksi (2008).[17]

Penelitian yang dilakukan oleh Reza Luthfianto, Imam Santoso, dan Yuli Christiyono yang mengembangkan peramalan jumlah penumpang kereta api dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation yang dapat membantu memprediksi penumpang kereta api berdasarkan data selama 21 bulan untuk mengenali pola data jumlah penumpang kereta api. Dengan tingkat akurasi peramalan pada data latih lebih tinggi disbanding dengan tingkat akurasi pada data uji. Dimana pengenalan tertinggi untuk data latih sebesar 85,34% dan pengenalan terendah sebesar 71,97%. Sedangkan untuk data uji dengan pengenalan tertinggi sebesar 75,60% dan pengenalan terendah sebesar 52,59% (2017).

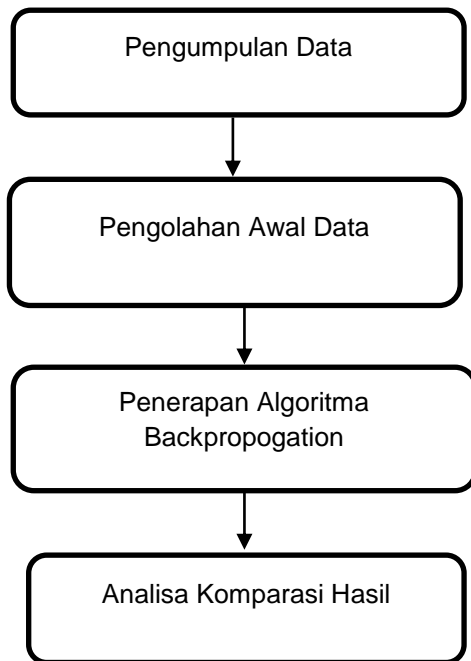
Sandi Kosasi, dalam papernya membuat aplikasi jaringan syaraf tiruan dengan algoritma backpropagation dengan variable penelitian berupa nilai rapaort semester 7 hingga semester mata pelajaran IPA dan Matematika untuk mencari output Nilai Sekolah. Dengan menggunakan design system flowchart dan UML serta software yang digunakan VB.Net 2008. Hasil penelitiannya menyebutkan MSE sebesar 0,510075, kombinasi parameter pelatihan sebesar 26000 dan epoch sebesar 0,5 dengan akurasi rata-rata sebesar 80,15% (2017).

2. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Metode penelitian kuantitatif digunakan untuk meneliti pada populasi atau *sample* tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditentukan.. Pengambilan sampel nilai siswa berikut aspek-aspek yang mendukung instrumen observasi nilai, kemudian data yang sudah terkumpul diolah menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma *backpropagation* dan *output* yang dihasilkan menentukan prediksi

nilai ujian nasional siswa. Data yang diperoleh dari penelitian lapangan akan diolah menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan *tool*/matlab. Penelitian ini dilakukan dengan menjalankan beberapa langkah proses penelitian, yaitu:



Gambar 3. Langkah Proses Penelitian

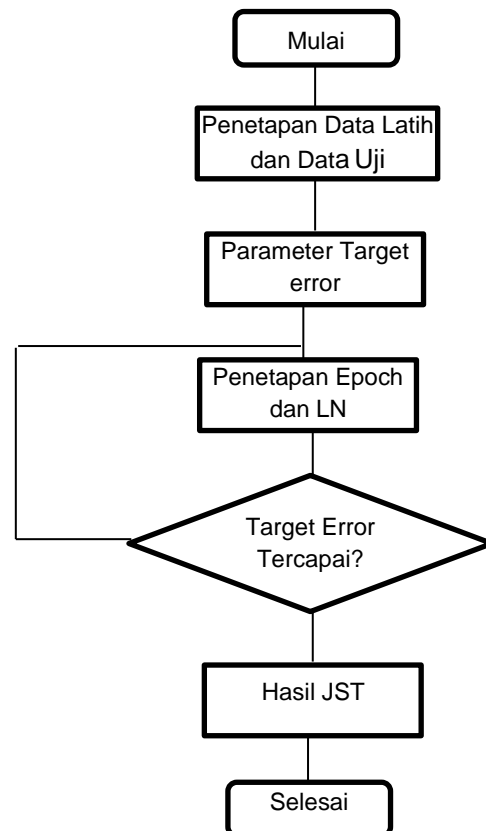
Pengumpulan data dilakukan untuk menentukan data yang akan diproses. Data diperoleh dari arsip PKS Kurikulum SMPN 2 Cihaurbeuti dan di unduh melalui alamat web www.smpn2cihaurbeuti.sch.id.

Pengolahan data awal perlu dilakukan sebelum data digunakan untuk analisa penerapan algoritma *Backpropogation*. Pengolahan awal data berupa pembentukan sumber data random (set the random seed) dan pembentukan variabel pemilah (*partition variable*).

Pembentukan sumber data random bertujuan agar data nantinya dapat tersusun dengan baik karena sudah mengalami pengacakan data secara statistik. Pembentukan variabel pemilah bertujuan untuk memilah data menjadi data *training* dan data *holdout*. Jika dirasakan perlu, data *training* selanjutnya dipisah menjadi data *training* dan data *testing*.

Pada tahap *modeling* ini dilakukan pemrosesan data traning sehingga akan membahas metode algoritma

yang diuji dengan memasukkan data nilai raport dan nilai ujian nasional kemudian di analisa dan dikomparasi. Berikut ini bentuk gambaran metode algoritma yang akan diuji.



Gambar 4.

Metode Algoritma yang akan Diuji

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

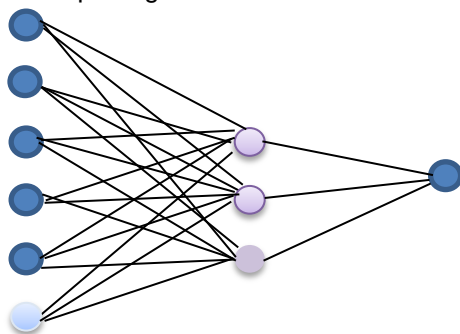
3.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari arsip PKS Kurikulum SMPN 2 Cihaurbeuti. Data merupakan hasil pengolahan data nilai dari lulusan tahun 2016 dan 2017 sebagai data training sedangkan data nilai tahun 2018 merupakan data testing untuk memprediksi nilai ujian nasional berdasarkan nilai raport 5 semester. Sumber data terdiri dari 277 orang siswa untuk tahun 2016, 240 siswa untuk tahun 2017 dan 266 orang siswa untuk tahun 2018. Dari setiap angkatan diambil sample masing-masing 50 orang siswa. Atribut atau variable yang ada sebanyak 6 atribut yang terdiri dari 5 sebagai atribut predictor dan 1 sebagai atribut tujuan.

Tabel 1. Atribut

No	Atribut	Nilai Atribut
1	Semester 1 (X1)	Angka
2	Semester 2 (X2)	Angka
3	Semester 3 (X3)	Angka
4	Semester 4 (X4)	Angka
5	Semester 5 (X5)	Angka
6	Nilai UN (Target)	Angka

Data training yang digunakan untuk model ini menggunakan data training yang sama dan nilai atribut yang digunakan berupa nilai numeric/angka. Neural network dalam penelitian ini menggunakan satu buah lapisan input yang terdiri dari enam neuron (lima neuron adalah atribut yang digunakan sebagai predictor dan satu neuron bias), satu buah lapisan tersembunyi yang terdiri dari dua buah neuron, dan satu buah lapisan output yang merupakan hasil prediksi seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.

**Gambar 5.** Neural Network Prediksi Nilai Ujian Nasional

3.2. Pembahasan

Data-data *input* akan diproses menggunakan pelatihan *Artificial Neuron Network* (ANN) dengan metode *backpropagation*. *Input* dari pelatihan ini adalah data-data histories nilai raport dan nilai ujian nasional dua tahun sebelumnya yang didapat dari PKS Kurikulum SMPN 2 Cihaurbeuti. Sehingga Jaringan akan mempunyai 5 sel input yaitu nilai raport semester 1, semester 2, semester 3, semester 4 dan semester 5. Sample data pelatihan yang digunakan tertera pada lampiran 1. Berikut adalah data hasil proses training pada masing-masing mata pelajaran pada tahun 2016 dan 2017.

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan maka diambil MSE terkeci adalah -0.0025005 dengan rentang waktu 0:00:35, epoch= 2000 dan learning rate= 0,1

3.3. Analisis

3.3.1. Proses Training Data Nilai Tahun 2013 dan 2014

Dengan menggunakan hidden layer=2 dan epoch=2000 maka didapatkan hasil training data nilai B.Indonesia tahun 2016 dan 2017 didapatkan rata-rata error sebesar 0.011279. Hasil training pada data nilai B.Ingggris didapatkan rata-rata error sebesar -0.019804. rata-rata error pada training data Matematika sebesar -0.06416 dan pada IPA sebesar -0.0075304.

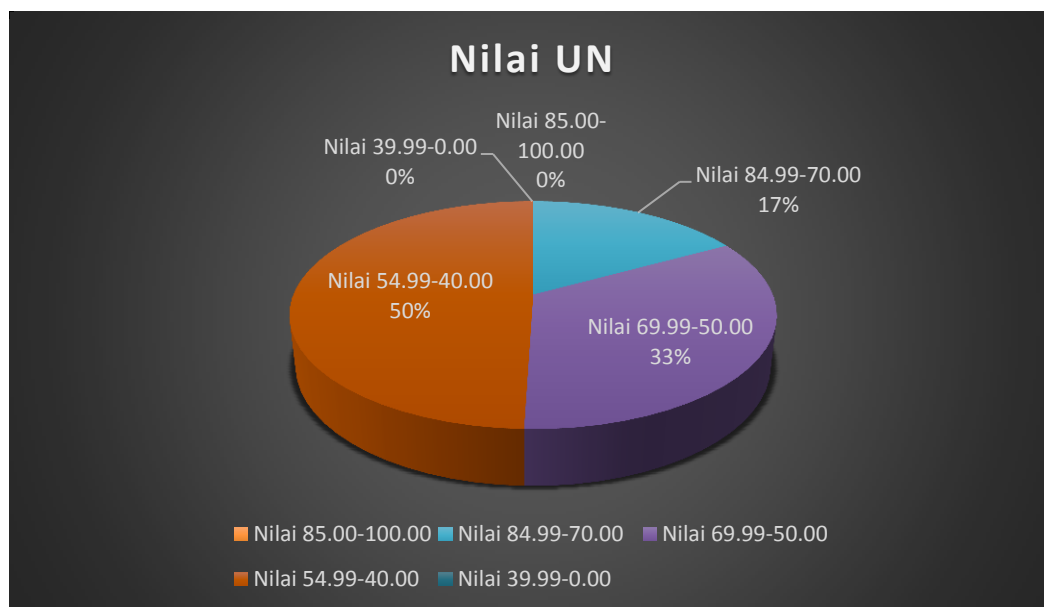
3.3.2. Pengujian Hasil Prediksi Nilai UN 2015

Hasil pengujian berdasarkan nilai raport 5 semester maka akan didapatkan nilai prediksi UN masing-masing mata pelajaran dengan diberikan rentang nilai minimal dan maksimal berdasarkan error yang didapat. Untuk mata pelajaran B. Indonesia didapatkan rentang nilai UN dengan jumlah error minimal sebesar ± 0.112 , rentang error minimal untuk mata pelajaran B. Inggris sebesar ± -0.019 , mata pelajaran Matematika sebesar ± -0.064 dan mata pelajaran IPA sebesar ± -0.007 . dibandingkan dengan perhitungan secara konvensional yang hanya menghitung rata-rata nilai raport dan prediksi secara konvensional berdasarkan ketentuan nilai minimum dari pemerintah untuk tahun 2018 nilai ujian nasional rata-rata dari nilai keseluruhan mata pelajaran yang diujikan sebesar 50,50 dan nilai minimum per mata pelajaran sebesar 40,00. Dengan learning rate, target error dan data pembelajaran yang sama belum pasti menghasilkan tingkat prediksi yang sama, hal ini dikarenakan nilai bobot-bobot pada tiap-tiap neuron yang dihasilkan oleh setiap pembelajaran berbeda. Penyebab bobot dari tiap-tiap neuron yang dihasilkan oleh setiap pembelajaran pasti berbeda adalah dikarenakan pemberian nilai bobot awal dengan nilai

random dimana nilai random setiap pembelajaran berbeda.

Penggunaan data pada training ini adalah data raport 5 semester yang dijadikan sebagai variable X_1 , X_2 , X_3 , X_4 dan X_5 sedangkan yang menjadi target adalah data nilai UN tahun ajaran 2015/2016 dan 2016/2017 diolah dan dilakukan proses training serta testing

pada Matlab sebagai tool jaringan syaraf tiruan sehingga menghasilkan bobot-bobot nilai yang diasumsikan sebagai matrik W dan matriks V yang selanjutnya memasukan data testing yang terdiri dari data nilai raport selama semester tahun ajaran 2017/2018 untuk memprediksi nilai UN tahun 2018 sebagai outputnya



Gambar 6. Diagram Pie Nilai Ujian Nasional

Rata-rata prediksi nilai yang didapatkan siswa, ada beberapa siswa yang tidak akan lulus dari mata pelajaran tertentu dikarenakan mendapatkan nilai <50.50 sebagai batas minimum nilai mata pelajaran yang diujikan. Sedangkan untuk nilai UN dengan batas minimum 40.00 sebagai standarisasi kelulusan tahun 2018, dari nilai rata-rata keseluruhan dapat disimpulkan bahwa siswa di SMPN 2 Cihaurbeuti akan mendapatkan kelulusan 100% dengan rentang nilai antara 54.00-40.00 sebanyak 50%, rentang nilai 69.99-50.00 sebanyak 33% dan rentang nilai 70.00-84.99 sebanyak 17%. Hal ini akan berdampak pada siswa yang akan melanjutkan ke ditingkat SLTA favorit di daerah Ciamis dan sekitarnya yang menentukan passing grade cukup tinggi. Perlu adanya tindak lanjut dari pihak sekolah untuk dapat meningkatkan nilai UN siswa dengan scenario-skenario proses pembelajaran yang dirancang serta diberikan perhatian khusus oleh semua

pihak terutama guru masing-masing mata pelajaran yang diujikan, wali kelas maupun kepala sekolah agar siswa dapat lulus dengan nilai yang sangat memuaskan dan dapat melanjutkan SLTA favorit.

4. KESIMPULAN

Hasil percobaan atau pelatihan jaringan syaraf tiruan menunjukan bahwa backpropagation yang sudah dilatih dengan baik akan memberikan keluaran yang masuk akal jika diberi masukan yang serupa (tidak harus sama) dengan pola yang dipakai dalam pelatihan sifat backpropagation yang generalisasi ini membuat pelatihan lebih efisien karena tidak perlu dilakukan pada semua data.

Algoritma backpropagation dapat melakukan proses prediksi, akan tetapi baik atau tidaknya nilai yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh penentuan parameter seperti besarnya learning rate dan jumlah neuron pada hidden layer.

Jaringan Syaraf Tiruan dapat menghasilkan prediksi yang lebih akurat dibanding dengan prediksi secara konvensional yaitu hanya dengan menggunakan nilai rata-rata selama 5 semester maka dapat dihasilkan prediksi nilai ujian nasional dengan rentang nilai berdasarkan error minimum maksimum yang didapat.

Referensi

- Abdullah, Ade Gafur (2010). Diktat Mata Kuliah ET.171 Pengantar Kecerdasan Buatan. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Budi Santoso. (2007). "Data Mining Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis". Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Depdiknas., RI. (2003). Sistem Pendidikan Nasional; Nomor 20 tahun 2003 tentang standar nasional pendidikan. Jakarta: Depdiknas RI.
- D. T. Larose. (2005) "Discovering Knowledge" in Data. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- E.R.Naganathan, R.Venkatesh, N.Uma Maheswari. (2008). *Intelligent Tutoring System: Predicting Students Results Using Neural Networks*. Journal of Convergence Informarion Technology Vol. 3 No. 3, September 2008.
- Hindayati Mustafidah, Sri Hartati, Retantyo Wardoyo, Agus Harjoko. (2014). *Selection of Most Appropriate Backpropagation Training Algorithm in Data Pattern Recognition*. International
- J. Han, and M. Kember. (2006). "Data Mining Concepts and Techniques". San Fransisco: Morgan Kauffman
- Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT) – volume 14 number 2 – Aug 2014
- Kothari. (2004). "Data Mining Concepts and Techniques". San Fransisco: Morgan Kauffman. 2004.
- Kusrini, and Luthfi, E. T. (2009). "Algoritma Data Mining". Yogyakarta: Andi Publishing.
- Kusumadewi, Sri. (2003). Artificial Intelligence (Teknik Dan Aplikasinya). Jogjakarta : Graha Ilmu.
- Kusumadewi, Sri. (2004) Membangun Jaringan Syaraf Tiruan (Menggunakan MATLAB dan Excel Link). Jogjakarta : Graha Ilmu.
- Liao. (2007). "Recent Advances in Data Mining of Enterprise Data: Algorithms and Application". Singapore: World Scientific Publishing. 2007
- Mauridhi Hery Purnomo, and Agus Kurniawan. (2006). "Supervised Neural Networks dan Aplikasinya". Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Puspitaningrum, (2006), Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan, C.V Andi Offset, Yogyakarta
- S. J. Jek, *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta. 2005
- V.O. Oladokun, Ph.D., A.T. Adebajo, B.Sc., dan O.E. Charles-Owaba, Ph.D. (2008). *Predicting Students' Academic Performance using Artificial Neural Network: A Case Study of an Engineering Course*. The Pacific Journal of Science and Technology
- Widiarsono, Teguh. (2005). Tutorial Praktis Belajar Matlab. Jakarta: Author.
- Widodo, Prabowo Pudjo., Handayanto, Rahmadya Trias. Penerapan Soft Computing Dengan Matlab, Bandung: Rekayasa Sains, 2012.