

JARINGAN SARAF TIRUAN UNTUK MEMPREDIKSI TINGKAT PEMAHAMAN SISWA TERHADAP MATAPELAJARAN DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BACKPROPAGATION

Solikhun, M. Safii, Agus Trisno

Program Studi Manajemen Informatika, AMIK Tunas Bangsa Pematangsiantar
Program Studi Sistem Informasi, STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar

Jln. Jenderal Sudirman Blok A No. 1,2,3 Pematangsiantar

solikhun@amiktunasbangsa.ac.id, m.safii@amiktunasbangsa.ac.id, a.trins@yahoo.com

Abstract

Prediction of students' understanding of the subject is important to know the extent to which the students' understanding of the subjects presented by educators when teaching and learning activities and to determine the ability of educators in delivering subjects. Artificial Neural Network to predict the level of students' understanding of subjects using backpropagation learning algorithm uses several variables: Knowledge, skills / abilities, assessment and workload and guidance and counseling. Backpropagation learning algorithm is applied to train eight indicators to predict the level of students' understanding of the subjects. The test results obtained by the student's understanding level prediction accuracy rate of 90% with a 6-5-1 architecture.

Keywords: *Neural Networks, Backpropagation, Prediction Comprehension Level Students*

Abstrak

Prediksi tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran sangatlah penting untuk mengetahui sampai dimana pemahaman siswa terhadap mata pelajaran yang disampaikan oleh pendidik pada saat kegiatan belajar mengajar dan untuk mengetahui kemampuan pendidik dalam menyampaikan mata pelajaran. Artificial Neural Network untuk memprediksi tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran menggunakan algoritma pembelajaran backpropagation menggunakan beberapa variabel yaitu : Pengetahuan, ketrampilan/kemampuan, penilaian & beban kerja dan bimbingan & konseling. Algoritma pembelajaran Backpropagation diterapkan untuk melatih delapan variabel tersebut untuk memprediksi tingkat pemahaman mahasiswa terhadap mata pelajaran. Hasil pengujian diperoleh prediksi tingkat pemahaman siswa dengan tingkat akurasi 90 % dengan arsitektur 4-2-1.

Kata kunci : *Jaringan Saraf Tiruan, Backpropagation, Tingkat Pemahaman Siswa*

1. PENDAHULUAN

Jaringan saraf tiruan (JST) (artificial neural network (ANN) / simulated neural network (SNN) / neural network(NN)) adalah jaringan yang terdiri atas sekelompok unit pemroses kecil yang dimodelkan berdasarkan jaringan saraf

manusia. (Sari Indah Anatta Setiawan, 2011). Jaringan saraf tiruan adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel saraf biologis sama seperti otak yang memproses suatu informasi[1].

Jaringan saraf tiruan sama seperti halnya manusia yang belajar dari suatu contoh untuk memecahkan suatu masalah yang memiliki pola yang sama dengan contoh yang diberikan. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan syaraf biologis (JSB) Jaringan Syaraf Tiruan tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia (human cognition) [2].

Proses belajar mengajar merupakan salah satu kegiatan dalam sebuah sekolah dalam mencerdaskan kehidupan bangsa. Peran tersebut tidak terlepas dari tenaga pengajar profesional dan pemahaman siswa yang baik. Dalam proses belajar mengajar perlunya hubungan dua arah antara siswa dan tenaga pengajar. Ini dimaksudkan supaya ada kerjasama yang baik selama proses belajar mengajar berlangsung. Analisa yang dilakukan oleh pihak sekolah terhadap proses belajar mengajar sangat perlu dilakukan diakhir semester. Ini bertujuan agar ada penilaian terhadap siswa dan tenaga pengajar profesional. Bagi siswa ini bertujuan menilai tingkat pemahaman dan daya serap terhadap mata pelajaran yang diajarkan dan bagi tenaga pengajar profesional ini bertujuan untuk menilai sejauh mana tenaga pengajar profesional dapat menyalurkan pengetahuannya terhadap mata pelajaran yang diampunya selama 1 (satu) semester. Sehingga pihak sekolah dapat memberikan keputusan yang adil. Dalam memprediksi sampai mana tingkat pemahaman siswa terhadap matapelajaran.

Dari uraian diatas penulis melakukan penelitian dengan judul jaringan saraf tiruan untuk memprediksi tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran dengan menggunakan algoritma *backpropagation*.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)

Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence atau AI) didefinisikan sebagai kecerdasan yang ditunjukkan oleh suatu entitas buatan. Sistem seperti ini umumnya dianggap komputer. Kecerdasan diciptakan dan dimasukkan ke dalam suatu mesin (komputer) agar dapat melakukan pekerjaan seperti yang dapat dilakukan manusia. Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence atau AI) didefinisikan sebagai kecerdasan yang ditunjukkan oleh suatu entitas buatan. Sistem seperti ini umumnya dianggap komputer. Kecerdasan diciptakan dan dimasukkan ke dalam suatu mesin (komputer) agar dapat melakukan pekerjaan seperti yang dapat dilakukan manusia. AI adalah bidang studi berdasarkan pada premis bahwa pikiran cerdas dapat dianggap sebagai bentuk perhitungan [3].

2.1.1. Definisi kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelegent*) merupakan salah satu bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin komputer dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan bisa lebih baik daripada yang dilakukan manusia. Menurut John McCarthy dalam Dahria (2008), *Artificial Intelegent* (AI) adalah untuk mengetahui dan memodelkan proses-proses berpikir manusia dan mendesain mesin agar dapat menirukan

perilaku manusia. Cerdas, berarti memiliki pengetahuan dan pengalaman, Penalaran, bagaimana membuat keputusan dan mengambil tindakan moral yang baik[4].

2.1.2. Soft Computing

Soft Computing merupakan inovasi baru dalam membangun sistem cerdas yaitu sistem yang memiliki keahlian seperti manusia pada domain tertentu, mampu beradaptasi dan belajar agar dapat bekerja lebih baik jika terjadi perubahan lingkungan. *Soft Computing* mengeksploitasinya toleransi terhadap ketidaktepatan, ketidakpastian dan kebenaran parsial untuk dapat diselesaikan dan dikendalikan dengan mudah agar sesuai dengan realita (Zadeh dalam Dahria, 2008). Metodologi-metodologi yang digunakan dalam *soft computing* adalah :

1. Sistem *Fuzzy* (Mengakomodasi ketidaktepatan) Logika Fuzzy (*fuzzy logic*).
2. Jaringan Saraf Tiruan (*Neural Network*).
3. *Probabilistic Reasoning* (Mengakomodasi ketidakpastian).
4. *Evolutionary Computing* (Optimasi) Algoritma Genetika[4].

2.2. Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*)

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah paradigm pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi. Jaringan ini biasanya diimplementasikan dengan menggunakan komponen elektronik atau disimulasikan pada aplikasi computer[5].

2.3. Model Neuron

Menurut Haykin (2012), neuron adalah unit pengolah informasi yang merupakan dasar dari proses sebuah Jaringan Saraf Tiruan. Dijelaskan juga ada tiga elemen dasar dari model saraf yaitu:

1. Satu set dari sinapsis, atau penghubung yang masing-masing digolongkan oleh bobot atau kekuatannya.
2. Sebuah penambah untuk menjumlahkan sinyal-sinyal *input*. Ditimbang dari kekuatan sinaptik masing-masing neuron.
3. Sebuah fungsi aktivasi untuk membatasi amplitudo *output* dari neuron. Fungsi ini bertujuan membatasi jarak amplitude yang diperbolehkan oleh sinyal *output* menjadi sebuah angka yang terbatas[6].

2.4. Algoritma Backpropagation

Algoritma *Backpropagation* untuk melakukan *training* terhadap suatu jaringan terdiri dari tiga tahap, yaitu *feedforward* dari pola *input training*, *backpropagation* dari error yang terkait, dan penyesuaian bobot.

Langkah-langkah dalam algoritma *backpropagation* oleh Fausett (1994) adalah sebagai berikut:

- Langkah 0: Inisialisasi bobot (set bobot pada nilai random yang kecil).
Langkah 1: Ketika pada kondisi berhenti salah, lakukan langkah 2 – 9.
Langkah 2: Untuk setiap pasangan *training*, lakukan langkah 3 – 8.

Feedforward

Langkah 3: Setiap unit *input* ($X_i, i = 1, \dots, n$) menerima sinyal *input* X_i dan memancarkan sinyal ini kepada semua unit pada lapisan di atasnya (*hidden unit*)

Langkah 4: Setiap *hidden unit* ($Z_j, j = 1, \dots, p$) menjumlahkan bobot sinyal *input*.

$$z_in_j = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij}$$

mengaplikasikan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output*

$$z_j = f(z_in_j)$$

dan mengirim sinyal ke semua unit di lapisan di atasnya (*output unit*).

Langkah 5: Setiap unit *output* ($Y_k, k = 1, \dots, m$) menjumlahkan bobot sinyal *input*.

$$y_in_k = W_{0k} + \sum_{j=1}^p Z_j W_{jk}$$

dan mengaplikasikan fungsi aktivasinya untuk menghitung sinyal *output*.

$$y_k = f(y_in_k)$$

Backpropagation

Langkah 6: Setiap unit *output* ($Y_k, k = 1, \dots, m$) menerima pola target sesuai dengan pola *training input*, menghitung informasi *error*.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_in_k)$$

menghitung koreksi bobotnya (digunakan untuk memperbaharui w_{jk})

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j$$

menghitung koreksi bias (digunakan untuk memperbaharui w_{0k})

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k$$

mengirim δ_k ke unit lapisan dibawahnya

Langkah 7: Setiap *hidden unit* ($Z_j, j = 1, \dots, p$) menjumlahkan delta *input* (dari unit di lapisan atas).

$$\delta_in_j = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{jk}$$

dikalikan dengan turunan dari fungsi aktivasi untuk menghitung informasi *error*.

$$\delta_j = \delta_in_j f'(z_in_j)$$

menghitung koreksi bobot (digunakan untuk memperbaharui v_{ij})

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i$$

dan menghitung koreksi bias (digunakan untuk memperbaharui v_{0j})

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j$$

Update bobot dan bias

Langkah 8: Setiap unit *output* ($Y_k, k = 1, \dots, m$) memperbaharui bias dan bobot ($j = 0, \dots, p$)

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk}$$

Setiap *hidden unit* ($Z_j, j = 1, \dots, p$) memperbaharui bobot dan bias ($i = 0, \dots, n$)

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij}$$

Langkah 9: Tes kondisi berhenti.

Algoritma aplikasi

Setelah *training*, jaringan saraf *backpropagation* diaplikasikan dengan hanya menggunakan fase *feedforward* dari algoritma *training*. Langkah-langkahnya sebagai berikut oleh Fausett (1994):

Langkah 0: Inisialisasi bobot (dari algoritma *training*).

Langkah 1: Untuk setiap vektor *input* lakukan langkah 2-4.

Langkah 2: Untuk $i = 1, \dots, n$ set aktivasi untuk unit *input* x_i .

Feedforward

Langkah 3: Untuk setiap $j = 1, \dots, p$

$$z_in_j = V_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ij}$$

$$z_j = f(z_in_j)$$

Langkah 4: Untuk setiap $k = 1, \dots, m$

$$y_in_k = W_{0k} + \sum_{j=1}^p Z_j W_{jk}$$

$$y_k = f(y_in_k)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perancangan Sistem

3.1.1. Pendefinisian *Input* dan Target

Data siswa selanjutnya akan diolah oleh Jaringan Saraf Tiruan dengan metode *backpropagation*. Agar data dapat dikenali oleh Jaringan Saraf Tiruan, maka data harus direpresentasikan ke dalam bentuk numerik antara 0 sampai dengan 1, baik variabel maupun isinya yang merupakan masukan data siswa pada

SMK Prama Artha Simalungun sebagai pengenalan pola dan keluaran yang merupakan prediksi pemahaman siswa yang diperoleh dari model arsitektur terbaik pada saat penentuan pola terbaik. Hal ini dikarenakan jaringan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner (logsig) yang rangenya dari 0 sampai 1. Nilai-nilai yang digunakan diperoleh berdasarkan kategori dari masing-masing variabel selain juga untuk memudahkan mengingat dalam pendefinisianya.

3.1.2. Pendefinisian *Input*

Variabel penentuan tingkat pemahaman siswa merupakan kriteria yang menjadi acuan dalam pengambilan keputusan pada penilaian dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. Variabel ditentukan dengan cara melihat ketergantungan data terhadap penelitian yang dilakukan. Adapun daftar variabel dalam penentuan pemahaman siswa terhadap mata pelajaran yaitu tertera pada tabel 1 :

Tabel 1 : Daftar Kriteria dalam Pemahaman Siswa terhadap Mata pelajaran

No	Kriteria	Variabel	Rank Rata-Rata Nilai	Keterangan	Berat
1	Pengetahuan	A	5	Sangat Setuju	1
			4 – 4,99	Setuju	0.8
			3 – 3,99	Sedang	0.6
			2 – 2,99	Tidak Setuju	0.4
			0 – 1,99	Sangat Tidak Setuju	0.2
2	Keterampilan / Kemampuan	B	5	Sangat Setuju	1
			4 – 4,99	Setuju	0.8
			3 – 3,99	Sedang	0.6
			2 – 2,99	Tidak Setuju	0.4
			0 – 1,99	Sangat Tidak Setuju	0.2
3	Penilaian Dan Beban Kerja	C	5	Sangat Setuju	1
			4 – 4,99	Setuju	0.8
			3 – 3,99	Sedang	0.6
			2 – 2,99	Tidak Setuju	0.4
			0 – 1,99	Sangat Tidak Setuju	0.2
4	Bimbingan dan konseling	D	5	Sangat Setuju	1
			4 – 4,99	Setuju	0.8
			3 – 3,99	Sedang	0.6
			2 – 2,99	Tidak Setuju	0.4
			0 – 1,99	Sangat Tidak Setuju	0.2

Sumber : Data Olahan

Data input diperoleh dari kuisioner yang diberikan kepada siswa SMK Swasta Prama Artha Simalungun. Dari kuisioner tersebut diperoleh informasi tentang data siswa yang sudah mengikuti proses belajar selama semester 1 dan 2 tahun ajaran 2015/2016.

Data sampel siswa SMK Swasta Prama Artha Simalungun semester 1 dan 2 tahun pelajaran 2015/2016 yang terdiri dari 40 data dan masing masing data

memiliki 4 variabel dan 1 target. Data ini nantinya akan ditransformasikan ke sebuah data antara 0 sampai 1 sebelum dilakukan pelatihan dan pengujian menggunakan Jaringan Saraf Tiruan metode *backpropagation*.

3.1.3 Pendefinisian Target

Adapun data target adalah 1 yaitu siswa memahami mata pelajaran.

3.2. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan Matlab 6.1 aplikasi perangkat lunak. Sampel Data baku 40 siswa akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu data pelatihan dan data pengujian. Data mentah akan dikonversi berubah menjadi tabel kriteria yang telah ditentukan pada Tabel 1. Sedangkan untuk sampel data yang telah diproses dan ditransformasikan adalah sebagai berikut.

Tabel 2: Sampel dari data yang telah ditransformasikan

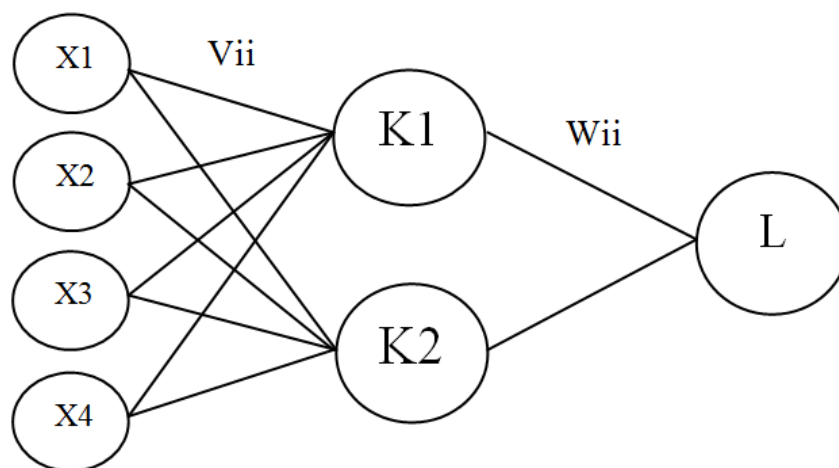
NO	NIS	NAMA	VARIABEL INPUT				TARGET
			A	B	C	D	
			X1	X2	X3	X4	X5
1	1514	ADE IRMA CITA DEWI	0.8	0.6	0.6	0.8	1
2	1517	ANDI KUSUMA	0.8	1	0.8	0.8	1
3	1518	ANDREANSYAH	0.8	0.6	0.4	0.4	1
4	1519	ANJAS SULISTIAWAN	0.8	0.8	0.8	1	1
5	1520	APRIL FRANCIS TAMPUBOLON	0.6	0.6	0.8	0.6	1
6	1522	ARYA DWI SUMANTHA SIDAURU	0.8	0.8	0.8	0.8	1
7	1523	ARYA SUKMA JAYA WARDANA	0.6	0.8	0.6	0.8	1
8	1524	DEVI GUSTIADANI PARANGIN-ANGIN	0.8	0.6	0.6	0.8	1
9	1526	DICKY WAHYUDI	0.8	0.8	0.6	0.8	1
10	1527	DWI SHAFIRA BATUBARA	0.6	0.8	0.6	0.6	1
11	1528	EDI KURNIAWAN	0.8	0.8	0.6	0.8	1
12	1529	FAISAL	0.6	0.4	0.6	0.8	1
13	1530	FARADILA HAFIZAH PARINDURI	0.8	0.8	1	1	1
14	1532	ILLIAS	0.6	0.6	0.8	0.6	1
15	1533	INDAH DESWITA	0.8	1	0.8	0.8	1
16	1534	JENI ARISKA	0.8	0.8	0.8	0.8	1
17	1536	LISNA WATI	0.8	0.8	0.6	0.8	1
18	1537	MILO SANDIKA	0.8	0.6	0.8	1	1
19	1538	MONICA APRILLIA DAMANIK	0.8	0.8	0.8	0.8	1
20	1539	MUHAMMAD BAYU SHOPAN	0.8	0.6	0.8	0.6	1
21	1542	NIA BAZHLINA	0.8	0.8	0.6	0.8	1
22	1544	PANCA IRAWAN	0.6	0.6	0.8	0.6	1
23	1545	PUTRA PANDU KHAIRUN NAZRI	0.6	0.4	0.6	0.8	1
24	1546	PUTRI MAYANG SARI	0.6	0.8	0.8	0.8	1
25	1547	RAHMAD	0.6	0.6	0.8	0.8	1
26	1548	RAMA DONA	0.6	0.8	0.8	0.8	1

NO	NIS	NAMA	VARIABEL INPUT				TARGET
			A	B	C	D	
27	1549	RIDUAN SANTOSO	0.6	0.4	0.6	1	1
28	1550	RIKA WARDANI	0.8	0.6	0.8	1	1
29	1551	RIZKY SYAHPUTRA	0.6	0.6	0.6	0.8	1
30	1552	RONI SANJAYA HASUGIAN	0.6	0.6	0.4	0.6	1
31	1553	SAHRUL RAMADAN	0.8	0.6	0.6	0.8	1
32	1554	SARTIKA ANDRIANI	0.6	0.6	1	1	1
33	1555	SHENDI IKHWANDA	0.8	0.8	0.6	1	1
34	1556	SISKA	0.8	0.8	0.6	1	1
35	1557	SUGIARTO	0.6	0.6	0.6	1	1
36	1558	SULIS HARIANI	0.4	0.4	0.4	0.6	1
37	1559	SURYA RAMADHAN	0.8	0.6	0.6	0.8	1
38	1560	TRI WULAN DARI	0.8	0.8	0.8	0.6	1
39	1561	ULUL AMRI	0.8	0.8	1	0.8	1
40	1563	YUNITA RAMAYANI	1	0.4	1	1	1

Sumber: Data Olahan

3.3. Perancangan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan yang digunakan untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran adalah Jaringan Saraf Tiruan *backpropagation* dengan langkah pembelajaran *feedforward*. Jaringan ini memiliki beberapa lapisan, yaitu lapisan masukan, lapisan keluaran dan beberapa lapisan tersembunyi. Lapisan tersembunyi tersebut membantu jaringan untuk dapat mengenali lebih banyak pola masukan dibandingkan dengan jaringan yang tidak memiliki lapisan tersembunyi. Parameter-parameter dalam pembentukan jaringan *backpropagation* menggunakan 4 variabel masukan, 1 lapisan tersembunyi dengan 2 dan 1 lapisan keluaran adalah sebagai berikut:



Gambar 1 Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan Memprediksi Tingkat Pemahaman Siswa Terhadap Mata pelajaran

Jaringan Saraf yang akan dibangun adalah algoritma propagasi balik (*backpropagation*) dengan fungsi aktivasi *Sigmoid*. Fungsi aktivasi dalam Jaringan Saraf Tiruan dipakai untuk proses perhitungan terhadap nilai aktual *output* pada *hidden layer* dan menghitung nilai aktual *output* pada *output layer*.

3.4. Pendefinisian Output

Hasil yang diharapkan pada tahap ini adalah deteksi pola menentukan nilai terbaik untuk tingkat pemahaman siswa tentang subjek. Hasil pengujian ada adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa tentu saja didasarkan pada kegiatan mengajar. Output dari tingkat pemahaman yaitu apakah siswa memahami terhadap mata pelajaran dengan bobot 1.

- b. Kategorisasi "memahami"

Kategori untuk "memahami" ditentukan oleh tingkat *error minimum* dari target "memahami" yang 1. Mereka mengkategorikan pada Tabel 4.4. sebagai berikut:

Tabel 3 Data Kategorisasi "mengerti"

No	Keterangan	Error Minimum
1	Sangat Memahami	0.0000 - 0.0010
2	Memahami	0.0011 - 0.0100
3	Cukup Memahami	0,0101 - 0,1000

3.5. Perancangan arsitektur 4-2-1 dengan Jaringan Saraf Tiruan

Perancangan data dengan Jaringan Saraf Tiruan untuk data pelatihan dan pengujian, maka digunakan 4 variabel input yaitu:

- $$\begin{aligned}
 X_1 &= \text{Pengetahuan} \\
 X_2 &= \text{Keterampilan/Kemampuan} \\
 X_3 &= \text{Penilaian dan Beban Kerja} \\
 X_4 &= \text{Bimbingan dan Konseling}
 \end{aligned}$$

Dalam perhitungan secara manual ini hanya diberikan sampel data input dari data sebagai contoh pembuktian dengan menggunakan 4 variabel input, yaitu X_1, X_2, X_3, X_4 .

Berikut tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam pengguna algoritma propagasi balik dengan fungsi aktivasi sigmoid. Tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi (*initialization*), merupakan tahap di mana variabel-variabel nilai akan diset atau didefinisikan terlebih dahulu, misalnya seperti: nilai data input, *weight*, nilai *output* yang diharapkan, *learning rate* dan nilai-nilai data lainnya.
2. Aktivasi (*activation*), merupakan proses perhitungan terhadap nilai aktual *output* pada *hidden layer* dan menghitung nilai *actual output* pada *output layer*.

3. *Weight Training*, merupakan proses perhitungan nilai *error gradient* pada *output layer* dan menghitung nilai *error gradient* pada *hidden layer*
4. *Iteration*, merupakan tahap akhir dalam pengujian, dimana jika masih terjadi *error minimum* yang diharapkan belum ditemukan maka kembali pada tahap aktivasi (*activation*).

Dalam pelatihan ataupun pembentukan Jaringan Saraf Tiruan yang perlu dilakukan pertama kali adalah inisialisasi bobot awal. Di mana bobot awal ini akan menghubungkan simpul-simpul pada lapisan input dan juga lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Bobot awal pada algoritma di atas adalah $v = (v_{11}, v_{12}, v_{21}, v_{22}, v_{31}, v_{32}, v_{41}, v_{42})$, sedangkan bobot biasanya dipilih secara acak pada simpul-simpul lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan *output* (w_{11} dan w_{12}) dipilih secara acak.

Algoritma pelatihan *backpropagation* dengan menggunakan 4 input layer, 2 layer tersembunyi, 1 *output layer* dengan fungsi aktivasi *sigmoid* biner adalah sebagai berikut :

1. Tahap inisialisasi :

Tuliskan nilai input yang diberikan

$$\begin{aligned} X_1 &= 0.8 \\ X_2 &= 0.6 \\ X_3 &= 0.6 \\ X_4 &= 0.8 \\ \text{Target} &= 1 \qquad \text{Learning rate}(\alpha) = 0.1 \end{aligned}$$

Berikan nilai bobot (V) dari input ke lapisan tersembunyi dengan nilai acak.

Tabel 4. Nilai Bobot dari *Input* ke *Hidden Layer*

	K ₁	K ₂
X ₁	0.2	-0.3
X ₂	0.4	0.1
X ₃	0.3	-0.5
X ₄	0.5	-0.4

Berikan nilai bobot (W) dari lapisan tersembunyi ke *output* dengan nilai acak.

Tabel 5. Nilai Bobot dari *Hidden Layer* ke *Output*

	L
K ₁	-0.3
K ₂	-0.2

2. Tahap Aktivasi

- a. Hitung keluaran tiap *node* (*node* tersembunyi dan *node output*)

$$\begin{aligned} K_1 &= X_1 \cdot V_{11} + X_2 \cdot V_{21} + X_3 \cdot V_{31} + X_4 \cdot V_{41} \\ &= 0,8 \cdot 0,2 + 0,6 \cdot 0,4 + 0,6 \cdot 0,3 + 0,8 \cdot 0,5 \end{aligned}$$

$$= 0,9800$$

$$= \text{Sigmoid } [0,9800] = \frac{1}{(1+e^{-0,8400})} = 0,2729$$

$$K2 = X_1.V_{12} + X_2.V_{22} + X_3.V_{32} + X_4.V_{42}$$

$$= 0,8 \cdot 0,3 + 0,6 \cdot 0,1 + 0,6 \cdot 0,5 + 0,8 \cdot 0,4$$

$$= -0,8000$$

$$= \text{Sigmoid } [-0,8000] = \frac{1}{(1+e^{-0,1600})} = 0,6900$$

$$L = K1.W_{11} + K2.W_{21}$$

$$= 0,2729 \cdot 0,3 + 0,6900 \cdot 0,2$$

$$= -0,2199$$

$$= \text{Sigmoid } [-0,2199] = \frac{1}{1+e^{(-0,1984)}} = 0,5547$$

b. Hitung nilai *error output* dan *hidden layer*

Rumus mencari *error output layer* :

$$Err_j = O_j (1 - O_j) (T_j - O_j)$$

Rumus mencari *error hidden layer* :

$$Err_i = O_i (1 - O_i) \sum_j Err_j w_{ij}$$

$$Err L = L \cdot (\alpha - L) \cdot (T - L)$$

$$= 0,5547 \cdot (0,1 - 0,5547) \cdot (1 - 0,5547)$$

$$= -0,1123$$

$$Err K1 = K1 \cdot (\alpha - K1) \cdot (Err L - W_{11})$$

$$= 0,2729 \cdot (0,1 - 0,2729) \cdot (-0,1123 - (-0,3))$$

$$= -0,3034$$

$$Err K2 = K2 \cdot (\alpha - K2) \cdot (Err L - W_{21})$$

$$= 0,6900 \cdot (0,1 - 0,6900) \cdot (-0,1123 - (-0,2))$$

$$= -0,0357$$

c. Modifikasi/hitung bobot baru

Rumus memodifikasi bobot baru :

$$W_{ij} = w_{ij} + l \cdot Err_j \cdot O_i$$

$$\Delta W_{11} = W_{11} + \alpha \cdot Err L \cdot K1$$

$$= -0,3 + 0,1 \cdot -0,1123 \cdot 0,2729$$

$$= -0,3031$$

$$\Delta W_{21} = W_{21} + \alpha \cdot Err L \cdot K2$$

$$= -0,2 + 0,1 \cdot -0,1123 \cdot 0,6900$$

$$= -0,2078$$

$$\Delta V_{11} = V_{11} + \alpha \cdot Err K1 \cdot j_1$$

$$= 0,2 + 0,1 \cdot -0,3034 \cdot 0,8$$

$$= 0,1993$$

$$\Delta V_{12} = V_{12} + \alpha \cdot Err K2 \cdot j_1$$

$$= -0,3 + 0,1 \cdot -0,0357 \cdot 0,8$$

$$= -0,3029$$

$$\Delta V_{21} = V_{21} + \alpha \cdot Err K1 \cdot j_2$$

$$= 0,4 + 0,1 \cdot -0,3034 \cdot 0,6$$

$$= 0,3665$$

$$\Delta V_{22} = V_{22} + \alpha \cdot Err K2 \cdot j_2$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,1+0,1. -0,0357. 0,6 \\
 &= 0,0979 \\
 \Delta V_{31} &= V_{31+} \alpha. Err K1. J_3 \\
 &= 0,3+0,1. -0,3034. 0,6 \\
 &= 0,2995 \\
 \Delta V_{32} &= V_{32+} \alpha. Err K2. J_3 \\
 &= -0,5+0,1. -0,0357. 0,6 \\
 &= -0,5021 \\
 \Delta V_{41} &= V_{41+} \alpha. Err K1. J_4 \\
 &= 0,5+0,1. -0,3034. 0,8 \\
 &= 0,4993 \\
 \Delta V_{42} &= V_{42+} \alpha. Err K2. J_4 \\
 &= -0,4+0,1. -0,0357. 0,8 \\
 &= -0,4029
 \end{aligned}$$

3.6. Prediksi Tingkat Pemahaman Siswa Terhadap Mata Pelajaran

Tahap terakhir adalah proses prediksi tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran. Tahapan ini dilakukan dengan membandingkan nilai *error* minimum dari hasil yang didapat. Dengan model arsitektur 4-5-1, data akan diprediksi untuk melihat seberapa akurat model ini dapat mengenali data. Adapun data yang akan diprediksi untuk melihat tingkat kebenarannya dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil Prediksi dengan Model 4-2-1

Prediksi Model 4-2-1		Prediksi		Ket
No	NIS	Database	JST	Hasil
1	1542	Cukup Paham	0.0116	Benar
2	1544	Cukup Paham	0.0232	Benar
3	1545	Cukup Paham	0.0502	Benar
4	1546	Cukup Paham	0.0122	Benar
5	1547	Cukup Paham	0.0136	Benar
6	1548	Cukup Paham	0.0122	Benar
7	1549	Cukup Paham	0.0442	Benar
8	1550	Cukup Paham	0.0111	Benar
9	1551	Cukup Paham	0.0255	Benar
10	1552	Tidak Paham	0.1308	Salah
11	1553	Cukup Paham	0.0126	Benar
12	1554	Cukup Paham	0.0112	Benar
13	1555	Cukup Paham	0.0114	Benar
14	1556	Cukup Paham	0.0114	Benar
15	1557	Cukup Paham	0.0232	Benar
16	1558	Tidak Paham	0.4181	Salah
17	1559	Cukup Paham	0.0126	Benar
18	1560	Cukup Paham	0.0134	Benar

Prediksi Model 4-2-1		Prediksi		Ket
No	NIS	Database	JST	Hasil
19	1561	Cukup Paham	0.0112	Benar
20	1563	Cukup Paham	0.0108	Benar

Dari hasil prediksi yang diperoleh didapat hasil bahwa JST dapat melakukan prediksi diatas 90 % tingkat akurasi kebenarannya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Menambahkan banyak *hidden* layer pada saat pelatihan dan pengujian, bukan merupakan suatu hasil yang maksimal. Untuk 5 model arsitektur yang dirancang, 4-2-1 adalah model yang memiliki tingkat MSE pelatihan terbesar yaitu 0.0108
2. Setelah dilakukan percobaan dalam proses pelatihan dan pengujian sistem yang dilakukan dengan menggunakan *software* aplikasi *Matlab* 6.1. Model Jaringan Syaraf Tiruan yang digunakan adalah 4-2-1, model 4-3-1, model 4-4-1, model 4-5-1 dan model 4-6-1, dapat diperoleh hasil yang baik dengan melihat MSE Pelatihan yang terkecil adalah 4-2-1.
3. Dengan model arsitektur 4-2-1, dapat melakukan prediksi tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran dengan menunjukkan performa diatas 90%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yani, E. Nurul M. Sukarno," *Perancangan Dan Implementasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Mendiagnosa Penyakit Kulit*",2005.
- [2] Maharani D. Wuryandari. Aji Sudarsono, "*Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Bacpropagation (Studi Kasus Di Kota Bengkulu)*", Bengkulu,2016.
- [3] 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, 2016.
- [4] McCarthy, M. Dahria," *Jurnal SAINTIKOM. LPM STMIK TRI GUNA DARMA. Sumatera Utara*", Medan, 2008.
- [5] Maria Agustin," *Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru Pada Jurusan Teknik Komputer Di Politeknik Negeri Sriwijaya*", Semarang,2012
- [6] Simon Haykin, Irma Handayani,". *Peramalan Beban Tenaga Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan*", Banten,2012.