

Implementasi Metode *Backpropagation* Memprediksi Tingkat Pemahaman Siswa Pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI) di MTs.S Ummi Lubuk Pakam

Adinda Lestari^{a,1}, Bosker Sinaga^{a,2}

^a STMIK Pelita Nusantara, Jl. Iskandar Muda No. 1 Medan, Sumatera Utara, 20154, Indonesia

¹lestariadinda39@gmail.com; ²boskersinaga@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: Jaringan_Syaraf_TIruan Backpropagation	Kemajuan zaman tidak bisa terhindari lagi, begitu juga dengan perkembangan alat komunikasi, salah satunya adalah Komputer. Komputer banyak menunjukkan kemajuan yang sangat besar sesuai dengan kemajuan ilmu pendidikan dan pengetahuan dan lain sebagainya. Di dunia pendidikan kecanggihan komputer tersebut membuktikan bahwa kreatifitas anak bangsa yang semakin maju dan canggih, selain itu pendidikan merupakan salah satu pondasi dalam kemajuan suatu bangsa. Sekolah MTs. S Ummi Lubuk Pakam terletak di jalan WR. Supratman No. 16 Lubuk Pakam. Sekolah MTs. S Ummi Lubuk Pakam adalah salah satu Sekolah yang bergerak di bidang pendidikan dan MTs. S Ummi adalah Sekolah khusus bagi siswa yang memiliki Agama Islam dan akan ditetapkan sebuah sistem baru untuk memprediksi pemahaman siswa dengan hasil yang lebih memuaskan. Jaringan saraf tiruan akan diterapkan di Sekolah MTs. S Ummi sebagai media untuk memprediksi pemahaman siswa terhadap mata pelajaran dengan metode <i>Backpropagation</i> . <i>Backpropagation</i> (Propagasi Balik) adalah sebuah metode yang dapat menghasilkan hasil keluaran yang jauh lebih baik dan lebih mudah digunakan untuk memprediksi pemahaman siswa dalam mata pelajaran.
Keywords: Artificial_Neural_Network Backpropagation	ABSTRACT The progress of the times is inevitable, as well as the development of communication tools, one of which is computers. Many computers show the progress that is very much in line with advances in education and science and others. In the world of education, the sophistication of computers proves that the creativity of the nation's children is increasingly advanced and sophisticated, besides that education is one of the foundations in the development of a nation. MTs School. S Ummi Lubuk Pakam is located on the WR road. Supratman No. 16 Lubuk Pakam. MTs School. S Ummi Lubuk Pakam is one of the schools engaged in education and MTs. S Ummi is a special school for students who have a Muslim religion and will establish a new system to predict student understanding with more satisfying results. The artificial neural network will be implemented in MTs Schools. S Ummi as a medium for predicting student understanding of subjects using the Backpropagation method. Back Propagation (Back Propagation) is a method that can produce much better output results and is easier to use to predict student understanding in a subject.

I. Pendahuluan

Kemajuan zaman tidak bisa terhindari lagi, begitu juga dengan perkembangan alat komunikasi. Salah satunya adalah Komputer. Komputer banyak menunjukkan kemajuan yang sangat pesat sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan. Kemajuan komputer dapat dilihat dari perkembangannya dibidang pendidikan, yang awalnya hanya untuk mengetik atau menginput sebuah data sekarang bisa menjadi media pembelajaran bagi pelajar dan mahasiswa. Bukan hanya itu, komputer juga memiliki perkembangan dibidang fitur yang tersedia semakin canggih dan menarik sehingga mudah untuk mempelajarinya dan menggunakannya. Kecanggihan komputer tersebut membuktikan bahwa kreatifitas anak bangsa yang semakin maju dan modern.

Pendidikan merupakan salah satu pondasi dalam kemajuan suatu bangsa, semakin baik kualitas pendidikan yang dilakukan oleh suatu bangsa, maka akan semakin baik kualitas bangsa tersebut. Di Indonesia pendidikan sangat diutamakan, sehingga pemerintah melaksanakan program wajib belajar 12 tahun, hal ini dikarenakan pendidikan memiliki peranan yang sangat penting terhadap terwujudnya peradaban bangsa yang maju dan bermartabat.

Tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran dapat dilihat dari pemahaman siswa setelah proses pembelajaran selesai. Pemahaman siswa dipengaruhi oleh kemampuan siswa dan tinggi rendahnya atau efektif atau tidaknya proses pembelajaran. Pembelajaran yang tepat dapat mengoptimalkan pemahaman siswa, karena dengan pembelajaran yang tepat akan menjadikan aktivitas siswa dan suasana pembelajaran menjadi cerah dan hidup sehingga siswa akan lebih mudah dalam memahami materi disampaikan oleh guru. Kemampuan setiap siswa dalam memahami pelajaran berbeda-beda, sehingga proses belajar siswa pun akan berbeda pula. Agar pengajar dapat menentukan cara pembelajaran yang dapat diterima oleh semua siswa, maka diperlukan metode untuk menentukan kemampuan siswa dalam menyerap dan memahami pembelajaran yang telah diajarkan oleh guru mata pelajaran.

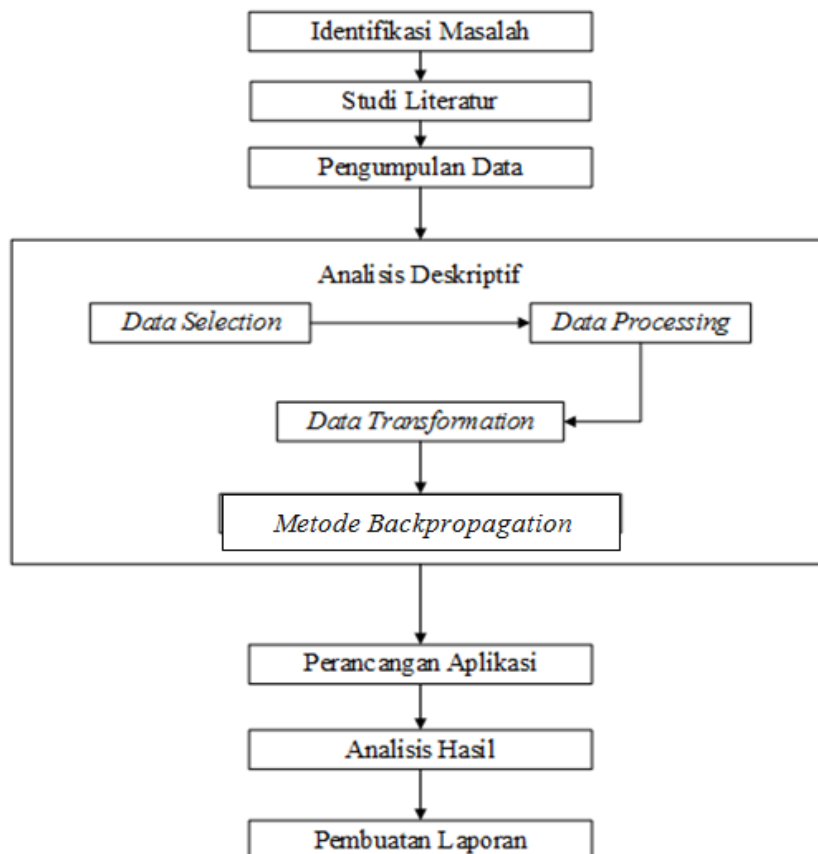
Madrasah Tsanawiyah (MTs) adalah jenjang dasar pada pendidikan formal di Indonesia, setara dengan Sekolah Menengah Pertama (SMP), yang pengelolannya dilakukan oleh Departemen Agama. Penelitian dilakukan di Sekolah MTs. S Ummi Lubuk Pakam terletak di jalan WR. Supratman No. 16 Lubuk Pakam. MTs. S Ummi Lubuk Pakam memiliki jumlah siswa 263 Siswa di Tahun 2019/2020. Menurut RB Fajriya Hakim (2017) dalam penelitiannya yang berjudul "Jaringan Syaraf Tiruan /Artificial Neural Network (ANN) menggunakan package AMORE" Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah sistem komputerisasi sebagai pemroses informasi yang memiliki karakter mirip dengan jaringan syaraf biologi pada saat menangkap informasi dari 'dunia luar'. Maksud sebenarnya dari JST adalah berusaha membuat sebuah model sistem komputasi informasi yang dapat menirukan rangkaian cara kerja jaringan syaraf biologis. Dan Menurut Bartho Sihombing, Erfiani dan Utami Dyah Syafitri (2011) dalam penelitiannya yang berjudul "Jaringan Syaraf Tiruan Dan Algoritma Genetika Dalam Pemodelan Kalibrasi (Studi Kasus : Tanaman Obat Temulawak)" JST adalah sistem komputasi dimana arsitektur dan operasi diilhami dari pengetahuan tentang sel syaraf biologis dalam otak. Istilah JST digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran.

Salah satu metode untuk menentukan tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran adalah Jaringan Saraf Tiruan. Jaringan Saraf Tiruan adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel saraf biologis sama seperti otak yang memproses suatu informasi

II. Metode

2.1 Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja penelitian menggambarkan tahapan - tahapan yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Kerangka kerja penelitian dibuat agar mempermudah pencapaian hasil penelitian, dapat menyelesaikan penelitian tepat waktu dan penelitian dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Adapun kerangka kerja penelitian yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 1 Kerangka Penelitian

1. Uraian Kerangka Kerja Penelitian

Berikut ini merupakan penjelasan dari setiap bagian yang tercantum pada kerangka kerja penelitian dalam gambar 3.1.

2. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, penulis melakukan identifikasi dan merumuskan permasalahan pada penelitian, hal ini bertujuan untuk mengetahui masalah yang dialami di MTs. S UMMI Lubuk Pakam yaitu dalam mengukur tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran yang telah diajarkan.

i. Studi Literatur

Pada tahapan ini peneliti melakukan kajian pustaka, yaitu mempelajari buku - buku referensi, artikel-artikel, dan hasil penelitian sejenis yang relevan dengan permasalahan yang sedang diteliti. Studi literatur ini bertujuan untuk mendapatkan landasan teoritis mengenai permasalahan yang akan diteliti seperti arsitektur jaringan saraf tiruan, proses pelatihan penulis menggunakan metode *Backpropagation*, *tool* jaringan saraf tiruan yang akan digunakan, data siswa, mata pelajaran dan kriteria pemahaman siswa. Hal ini bertujuan agar peneliti dapat memahami permasalahan yang diteliti dengan benar dan sesuai dengan pembahasan yang dilakukan.

ii. Pengumpulan Data

Pada tahap ini peneliti melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian. Jenis data berdasarkan sumbernya dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti untuk menjawab masalah atau tujuan penelitian yang dilakukan dalam penelitian dengan menggunakan metode pengumpulan data berupa survei ataupun observasi. Data primer mengacu pada yang dihasilkan oleh peneliti untuk masalah tertentu atau keputusan. Bertujuan untuk memperoleh informasi agar mendapatkan data yang *valid*, sehingga hasil dan kesimpulan penelitian pun tidak akan diragukan

kebenarannya. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data siswa, mata pelajaran dan daftar kriteria dalam pemahaman siswa terhadap mata pelajaran.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan struktur data historis mengenai variabel-variabel yang telah dikumpulkan dan dihimpun sebelumnya oleh pihak lain untuk tujuan tertentu. Data sekunder dapat dari sumber *internal* atau eksternal. Data sekunder didapatkan dari pustaka-pustaka yang relevan dengan penelitian yang dilakukan.

Untuk mengumpulkan data dalam kegiatan penelitian ini penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data, yaitu:

1. Pengamatan (Observasi)

Pengamatan (observasi) yang dimaksud dalam penelitian ini adalah melakukan penelitian secara langsung dengan tujuan untuk lebih memahami dan mengetahui langkah-langkah apa saja yang harus diambil dalam menyelesaikan permasalahan yang ditemukan.

2. Wawancara

Merupakan pengumpulan data dengan cara datang ke lokasi penelitian untuk melakukan tanya jawab langsung dengan pihak sekolah di MTs. S UMMI Lubuk Pakam, untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan.

3. Penelitian Kepustakaan

Untuk menunjang penelitian yang akan dilakukan, penulis melakukan *Library research* yakni dengan mencari data-data dari buku maupun jurnal penelitian sejenis yang berhubungan dengan metode yang penulis gunakan dalam penelitian ini yaitu metode *Backpropagation*

iii. Analisis Deskriptif

Proses analisis deskriptif dilakukan dengan beberapa tahapan, berikut ini penjelasan mengenai alur proses Analisis Deskriptif :

a. Data Selection

Pemilihan (Seleksi) data baru sekumpulan data operasional perlu dilakukan sebelum tahap penggalian informasi dalam pembentukan jaringan saraf tiruan. Data hasil seleksi yang akan digunakan untuk pelatihan jaringan saraf tiruan disimpan dalam suatu berkas, terpisah dari basis data operasional.

b. Data Processing

Pada tahap ini peneliti melakukan persiapan data siswa dan data mata pelajaran tahun 2019. Setelah itu peneliti melakukan seleksi variabel dalam penentuan pemahaman siswa terhadap mata pelajaran di MTs. S UMMI Lubuk Pakam.

c. Data Transformation

Coding adalah proses transformasi pada data yang telah dipilih, sehingga data tersebut sesuai untuk pelatihan metode *Backpropagation*

3. Perancangan

- Perancangan arsitektur jaringan, tahap ini dilakukan untuk menentukan bentuk jaringan dan jumlah layer *input*, layer *hidden* dan layer *output* yang digunakan pada jaringan yang dirancang. Didalam perancangan arsitektur jaringan juga ditentukan fungsi aktivasi yang akan digunakan. Fungsi Aktivasi yang digunakan harus sesuai dengan algoritma dan karakteristik data misalnya, untuk data yang dimilikirentang 0 sampai 1, maka digunakan fungsi aktivasi sigmoid bipolar.
- Penyusunan Data Set Pelatihan dan Pengujian, yang akan digunakan untuk penelitian dan pengujian. Dalam menyusun data set, disesuaikan dengan jumlah layer *input*, *hidden* dan *output* yang digunakan.
- Inisialisasi Data, pada tahap ini mencakup inisialisasi bobot, inisialisasi *variable learning rate*, momentum, maksimum *epoch*, dan batas toleransi pelatihan *backpropagation*. Modifikasi Algoritma *backpropagation* dilakukan dengan menambahkan analisis kesalahan nilai keluaran jaringan dan teknik optimasi *backpropagation*. Teknik optimalisasi yang dipakai pada penelitian ini yaitu inisialisasi dan momentum.

4. Pelatihan Jaringan

Pada tahap ini jaringan syaraf tiruan akan dilatih dengan menggunakan data pelatihan/evaluasi yang diperoleh dari data-data guru dan hasil pelatihan lalu diuji dengan menggunakan data pelatihan untuk melihat kekuatan jaringan. Pelatihan/evaluasi dilakukan dengan menggunakan dua tahapan. Tahapan –tahapan yang digunakan dalam pelatihan yaitu :

1. Pelatihan secara manual, dilakukan dengan mengolah data yang telah didapatkan dari proses analisa manual.
2. Kemudian data tersebut di masukkan ke dalam proses algoritma *backpropagation*.
3. Menguji Jaringan Syaraf Tiruan

Tahap berikutnya adalah pengujian sistem. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dibangun berjalan dengan baik atau tidak. Pada tahap ini akan dilakukan pelatihan terhadap jaringan untuk mengenal pola dan bisa mencapai target yang diinginkan. Setelah mencapai target dan mengenali pola, maka akan dilakukan pengujian dengan menggunakan program yang sudah direncanakan.

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa

Untuk menghasilkan sistem yang mudah digunakan pada saat implementasi, perlu dilakukan tahapan analisa dan perancangan sistem yang benar. Analisa yaitu merupakan suatu tahapan yang bertujuan untuk menggambarkan tahapan sistem yang akan dibuat sehingga dapat dipahami sebelum dilakukannya perancangan sistem. Sedangkan pada tahapan perancangan merupakan suatu tahapan yang dilakukan setelah analisa yang bertujuan membangun rancangan sistem berdasarkan analisa yang telah dilakukan serta bertujuan agar sistem yang dibangun sesuai dan dapat berguna bagi pengguna sistem.

Pada penelitian ini akan menerapkan sebuah metode jaringan saraf tiruan yaitu *Backpropagation* untuk menentukan pemahaman siswa dalam mata pelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI) (studi kasus : MTs S UMMI Lubuk Pakam) dengan 4 inputan, yaitu pengetahuan, Keterampilan/Kemampuan, Penilaian dan Beban Kerja serta Bimbingan dan Konseling. Sedangkan output dari sistem ini terdiri dari 3 kelas tingkat pemahaman, yaitu sangat memahami, memahami dan cukup memahami.

3.1.1 Analisis Data

Data yang digunakan sebagai inputan adalah data siswa MTs S UMMI Lubuk Pakam pada semester genap tahun ajaran 2019/2020. Selanjutnya data masukan tersebut akan dilakukan proses pembelajaran untuk penentuan tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI) menggunakan metode *Backpropagation*. 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 Pendidikan Agama Islam (PAI) yaitu tertera pada tabel berikut :

Tabel 1 : Daftar Kriteria dalam Pemahaman Siswa terhadap Mata pelajaran PAI

No	Kriteria	Variabel	Target	Nilai
1	Pengetahuan	A	Sangat Memahami	100
2	Keterampilan / Kemampuan	B	Sangat Terampil	100
3	Penilaian Dan Beban Kerja	C	Sangat Memahami	100
4	Bimbingan dan konseling	D	Sangat Aktif	100
5	Etika	E	Sangat Baik	100

Adapun data target adalah 1 yaitu siswa memahami mata pelajaran. Sampel Data baku 15 siswa/i 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 ditranformasikan adalah sebagai berikut :

Sebelum diproses, data master dinormalisasi terlebih dahulu. Normalisasi data adalah proses penskalaan data input sesuai dengan range fungsi aktivasi yang digunakan. Normalisasi data dilakukan apabila data input bernilai besar (melebihi nilai maksimum fungsi aktivasi yang digunakan) dan prosesnya sebelum perhitungan keluaran jaringan. Jadi, keluaran jaringan yang merupakan jumlah perkalian antara bobot dan data input menggunakan data input yang sudah melalui normalisasi data. Sedangkan denormalisasi data adalah proses pengembalian data yang diskala menjadi data yang sebenarnya. Denormalisasi data dilakukan pada data hasil keluaran jaringan.

Persamaan untuk transformasi data adalah sebagai berikut :

$$x' = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1 \quad (1)$$

Keterangan:

x' : Data diskala

x : Data asli

b : Batas atas nilai data

a : Batas bawah nilai data

Dari data master diketahui data minimum=63 dan data maksimum=93. Backpropagation menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner dengan interval [0,1] di mana Batas atas nilai data =1 dan Batas bawah nilai data =0.

a. Transformasi data untuk metode *Backpropagation*

1. Cari nilai x' dengan rumus

$$\begin{aligned} x' &= \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1 \\ &= 0.8(80-70)/(83-70) + 0.1 \\ &= 0,7154 \end{aligned}$$

3.1.2 Analisis Metode Backpropagation

Backpropagation adalah algoritma pembelajaran untuk memperkecil tingkat error dengan cara menyesuaikan bobotnya berdasarkan perbedaan output dan target yang diinginkan. Backpropagation termasuk multilayer network yang merupakan perkembangan dari single layer network

a. Arsitektur Jaringan Metode Backpropagation

Arsitektur metode Backpropagation terdiri dari tiga layer dalam proses pembelajarannya, yaitu *input layer*, *hidden layer* dan *output layer*

1. *Input Layer*

Input layer berfungsi menerima nilai dari ciri pola input di mana nilai dari neuron pada input layer adalah numerik. Banyaknya neuron pada input layer dipengaruhi oleh banyaknya pengambilan pola input yang akan dimasukkan kedalam JST. Pada input layer tidak terjadi proses komputasi, namun terjadi pengiriman sinyal input x ke *hidden layer*.

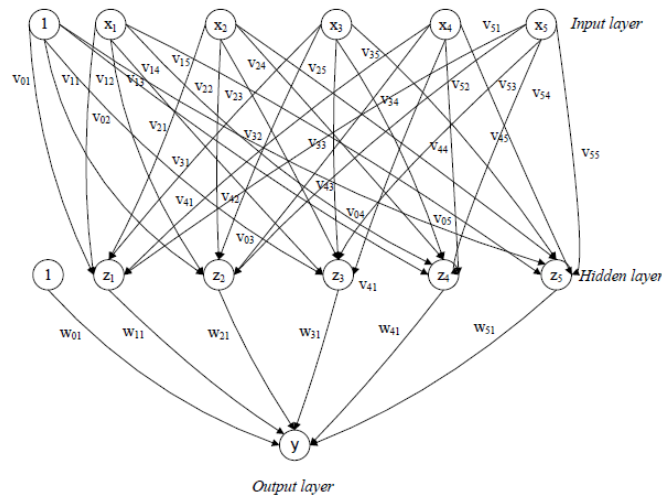
2. *Hidden Layer*

Pada *hidden layer* terjadi proses komputasi terhadap bobot dan bias dan dihitung pula besarnya *output* dari *hidden layer* tersebut berdasarkan fungsi aktivasi tertentu. Untuk menentukan jumlah *hidden layer* tidak ada ketentuan yang pasti. Namun jumlah *hidden layer* berpengaruh terhadap akurasi dan kecepatan. Dengan adanya *hidden layer* dapat menyebabkan tingkat *error* pada *Backpropagation* lebih kecil dibanding tingkat *error* pada *single layer network*, karena *hidden layer* pada *Backpropagation* berfungsi sebagai tempat untuk memperbarui dan menyesuaikan bobot, sehingga didapatkan nilai bobot yang baru yang bisa diarahkan mendekati dengan target *output* yang diinginkan.

3. *Output Layer*

Banyaknya layer yang digunakan adalah 1 layer. Nilai neuron output merupakan bilangan sigmoid biner. *Output layer* terdiri dari beberapa neuron *output*. Kombinasi dari semua neuron tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan juga learning sebagai *output* yang seharusnya.

Gambar 2 memperlihatkan arsitektur jaringan metode *Backpropagation* yang akan diimplementasikan.



Gambar 2 Arsitektur Jaringan Metode *Backpropagation*

b. Algoritma Pelatihan Metode *Backpropagation*

Berikut ini algoritma pengujian metode *Backpropagation*:

1. Insialisasi bobot (ambil bilangan random yang cukup kecil).
2. Selama kondisi berhenti bernilai salah, kerjakan:

Tahap 1: Perambatan Maju (Feed Forward)

- a. Setiap unit input ($x_i, i=1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal x_i dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan tersembunyi.
- b. Setiap unit tersembunyi ($z_j, j=1,2,3,\dots,p$) menjumlahkan bobot sinyal input dengan persamaan :

$$z_{inj} = v_{0j} \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (2)$$

Dan menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal output-nya dengan persamaan :

$$z_j = f(z_{inj}) = v_{0j} \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (3)$$

kemudian mengirimkan sinyal tersebut ke semua unit output.

- c. Setiap unit output ($y_k, k=1,2,3,\dots,m$) menjumlahkan bobot sinyal input dengan persamaan :

$$y_{ink} = w_{0k} \sum_{i=1}^n z_i w_{ij} \quad (4)$$

Dan menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya dengan persamaan :

$$y_k = f(y_{ink}) = w_{0k} \sum_{i=1}^n z_i v_{ij} \quad (5)$$

Tahap 2: Perambatan Balik (*Backpropagation*)

- a. Setiap unit output ($y_k, k=1,2,3,\dots,m$) menerima pola target yang sesuai dengan pola input pembelajaran, kemudian hitung error dengan persamaan :

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{ink}) \quad (6)$$

kemudian kemudian hitung koreksi bobot dengan persamaan :

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (7)$$

- b. Setiap unit tersembunyi ($z_j, j=1,2,3,\dots,p$) menjumlahkan delta input-nya dengan persamaan :

$$\delta_{inj} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{ij} \quad (8)$$

Untuk menghitung informasi error, kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktifasinya dengan persamaan :

$$\delta_j = \delta_{inj} f'(z_{inj}) \quad (9)$$

kemudian hitung koreksi bobot dengan persamaan :

$$\Delta v_{jk} = \alpha \delta_j x_k \quad (10)$$

Setelah itu, hitung koreksi bias dengan persamaan :

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j \quad (11)$$

Tahap 3: Perubahan Bobot dan Bias

- a. Setiap unit output (y_k , $k=1,2,3,\dots,m$) dilakukan perubahan bobot dan bias ($j=0,1,2,\dots,p$) dengan persamaan :

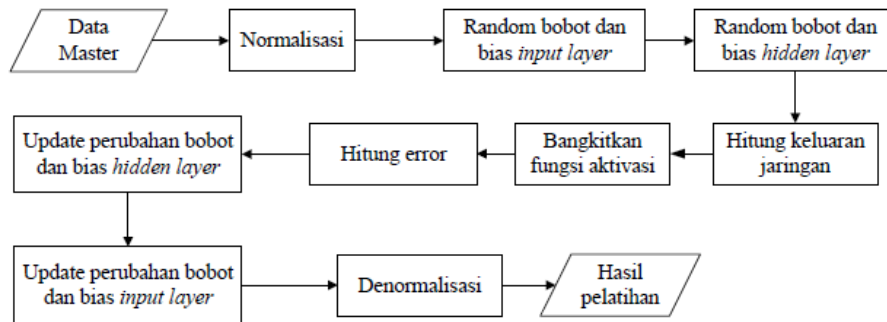
$$w_{jk} (\text{baru}) = w_{jk} (\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (12)$$

Setiap unit tersembunyi (z_j , $j=1,2,3,\dots,p$) dilakukan perubahan bobot dan bias ($i=0,1,2,\dots,n$) dengan persamaan :

$$v_{ij} (\text{baru}) = v_{ij} (\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (13)$$

- b. Tes kondisi berhenti

Untuk lebih jelas, proses pelatihan metode Backpropagation diperlihatkan dalam alur sebagai berikut:



Gambar 3 Proses Pelatihan Metode *Backpropagation*

- c. Algoritma Pengujian Metode Backpropagation

1. Load bobot dan bias input layer (v_{ij}) dan hidden layer (w_{ij}) hasil pelatihan.
2. Setiap unit input (x_i , $i=1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal x_i dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan tersembunyi.
3. Setiap unit tersembunyi (z_j , $j=1,2,3,\dots,p$) menjumlahkan bobot sinyal input dengan persamaan : dan menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal output-nya dengan persamaan :

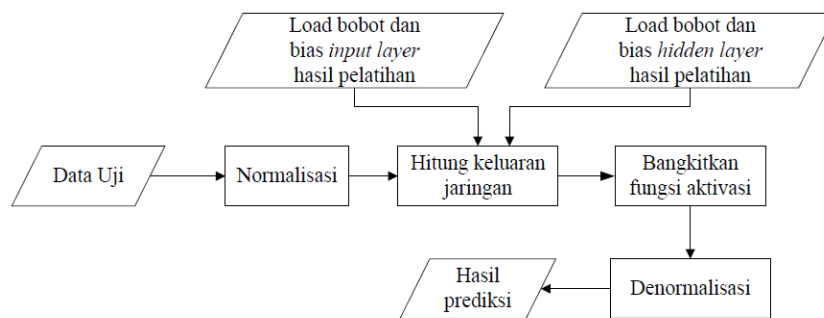
$$z_{inj} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$$

$$z_j = f(z_{inj}) = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$$

4. Setiap unit output (y_k , $k=1,2,3,\dots,m$) menjumlahkan bobot sinyal input dengan persamaan : dan menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal output-nya dengan persamaan :

$$y_{ink} = w_{0k} + \sum_{i=1}^n z_i w_{ik}$$

$$y_k = f(y_{ink}) = w_{0k} + \sum_{i=1}^n z_i w_{ik}$$



Gambar 4 Proses Pengujian Metode *Backpropagation*

Secara lebih rinci, tiap bagian dari proses pelatihan dan pengujian *Backpropagation* dijelaskan di bagian analisis proses *Backpropagation*.

d. Contoh Perhitungan Pelatihan Metode *Backpropagation*

Berikut ini perhitungan pelatihan metode *Backpropagation*:

1. Inisialisasi bobot (ambil nilai *random* yang cukup kecil)

Tabel 6 Bobot awal input ke hidden layer

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3
2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3
3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3

Tabel 7 Bobot awal bias ke hidden layer :

V ₀₁	V ₀₂	V ₀₃	V ₀₄	V ₀₅
0.1	0.1	0.2	0.2	0.3

Tabel 8 Bobot awal hidden layer ke output layer

W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅
0.1	0.1	0.2	0.2	0.3

Tabel 9 Bobot awal bias ke output layer

W ₀
0.1

Learning rate(α)=0.1

Maksium Epoch=3000

Error Rate = 0.01

2. Selama kondisi berhenti bernilai salah, kerjakan:

Tahap Perambatan Maju (*Forward Propagation*)

a. Operasi pada *hidden layer* dengan persamaan (2.22)

Epoch 1 (Data ke 1) :

$$z_{net1} = 0.1 + (0.7154 * 0.1) + (0.1 * 0.1) + (0.9 * 0.2) + (0.9 * 0.2) + (0.7667 * 0.3) = 0.77155$$

$$z_{net2} = 0.1 + (0.7154 * 0.1) + (0.1 * 0.1) + (0.9 * 0.2) + (0.9 * 0.2) + (0.7667 * 0.3) = 0.77155$$

$$z_{net3} = 0.2 + (0.7154 * 0.2) + (0.1 * 0.2) + (0.9 * 0.2) + (0.9 * 0.2) + (0.7667 * 0.3) = 0.95309$$

$$z_{net4} = 0.2 + (0.7154 * 0.2) + (0.1 * 0.2) + (0.9 * 0.2) + (0.9 * 0.2) + (0.7667 * 0.3) = 0.95309$$

$$z_{net5} = 0.3 + (0.7154 * 0.3) + (0.1 * 0.3) + (0.9 * 0.2) + (0.9 * 0.2) + (0.7667 * 0.3) = 1.13463$$

- b. Fungsi aktivasi pada hidden layer dengan persamaan

$$z_1 = 1 / (1 + e^{-0.77155}) = 0.6838$$

$$z_2 = 1 / (1 + e^{-0.77155}) = 0.6838$$

$$z_3 = 1 / (1 + e^{-0.95309}) = 0.7217$$

$$z_4 = 1 / (1 + e^{-0.95309}) = 0.7217$$

$$z_5 = 1 / (1 + e^{-1.13463}) = 0.7566$$

- c. Operasi pada output layer dengan persamaan

$$\begin{aligned} y_{\text{net}} &= w_0 + w_1 * z_1 + w_2 * z_2 + w_3 * z_3 + w_4 * z_4 + w_5 * z_5 \\ &= 0.1 + (0.6838 * 0.1) + (0.6838 * 0.1) + (0.7217 * 0.2) + (0.7217 * 0.2) + (0.7566 * 0.3) = 0.7524 \end{aligned}$$

- d. Fungsi aktivasi pada *output layer* dengan persamaan

$$y = y_{\text{net}} = 0.7524$$

- e. Cek *error* (iterasi berhenti bila $|\text{error}| < 0.01$)

$$\text{Error} = (t - y) = 0.9 - 0.7524 = 0.1475$$

$$\text{Jumlah kuadrat error} = (0.1475)^2 = 0.02176$$

Tahap Perambatan-Balik (*Backpropagation*):

Setiap unit output menerima pola target yang sesuai dengan pola input pelatihan, kemudian hitung error. Suku perubahan Bobot & Bias Unit Keluaran

$$\text{Bias : } w_0_{\text{baru}} = \alpha * \delta_k$$

$$\text{Bobot : } w(i)_{\text{baru}} = \alpha * \delta_k * z_j$$

$$\text{Faktor Kesalahan Unit Keluaran : } \delta_{k0} = 0.1475 \text{ (Error awal unit keluaran)}$$

$$\Delta w_0 : 0.1 * 0.1475 = 0.01475$$

$$\Delta w_1 : 0.1 * 0.1475 * 0.6838 = 0.01008$$

$$\Delta w_2 : 0.1 * 0.1475 * 0.6838 = 0.010088$$

$$\Delta w_3 : 0.1 * 0.1475 * 0.72173 = 0.010647$$

$$\Delta w_4 : 0.1 * 0.1475 * 0.72173 = 0.01064$$

$$\Delta w_5 : 0.1 * 0.1475 * 0.75669 = 0.01116$$

Perkalian Kesalahan Unit Tersembunyi

$$\delta_{\text{net}(j)} = \delta_{k0} * w_i$$

$$\delta_{\text{net}1}(z_1) = 0.1475 * 0.1 = 0.01475$$

$$\delta_{\text{net}2}(z_2) = 0.1475 * 0.1 = 0.01475$$

$$\delta_{\text{net}3}(z_3) = 0.1475 * 0.2 = 0.02950$$

$$\delta_{\text{net}4}(z_4) = 0.1475 * 0.2 = 0.02950$$

$$\delta_{\text{net}5}(z_5) = 0.1475 * 0.3 = 0.04425$$

Faktor Kesalahan Unit tersembunyi (Rumus : Turunan Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner)

$$\delta_{j(i)} = (\delta_{\text{net}(j)} * z_{(j)}) * (1 - z_{(j)})$$

$$\delta_{j1} = (0.01475 * 0.68385) * (1 - 0.68385) = 0.003189$$

$$\delta_{j2} = (0.01475 * 0.68385) * (1 - 0.68385) = 0.003189$$

$$\delta_{j3} = (0.02950 * 0.72173) * (1 - 0.72173) = 0.00592$$

$$\delta_{j4} = (0.02950 * 0.72173) * (1 - 0.72173) = 0.00592$$

$$\delta_{j5} = (0.04425 * 0.75669) * (1 - 0.75669) = 0.008148$$

Suku Perubahan Bobot & Bias Unit Tersembunyi

$$\text{Bias : } v_0(j)_{\text{baru}} = \alpha * \delta_{j(i)}$$

$$\text{Bobot : } v(i)(j)_{\text{baru}} = \alpha * \delta_{j(i)} * x_{(i)}$$

$$\Delta v_{01}(\text{bias}) = 0.1 * 0.003189 = 0.0003189$$

$$\Delta v_{11} = 0.1 * 0.003189 * 0.7154 = 0.000228$$

$$\Delta v_{21} = 0.1 * 0.003189 * 0.1 = 3.18948$$

$$\Delta v_{31} = 0.1 * 0.003189 * 0.9 = 0.000287$$

$$\Delta v_{41} = 0.1 * 0.003189 * 0.9 = 0.000287$$

$$\Delta v_{51} = 0.1 * 0.003189 * 0.7667 = 0.000244$$

$$\Delta v_{02}(\text{bias}) = 0.1 * 0.003189 = 0.000318$$

$$\Delta v_{12} = 0.1 * 0.003189 * 0.7154 = 0.000228$$

$$\Delta v_{22} = 0.1 * 0.003189 * 0.1 = 3.18948$$

$$\Delta v_{32} = 0.1 * 0.003189 * 0.9 = 0.000287$$

$$\Delta v_{42} = 0.1 * 0.003189 * 0.9 = 0.000287$$

$$\Delta v_{52} = 0.1 * 0.003189 * 0.7667 = 0.000244$$

$$\Delta v_{03} (\text{bias}) = 0.1 * 0.00592 = 0.000592$$

$$\Delta v_{13} = 0.1 * 0.00592 * 0.7154 = 0.000423$$

$$\Delta v_{23} = 0.1 * 0.00592 * 0.1 = 5.92564$$

$$\Delta v_{33} = 0.1 * 0.00592 * 0.9 = 0.000533$$

$$\Delta v_{43} = 0.1 * 0.00592 * 0.9 = 0.00053$$

$$\Delta v_{53} = 0.1 * 0.00592 * 0.7667 = 0.000454$$

$$\Delta v_{04} (\text{bias}) = 0.1 * 0.00592 = 0.000592$$

$$\Delta v_{14} = 0.1 * 0.00592 * 0.7154 = 0.00042$$

$$\Delta v_{24} = 0.1 * 0.00592 * 0.1 = 5.92564$$

$$\Delta v_{34} = 0.1 * 0.0059 * 0.9 = 0.00053$$

$$\Delta v_{44} = 0.1 * 0.00592 * 0.9 = 0.00053$$

$$\Delta v_{54} = 0.1 * 0.00592 * 0.7667 = 0.00045$$

$$\Delta v_{05} (\text{bias}) = 0.1 * 0.0081 = 0.00081$$

$$\Delta v_{15} = 0.1 * 0.00814 * 0.7154 = 0.00058$$

$$\Delta v_{25} = 0.1 * 0.00814 * 0.1 = 8.14829$$

$$\Delta v_{35} = 0.1 * 0.00814 * 0.9 = 0.00073$$

$$\Delta v_{45} = 0.1 * 0.00814 * 0.9 = 0.00073$$

$$\Delta v_{55} = 0.1 * 0.00814 * 0.7667 = 0.000624$$

Bobot Akhir Lapisan Input ke Lapisan tersembunyi

$$v_{(i)(j)} = v_{(i)(j)} + \Delta v_{(i)(j)}$$

$$v_{11} = 0.1 + 0.0002 = 0.1002$$

$$v_{12} = 0.1 + 0.0002 = 0.1002$$

$$v_{13} = 0.2 + 0.0004 = 0.2004$$

$$v_{14} = 0.2 + 0.0004 = 0.2004$$

$$v_{15} = 0.3 + 0.0005 = 0.3005$$

$$v_{21} = 0.1 + 3.1894 = 0.10003$$

$$v_{22} = 0.1 + 3.1894 = 0.10003$$

$$v_{23} = 0.2 + 5.9256 = 0.20005$$

$$v_{24} = 0.2 + 5.9256 = 0.20005$$

$$v_{25} = 0.3 + 8.1482 = 0.30008$$

$$v_{31} = 0.2 + 0.00028 = 0.20028$$

$$v_{32} = 0.2 + 0.00028 = 0.20028$$

$$v_{33} = 0.2 + 0.00053 = 0.20053$$

$$v_{34} = 0.2 + 0.00053 = 0.20053$$

$$v_{35} = 0.2 + 0.00073 = 0.20073$$

$$v_{41} = 0.2 + 0.00028 = 0.20028$$

$$v_{42} = 0.2 + 0.00028 = 0.20028$$

$$v_{43} = 0.2 + 0.00053 = 0.20053$$

$$v_{44} = 0.2 + 0.00053 = 0.20053$$

$$v_{45} = 0.2 + 0.00073 = 0.20073$$

$$v_{51} = 0.3 + 0.000244 = 0.300244$$

$$v_{52} = 0.3 + 0.000244 = 0.300244$$

$$v_{53} = 0.3 + 0.000454 = 0.30045$$

$$v_{54} = 0.3 + 0.000454 = 0.30045$$

$$v_{55} = 0.3 + 0.000624 = 0.300624$$

Bias Akhir Lapisan Input ke Lapisan tersembunyi

$$v_{0(j)} = v_{0(j)} + \Delta v_{0(j)}$$

$$v_{01} = 0.1 + 0.00031 = 0.10031$$

$$v_{02} = 0.1 + 0.00031 = 0.10031$$

$$v_{03} = 0.2 + 0.00059 = 0.20059$$

$$v_{04} = 0.2 + 0.00059 = 0.20059$$

$$v_{05} = 0.3 + 0.00081 = 0.30081$$

Bobot Akhir Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Output

$$w_{(i)} = w_{(i)} + \Delta w_{(i)}$$

$$w_1 = 0.1 + 0.01008 = 0.11008$$

$$w_2 = 0.1 + 0.01008 = 0.11008$$

$$w_3 = 0.2 + 0.01064 = 0.21064$$

$$w_4 = 0.2 + 0.01064 = 0.21064$$

$$w_5 = 0.3 + 0.01116 = 0.31116$$

Bias Akhir Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Output

$$w_0 = w_0 + \Delta w_0$$

$$w_0 = 0.1 + 0.01475 = 0.11475$$

“Jika perhitungan diteruskan hingga data terakhir maka akan didapat”

Faktor Error

$$\text{Error} = t - y$$

$$\text{Error} = 0.1471 - 0.469101 = -0.322001$$

Jumlah Kuadrat Error

$$\text{Error} = \text{Error} + (\text{Error} * \text{Error})$$

$$E = 1.37619 + (-0.32200 * -0.32200) = \mathbf{1.47987}$$

Suku perubahan Bobot & Bias Unit Keluaran

$$\text{Bias} : \Delta w_0 = lr * \text{Error}$$

$$\text{Bobot} : \Delta w_{(i)} = lr * \text{Error} * z_{(i)}$$

$$\text{Faktor Kesalahan Unit Keluaran} : \delta k_0 = -0.322001 \text{ (Error awal unit keluaran)}$$

$$\Delta w_0 : 0.1 * -0.322001 = -0.0322001$$

$$\Delta w_1 : 0.1 * -0.322001 * 0.585362 = -0.018848$$

$$\Delta w_2 : 0.1 * -0.322001 * 0.585362 = -0.018848$$

$$\Delta w_3 : 0.1 * -0.322001 * 0.618228 = -0.019907$$

$$\Delta w_4 : 0.1 * -0.322001 * 0.618228 = -0.019907$$

$$\Delta w_5 : 0.1 * -0.322001 * 0.650002 = -0.020930$$

Perkalian Kesalahan Unit Tersembunyi

$$\delta_{\text{net}(j)} = \delta k_0 * w_{(i)}$$

$$\delta_{\text{net}1} (z_1) = -0.322001 * 0.06333 = -0.02039$$

$$\delta_{\text{net}2} (z_2) = -0.322001 * 0.06333 = -0.02039$$

$$\delta_{\text{net}3} (z_3) = -0.322001 * 0.16174 = -0.05208$$

$$\delta_{\text{net}4} (z_4) = -0.322001 * 0.16174 = -0.05208$$

$$\delta_{\text{net}5} (z_5) = -0.322001 * 0.25996 = -0.08370$$

Faktor Kesalahan Unit tersembunyi (Rumus : Turunan Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner)

$$\delta_{j(i)} = (\delta_{\text{net}(j)} * z_{(j)}) * (1 - z_{(j)})$$

$$\delta_{j1} = (-0.02039 * 0.585362) * (1 - 0.585362) = -0.004949$$

$$\delta_{j2} = (-0.02039 * 0.585362) * (1 - 0.585362) = -0.004949$$

$$\delta_{j3} = (-0.05208 * 0.618228) * (1 - 0.618228) = -0.012292$$

$$\delta_{j4} = (-0.05208 * 0.618228) * (1 - 0.618228) = -0.012292$$

$$\delta_{j5} = (-0.083709 * 0.650002) * (1 - 0.650002) = -0.019043$$

Suku Perubahan Bobot & Bias Unit Tersembunyi

$$\text{Bias} : v_{0(j)} = lr * \delta_{j(i)}$$

$$\text{Bobot} : v_{(i)(j)} = lr * \delta_{j(i)} * x_{(i)}$$

$$v_{01} (\text{bias}) = 0.1 * -0.004949 = -0.0004949$$

$$v_{11} = 0.1 * -0.004949 * 0.1 = -4.94963$$

$$v_{21} = 0.1 * -0.004949 * 0.2905 = -0.0001437$$

$$v_{31} = 0.1 * -0.004949 * 0.2391 = -0.0001183$$

$$v_{41} = 0.1 * -0.004949 * 0.388 = -0.00019204$$

$$v_{51} = 0.1 * -0.004949 * 0.2778 = -0.0001375$$

$$v_{02} (\text{bias}) = 0.1 * -0.004949 = -0.0004949$$

$$v_{12} = 0.1 * -0.004949 * 0.1 = -4.9496353$$

$$v_{22} = 0.1 * -0.004949 * 0.2905 = -0.0001437$$

$$v_{32} = 0.1 * -0.004949 * 0.2391 = -0.0001183$$

$$v_{42} = 0.1 * -0.004949 * 0.388 = -0.0001920$$

$$v_{52} = 0.1 * -0.004949 * 0.2778 = -0.0001375$$

$$v_{03} (\text{bias}) = 0.1 * -0.012292 = -0.0012292$$

$$v_{13} = 0.1 * -0.012292 * 0.1 = -0.00012292$$

$$v_{23} = 0.1 * -0.012292 * 0.2905 = -0.0003571$$

$$v_{33} = 0.1 * -0.012292 * 0.2391 = -0.0002939$$

$$v_{43} = 0.1 * -0.012292 * 0.388 = -0.00047696$$

$$v_{53} = 0.1 * -0.012292 * 0.2778 = -0.0003414$$

$$\begin{aligned}V_{04}(\text{bias}) &= 0.1 * -0.012292 = -0.0012292 \\V_{14} &= 0.1 * -0.012292 * 0.1 = -0.00012292 \\V_{24} &= 0.1 * -0.012292 * 0.2905 = -0.00035710 \\V_{34} &= 0.1 * -0.012292 * 0.2391 = -0.00029392 \\V_{44} &= 0.1 * -0.012292 * 0.388 = -0.00047696 \\V_{54} &= 0.1 * -0.012292 * 0.2778 = -0.00034149\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{05}(\text{bias}) &= 0.1 * -0.019043 = -0.001904 \\V_{15} &= 0.1 * -0.019043 * 0.1 = -0.000190 \\V_{25} &= 0.1 * -0.019043 * 0.2905 = -0.00055 \\V_{35} &= 0.1 * -0.019043 * 0.2391 = -0.000455 \\V_{45} &= 0.1 * -0.019043 * 0.388 = -0.000738 \\V_{55} &= 0.1 * -0.019043 * 0.2778 = -0.00052\end{aligned}$$

Bobot Akhir Lapisan Input ke Lapisan tersembunyi

$$\begin{aligned}V_{(i)(j)} &= V_{(i)(j)} + \Delta V_{(i)(j)} \\V_{11} &= 0.099470 + -4.9496353 = 0.099421 \\V_{12} &= 0.09947 + -4.9496353 = 0.099421 \\V_{13} &= 0.199355 + -0.0001229 = 0.199232 \\V_{14} &= 0.199355 + -0.0001229 = 0.19923 \\V_{15} &= 0.299122 + -0.000190 = 0.298931\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{21} &= 0.099657 + -0.00014378 = 0.099513 \\V_{22} &= 0.099657 + -0.00014378 = 0.099513 \\V_{23} &= 0.200003 + -0.0003571 = 0.1996468 \\V_{24} &= 0.200003 + -0.0003571 = 0.199646 \\V_{25} &= 0.300123 + -0.0005532 = 0.2995704 \\V_{31} &= 0.199489 + -0.00011834 = 0.1993706 \\V_{32} &= 0.199489 + -0.00011834 = 0.199370 \\V_{33} &= 0.199458 + -0.00029392 = 0.199164 \\V_{34} &= 0.199458 + -0.00029392 = 0.199164 \\V_{35} &= 0.1993001 + -0.0004553 = 0.198844\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{41} &= 0.199807 + -0.0001920 = 0.1996149 \\V_{42} &= 0.199807 + -0.0001920 = 0.1996149 \\V_{43} &= 0.199889 + -0.00047696 = 0.1994124 \\V_{44} &= 0.199889 + -0.00047696 = 0.1994124 \\V_{45} &= 0.199859 + -0.0007388 = 0.1991208\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{51} &= 0.299593 + -0.0001375 = 0.299456 \\V_{52} &= 0.299593 + -0.0001375 = 0.299456 \\V_{53} &= 0.299684 + -0.0003414 = 0.299342 \\V_{54} &= 0.299684 + -0.0003414 = 0.299342 \\V_{55} &= 0.299667 + -0.000529 = 0.299138\end{aligned}$$

Bias Akhir Lapisan Input ke Lapisan tersembunyi

$$\begin{aligned}V_{0j} &= V_{0(j)} + \Delta V_{0(j)} \\V_{01} &= 0.097479 + -0.000494 = 0.0969843 \\V_{02} &= 0.097479 + -0.000494 = 0.0969843 \\V_{03} &= 0.195498 + -0.001229 = 0.1942688 \\V_{04} &= 0.195498 + -0.001229 = 0.1942688 \\V_{05} &= 0.293504 + -0.0019043 = 0.2916003\end{aligned}$$

Bobot Akhir Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Output

$$\begin{aligned}W_{(i)} &= W_{(i)} + \Delta W_{(i)} \\W_1 &= 0.063331 + -0.018848 = 0.0444831 \\W_2 &= 0.063331 + -0.018848 = 0.0444831 \\W_3 &= 0.161748 + -0.019907 = 0.1418415 \\W_4 &= 0.161748 + -0.019907 = 0.1418415\end{aligned}$$

$$w_5 = 0.259964 + -0.02093 = 0.239034$$

Bias Akhir Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Output

$$w_0 = w_0 + \Delta w_0$$

$$w_0 = 0.02598 + -0.032200 = -0.006216$$

$$\text{MSE} = \text{sum}(\text{jumlah kuadrat error}) / (\text{jumlah data})$$

$$\text{MSE Epoch ke 1} \text{ adalah } 1.479877 / 15 = \mathbf{0.098658}$$

Epoch ke 2 (Data ke 1)

Input & Bobot Awal :

$$\begin{array}{llll} x_1 & : 0.7154 & v_{11} & : 0.099421 & v_{21} & : 0.099513 \\ v_{31} & : 0.19937 & v_{41} & : 0.19961 & v_{51} & : 0.299456 \\ w_1 & : 0.044483 & v_{01} & : 0.096984 & & \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} x_2 & : 0.1 & v_{12} & : 0.099421 & v_{22} & : 0.09951 \\ v_{32} & : 0.199370 & v_{42} & : 0.199614 & v_{52} & : 0.29945 \\ w_2 & : 0.044483 & v_{02} & : 0.09698 & & \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} x_3 & : 0.9 & v_{13} & : 0.199232 & v_{23} & : 0.199646 \\ v_{33} & : 0.199164 & v_{43} & : 0.199412 & v_{53} & : 0.299342 \\ w_3 & : 0.141841 & v_{03} & : 0.19426 & & \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} x_4 & : 0.9 & v_{14} & : 0.199232 & v_{24} & : 0.199646 \\ v_{34} & : 0.199164 & v_{44} & : 0.19941 & v_{54} & : 0.29934 \\ w_4 & : 0.141841 & v_{04} & : 0.194268 & & \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} x_5 & : 0.7667 & v_{15} & : 0.298931 & v_{25} & : 0.29957 \\ v_{35} & : 0.19884 & v_{45} & : 0.1991208 & v_{55} & : 0.29913 \\ w_5 & : 0.23903 & v_{05} & : 0.29160 & & \end{array}$$

$$w_0 : -0.006216$$

$$\text{TARGET} : 0.9$$

Perkalian Unit Tersembunyi

$$z_{\text{net}(j)} = v_{0(j)} + \sum((x_{(i)} * v_{(i)(j)}));$$

$$z_{\text{net}1} = 0.096984 + (0.7154 * 0.099421) + (0.1 * 0.09951) + (0.9 * 0.199370) + (0.9 * 0.199614) + (0.7667 * 0.29945) = 0.766741$$

$$z_{\text{net}2} = 0.09698 + (0.7154 * 0.099421) + (0.1 * 0.09951) + (0.9 * 0.199370) + (0.9 * 0.19961) + (0.7667 * 0.29945) = 0.766741$$

$$z_{\text{net}3} = 0.194268 + (0.7154 * 0.19923) + (0.1 * 0.19964) + (0.9 * 0.19916) + (0.9 * 0.19941) + (0.7667 * 0.29934) = 0.944990$$

$$z_{\text{net}4} = 0.194268 + (0.7154 * 0.199232) + (0.1 * 0.19964) + (0.9 * 0.19916) + (0.9 * 0.19941) + (0.7667 * 0.29934) = 0.94499$$

$$z_{\text{net}5} = 0.2916003 + (0.7154 * 0.298931) + (0.1 * 0.29957) + (0.9 * 0.198844) + (0.9 * 0.199120) + (0.7667 * 0.299138) = 1.122931$$

Pengaktifan Unit Tersembunyi dengan Aktivasi Sigmoid Biner

$$z_{(j)} = 1 / (1 + e^{-z_{\text{net}(j)}})$$

$$e = 2.71828183$$

$$z_1 = 1 / (1 + e^{-0.7667416}) = 0.6828156$$

$$z_2 = 1 / (1 + e^{-0.7667416}) = 0.6828156$$

$$z_3 = 1 / (1 + e^{-0.9449905}) = 0.7201066$$

$$z_4 = 1 / (1 + e^{-0.9449905}) = 0.7201066$$

$$z_5 = 1 / (1 + e^{-1.1229317}) = 0.75453212$$

Perkalian Unit Keluaran

$$y_{\text{net}(k)} = w_0 + \sum(z_{(j)} * w_{(j)(k)})$$

$$y_{\text{net}} = -0.00621606 + (0.6828156 * 0.044483) + (0.6828156 * 0.044483) + (0.7201066 * 0.1418415) + (0.7201066 * 0.1418415) + (0.75453212 * 0.23903) = 0.4391730$$

Pengaktifan Unit Keluaran dengan Fungsi Identitas

$$y = y_{\text{net}}$$

$$y = 0.4391730$$

Faktor Error

$$\text{Error} = t - y$$

$$\text{Error} = 0.9 - 0.4391730 = 0.4608269$$

Jumlah Kuadrat Error

$$\text{Error} = \text{Error} + (\text{Error} * \text{Error})$$

$$E = 0 + (0.4608269 * 0.4608269) = 0.2123615$$

Suku perubahan Bobot & Bias Unit Keluaran

$$\text{Bias} : \Delta w_0 = lr * \text{Error}$$

$$\text{Bobot} : \Delta w_{(i)} = lr * \text{Error} * z_{(i)}$$

$$\text{Faktor Kesalahan Unit Keluaran} : \delta k_0 = 0.4608269 \text{ (Error awal unit keluaran)}$$

$$\Delta w_0 : 0.1 * 0.4608269 = 0.4608269$$

$$\Delta w_1 : 0.1 * 0.4608269 * 0.6828156 = 0.0314659$$

$$\Delta w_2 : 0.1 * 0.4608269 * 0.6828156 = 0.0314659$$

$$\Delta w_3 : 0.1 * 0.4608269 * 0.7201066 = 0.033184$$

$$\Delta w_4 : 0.1 * 0.4608269 * 0.7201066 = 0.033184$$

$$\Delta w_5 : 0.1 * 0.4608269 * 0.7545321 = 0.034770$$

Perkalian Kesalahan Unit Tersembunyi

$$\delta_{\text{net}(j)} = \delta k_0 * w_{(i)}$$

$$\delta_{\text{net}1}(z_1) = 0.4608269 * 0.044483 = 0.020499$$

$$\delta_{\text{net}2}(z_2) = 0.4608269 * 0.044483 = 0.020499$$

$$\delta_{\text{net}3}(z_3) = 0.4608269 * 0.1418415 = 0.065364$$

$$\delta_{\text{net}4}(z_4) = 0.4608269 * 0.1418415 = 0.065364$$

$$\delta_{\text{net}5}(z_5) = 0.4608269 * 0.239034 = 0.110153$$

Faktor Kesalahan Unit tersembunyi (Rumus : Turunan Fungsi Aktivasi Sigmoid Biner)

$$\delta_{j(i)} = (\delta_{\text{net}(j)} * z_{(j)}) * (1 - z_{(j)})$$

$$\delta_{j1} = (0.020499 * 0.682815) * (1 - 0.682815) = 0.0044396$$

$$\delta_{j2} = (0.020499 * 0.682815) * (1 - 0.682815) = 0.0044396$$

$$\delta_{j3} = (0.06536 * 0.720106) * (1 - 0.720106) = 0.013174$$

$$\delta_{j4} = (0.06536 * 0.720106) * (1 - 0.720106) = 0.013174$$

$$\delta_{j5} = (0.110153 * 0.754532) * (1 - 0.754532) = 0.020401$$

Suku Perubahan Bobot & Bias Unit Tersembunyi

$$\text{Bias} : \Delta v_{0(j)} = lr * \delta_{j(i)}$$

$$\text{Bobot} : \Delta v_{(i)(j)} = lr * \delta_{j(i)} * x_{(i)}$$

$$v_{01}(\text{bias}) = 0.1 * 0.004439 = 0.000443$$

$$\Delta v_{11} = 0.1 * 0.004439 * 0.7154 = 0.000317$$

$$\Delta v_{21} = 0.1 * 0.004439 * 0.1 = 4.439647$$

$$\Delta v_{31} = 0.1 * 0.004439 * 0.9 = 0.000399$$

$$\Delta v_{41} = 0.1 * 0.004439 * 0.9 = 0.0003995$$

$$\Delta v_{51} = 0.1 * 0.004439 * 0.7667 = 0.0003403$$

$$\Delta v_{02}(\text{bias}) = 0.1 * 0.004439 = 0.000443$$

$$\Delta v_{12} = 0.1 * 0.004439 * 0.7154 = 0.0003176$$

$$\Delta v_{22} = 0.1 * 0.004439 * 0.1 = 4.4396477$$

$$\Delta v_{32} = 0.1 * 0.004439 * 0.9 = 0.0003995$$

$$\Delta v_{42} = 0.1 * 0.004439 * 0.9 = 0.0003995$$

$$\Delta v_{52} = 0.1 * 0.004439 * 0.7667 = 0.000340$$

$$\Delta v_{03}(\text{bias}) = 0.1 * 0.013174 = 0.001317$$

$$\Delta v_{13} = 0.1 * 0.013174 * 0.7154 = 0.0009424$$

$$\Delta v_{23} = 0.1 * 0.013174 * 0.1 = 0.0001317$$

$$\Delta v_{33} = 0.1 * 0.013174 * 0.9 = 0.00118569$$

$$\Delta v_{43} = 0.1 * 0.013174 * 0.9 = 0.00118569$$

$$\Delta v_{53} = 0.1 * 0.013174 * 0.7667 = 0.001010$$

$$\begin{aligned}\Delta v_{04}(\text{bias}) &= 0.1 * 0.013174 = 0.00131743 \\ \Delta v_{14} &= 0.1 * 0.013174 * 0.7154 = 0.00094249 \\ \Delta v_{24} &= 0.1 * 0.013174 * 0.1 = 0.0001317 \\ \Delta v_{34} &= 0.1 * 0.013174 * 0.9 = 0.0011856 \\ \Delta v_{44} &= 0.1 * 0.013174 * 0.9 = 0.0011856 \\ \Delta v_{54} &= 0.1 * 0.013174 * 0.7667 = 0.00101\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta v_{05}(\text{bias}) &= 0.1 * 0.0204019 = 0.0020401 \\ \Delta v_{15} &= 0.1 * 0.0204019 * 0.7154 = 0.001459 \\ \Delta v_{25} &= 0.1 * 0.0204019 * 0.1 = 0.000204 \\ \Delta v_{35} &= 0.1 * 0.0204019 * 0.9 = 0.001836 \\ \Delta v_{45} &= 0.1 * 0.0204019 * 0.9 = 0.001836 \\ \Delta v_{55} &= 0.1 * 0.0204019 * 0.7667 = 0.001564\end{aligned}$$

Bobot Akhir Lapisan Input ke Lapisan tersembunyi

$$\begin{aligned}v_{(i)(j)} &= v_{(i)(j)} + \Delta v_{(i)(j)} \\ v_{11} &= 0.099421 + 0.00031761 = 0.0997386 \\ v_{12} &= 0.099421 + 0.00031761 = 0.0997386 \\ v_{13} &= 0.1992328 + 0.0009424 = 0.2001753 \\ v_{14} &= 0.1992328 + 0.0009424 = 0.2001753 \\ v_{15} &= 0.298931 + 0.00145 = 0.3003911\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{21} &= 0.099513 + 4.439647 \cdot 5 = 0.099557 \\ v_{22} &= 0.099513 + 4.439647 = 0.099557 \\ v_{23} &= 0.1996468 + 0.0001317 = 0.199778 \\ v_{24} &= 0.1996468 + 0.0001317 = 0.199778 \\ v_{25} &= 0.299570 + 0.0002040 = 0.299774\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{31} &= 0.199370 + 0.000399 = 0.19977 \\ v_{32} &= 0.199370 + 0.000399 = 0.19977 \\ v_{33} &= 0.1991648 + 0.001185 = 0.20035 \\ v_{34} &= 0.1991648 + 0.001185 = 0.20035 \\ v_{35} &= 0.198844 + 0.001836 = 0.200681\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{41} &= 0.199614 + 0.0003995 = 0.2000145 \\ v_{42} &= 0.199614 + 0.0003995 = 0.2000145 \\ v_{43} &= 0.199412 + 0.0011856 = 0.20059 \\ v_{44} &= 0.199412 + 0.0011856 = 0.20059 \\ v_{45} &= 0.199120 + 0.001836 = 0.200957\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_{51} &= 0.299456 + 0.0003403 = 0.2997965 \\ v_{52} &= 0.299456 + 0.0003403 = 0.2997965 \\ v_{53} &= 0.299342 + 0.00101008 = 0.300353 \\ v_{54} &= 0.299342 + 0.00101008 = 0.300353 \\ v_{55} &= 0.299138 + 0.00156421 = 0.300702\end{aligned}$$

Bias Akhir Lapisan Input ke Lapisan tersembunyi

$$\begin{aligned}v_{0j} &= v_{0(j)} + \Delta v_{0(j)} \\ v_{01} &= 0.096984 + 0.00044396 = 0.0974283 \\ v_{02} &= 0.096984 + 0.00044396 = 0.0974283 \\ v_{03} &= 0.194268 + 0.00131743 = 0.19558 \\ v_{04} &= 0.194268 + 0.00131743 = 0.19558 \\ v_{05} &= 0.2916003 + 0.0020401 = 0.293640\end{aligned}$$

Bobot Akhir Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Output

$$\begin{aligned}w_{(i)} &= w_{(i)} + \Delta w_{(i)} \\ w_1 &= 0.044483 + 0.031465 = 0.0759491 \\ w_2 &= 0.044483 + 0.031465 = 0.0759491\end{aligned}$$

$$w_3 = 0.141841 + 0.033184 = 0.175025$$

$$w_4 = 0.141841 + 0.033184 = 0.175025$$

$$w_5 = 0.239034 + 0.034770 = 0.27380$$

Bias Akhir Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Output

$$w_0 = w_0 + \Delta w_0$$

$$w_0 = -0.0062160 + 0.0460826 = 0.039866$$

Dan jika proses perhitungan diteruskan maka akan didapatkan data berikut :

Faktor Error

$$\text{Error} = t - y$$

$$\text{Error} = 0.1471 - 0.4665892 = -0.319489$$

Jumlah Kuadrat Error

$$\text{Error} = \text{Error} + (\text{Error} * \text{Error})$$

$$E = 1.5050381 + (-0.319489 * -0.319489) = 1.60711$$

Bias Akhir Lapisan Input ke Lapisan tersembunyi

$$v_{0j} = v_{0(j)} + \Delta v_{0(j)}$$

$$v_{01} = 0.09588160 + -0.0005174 = 0.09536$$

$$v_{02} = 0.09588160 + -0.0005174 = 0.09536$$

$$v_{03} = 0.1929698 + -0.0012554 = 0.191714$$

$$v_{04} = 0.1929698 + -0.0012554 = 0.191714$$

$$v_{05} = 0.2897729 + -0.0019305 = 0.28784$$

Bobot Akhir Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Output

$$w_{(i)} = w_{(i)} + \Delta w_{(i)}$$

$$w_1 = 0.066712 + -0.0186908 = 0.048021$$

$$w_2 = 0.066712 + -0.0186908 = 0.048021$$

$$w_3 = 0.166436 + -0.0197426 = 0.14669425$$

$$w_4 = 0.166436 + -0.0197426 = 0.14669425$$

$$w_5 = 0.2654725 + -0.020754 = 0.2447180$$

Bias Akhir Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Output

$$w_0 = w_0 + \Delta w_0$$

$$w_0 = 0.0103803 + -0.031948 = -0.021568$$

$$\text{MSE} = \text{sum}(\text{jumlah kuadrat error}) / (\text{jumlah data})$$

$$\text{MSE Epoch ke 2 adalah } 1.60711 / 15 = \mathbf{0.1071407}$$

Perhitungan berhenti **di iterasi ke 2**, Setelah melakukan pembelajaran dan pelatihan selanjutnya data akan di uji untuk melihat kevalidan pelatihan jst yang sudah dilakukan.

Pengujian Data

Data ke - 1

Input & Bobot Akhir :

x_1	: 0.431	v_{11}	: 0.099597	v_{21}	: 0.099678
v_{31}	: 0.199524	v_{41}	: 0.199718	v_{51}	: 0.299634
w_1	: 0.048021	v_{01}	: 0.095364		

x_2	: 0.292	v_{12}	: 0.099597	v_{22}	: 0.099678
v_{32}	: 0.199524	v_{42}	: 0.199718	v_{52}	: 0.299634
w_2	: 0.048021	v_{02}	: 0.095364		

x_3	: 0.5533	v_{13}	: 0.2002779	v_{23}	: 0.200657
v_{33}	: 0.2003285	v_{43}	: 0.2002510	v_{53}	: 0.300462
w_3	: 0.146694	v_{03}	: 0.191714		

x_4	: 0.9	v_{14}	: 0.2002779	v_{24}	: 0.2006572
v_{34}	: 0.200328	v_{44}	: 0.200251	v_{54}	: 0.300462
w_4	: 0.1466942	v_{04}	: 0.191714		

x_5	: 0.804	v_{15}	: 0.3005175	v_{25}	: 0.3010565
-------	---------	----------	-------------	----------	-------------

$v_{35} : 0.200667$ $v_{45} : 0.200425$ $v_{55} : 0.300917$
 $w_5 : 0.244718$ $v_{05} : 0.287842$
 $w_0 : -0.0215685$

TARGET : 0.7

Perkalian Unit Tersembunyi

$$z_{\text{net}(j)} = v_{0(j)} + \sum((x_{(i)} * v_{(i)(j)}))$$

$$z_{\text{net}1} = 0.0953641 + (0.431 * 0.0995975) + (0.292 * 0.0996785) + (0.5533 * 0.1995242) + (0.9 * 0.199718) + (0.804 * 0.299634) = 0.698446$$

$$z_{\text{net}2} = 0.0953641 + (0.431 * 0.0995975) + (0.292 * 0.0996785) + (0.5533 * 0.1995242) + (0.9 * 0.199718) + (0.804 * 0.299634) = 0.6984460$$

$$z_{\text{net}3} = 0.1917144 + (0.431 * 0.2002779) + (0.292 * 0.200657) + (0.5533 * 0.20032854) + (0.9 * 0.2002510) + (0.804 * 0.3004628) = 0.8692659$$

$$z_{\text{net}4} = 0.191714 + (0.431 * 0.2002779) + (0.292 * 0.2006572) + (0.5533 * 0.2003285) + (0.9 * 0.2002510) + (0.804 * 0.300462) = 0.8692659$$

$$z_{\text{net}5} = 0.28784242 + (0.431 * 0.30051758141742) + (0.292 * 0.301056) + (0.5533 * 0.200667) + (0.9 * 0.200425) + (0.804 * 0.300917) = 1.038623$$

Pengaktifan Unit Tersembunyi dengan Aktivasi Sigmoid Biner

$$z_{(j)} = 1 / (1 + e^{-z_{\text{net}(j)}})$$

$$e = 2.71828183$$

$$z_1 = 1 / (1 + e^{-0.6984460}) = 0.667843$$

$$z_2 = 1 / (1 + e^{-0.6984460}) = 0.667843$$

$$z_3 = 1 / (1 + e^{-0.8692659}) = 0.704592$$

$$z_4 = 1 / (1 + e^{-0.8692659}) = 0.70459$$

$$z_5 = 1 / (1 + e^{-1.0386236}) = 0.738584$$

Perkalian Unit Keluaran

$$y_{\text{net}(k)} = w_0 + \sum((z_{(j)} * w_{(j)(k)}))$$

$$y_{\text{net}} = -0.0215685 + (0.667843 * 0.0480212) + (0.6678431585734 * 0.04802129) + (0.7045929 * 0.1466942) + (0.7045929 * 0.1466942) + (0.738584 * 0.2447180) = 0.4300371$$

Pengaktifan Unit Keluaran dengan Fungsi Identitas

$$y = y_{\text{net}}$$

$$y = 0.4300371$$

Target : 0.7

Keluaran JST: 0.4300371

ERROR: $0.7 - 0.4300371 = 0.269962$

Normalisasi Target: $((0.7 - 0.1) * (100 - 80)) / 0.8 + 80 = 95$ di bulatkan 95

Jika perhitungan diteruskan hingga sampel data ke 5 siswa maka akan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 10 Hasil data pengujian JST

Data ke	Nama	Target	Keluaran JST
1	Ade Husna Prabaswara	0,7	0.43003
2	Ahmad Fadhilah	0,1	0.42486
3	Aida Rahmah	0,3	0.40559
4	Amanda Aulia	0,38	0.43223
5	Amanda Pertiwi	0,22	0.39873

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:

1. 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.

2. Kategorisasi "memahami"

Kategori untuk "memahami" ditentukan oleh tingkat error minimum dari target "memahami" yang
1. Mereka mengkategorikan pada Tabel 4.9 sebagai berikut:

Tabel 11 Range pendefinisian Output

Istilah	Range Nilai
Sangat Memahami	85 – 100
Memahami	60 – 84
Kurang Memahami	26 – 60
Tidak Memahami	0 – 25

Prediksi Tingkat Pemahaman Siswa Terhadap Mata Pelajaran

Tahap terakhir adalah proses prediksi tingkat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran. Tahapan ini dilakukan dengan membandingkan nilai output dari hasil yang didapat terhadap acuan range outputnya. Dari pengujian data yang telah dilakukan dihasilkan prediksi JST *Backpropagation* sebagai berikut :

Tabel 12 Prediksi Tingkat Pemahaman Siswa Terhadap Mata Pelajaran

Data ke	Nama	Target	Keluaran JST	Keterangan	% Akurasi
1	Ade Husna Prabaswara	95	88	Sangat Memahami	92.63
2	Ahmad Fadhillah	80	88	Sangat Memahami	110.00
3	Aida Rahmah	85	88	Sangat Memahami	103.53
4	Amanda Aulia	87	88	Sangat Memahami	101.15
5	Amanda Pertiwi	83	87	Sangat Memahami	104.82
6	Daffa Izati Syaka	89	88	Sangat Memahami	98.88
7	Devani Agustia	100	87	Sangat Memahami	87.00
8	Deviana Sevitra	87	87	Sangat Memahami	100
9	Erie Setiawan	100	88	Sangat Memahami	88.00
10	Evi Tri Asmita	87	88	Sangat Memahami	101.15
11	Fajar Hamdika	80	89	Sangat Memahami	111.25
12	Farra Dila	85	87	Sangat Memahami	102.35
13	Galih Satria	84	87	Sangat Memahami	103.57
14	Ghufron Arsyia Pratama H.	83	88	Sangat Memahami	106.02
15	Liri Maulida	100	87	Sangat Memahami	87.00

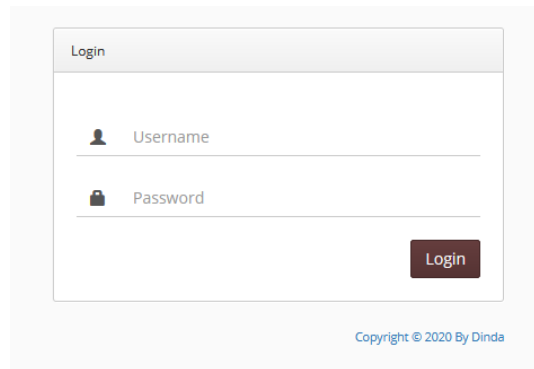
Dari hasil prediksi yang diperoleh didapat hasil bahwa JST dapat melakukan prediksi diatas 95 % tingkat akurasi kebenarannya.

Implementasi

Pada sub bab ini akan dijelaskan langkah-langkah implementasi program aplikasi Jaringan Saraf Tiruan menggunakan metode *Backpropagation*.

1. Halaman Login

Halaman ini digunakan untuk masuk kedalam sistem, dengan menginput user dan password yang benar maka sistem akan mengarahkan ke halaman utama, namun jika salah maka akan ada notifikasi bahwa user atau password salah.



Gambar 5 Tampilan Halaman Login

2. Halaman Utama

Halaman utama merupakan tampilan keseluruhan dari sistem yang dibuat, pada halaman ini terdapat menu menu yang bisa di akses untuk keperluan sistem aplikasi JST. Pada halaman utama ditampilkan dashboard dari sistem yang merupakan informasi mengenai Jumlah data pelatihan, jumlah data pengujian, jumlah epoch pembelajaran dan nilai MS

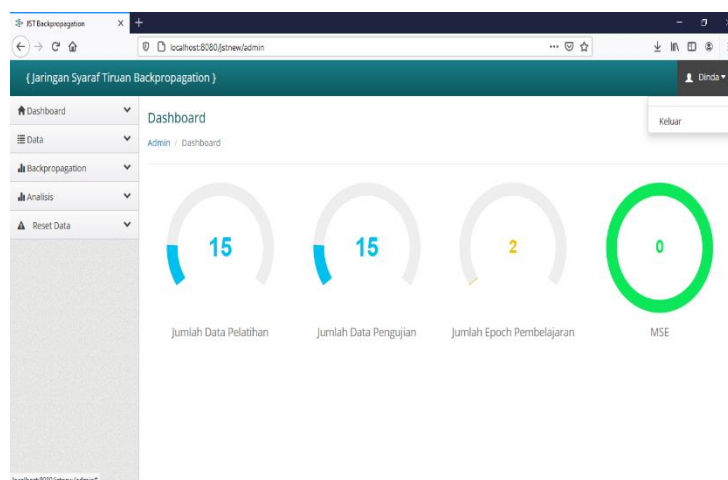
E, kemudian terdapat menu keluar untuk dapat keluar dari sistem.

3. Halaman Data

Pada halaman ini, merupakan pengungkahan data master kedalam sistem aplikasi. Terdiri dari tiga menu data pokok yang harus di unggah, yaitu :

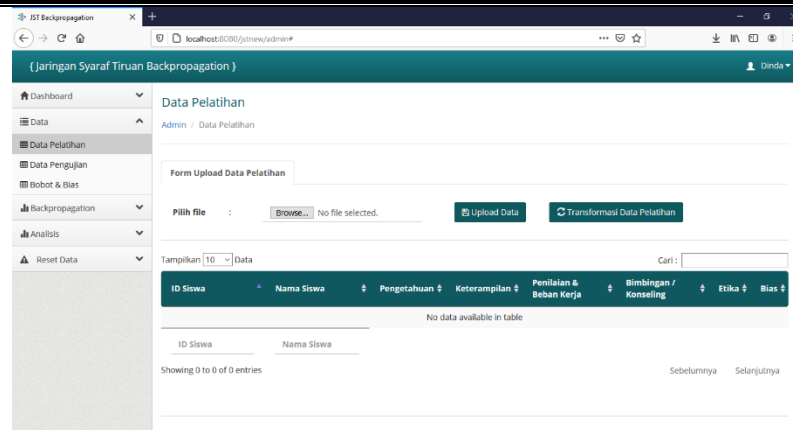
1. Data Pelatihan

Pada tampilan data pelatihan terdiri dari 1 tombol browse untuk mengunggah file data pelatihan, kemudian tombol upload data untuk proses import data ke sistem dan tombol Transformasi Data



Gambar 6 Tampilan Halaman Utama

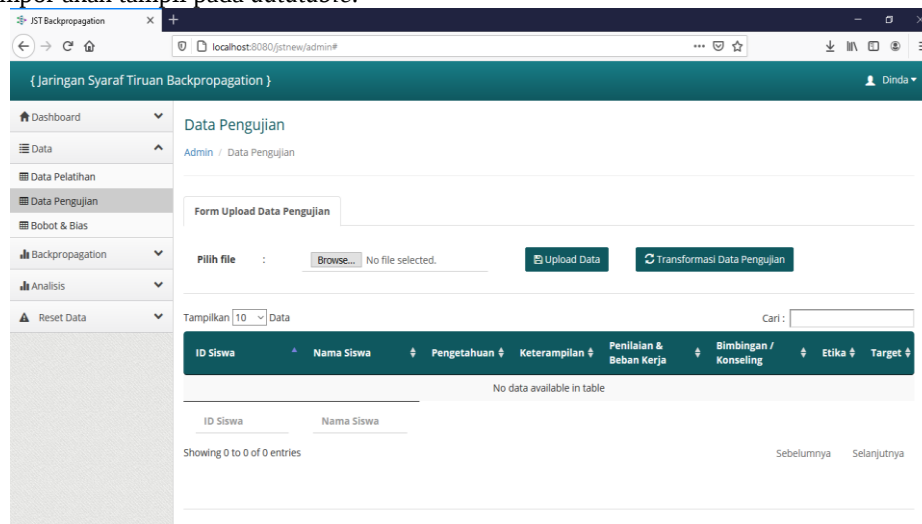
Pelatihan untuk melakukan normalisasi terhadap data pelatihan. Kemudian data yang berhasil di impor akan tampil pada *datatable*.



Gambar 7 Tampilan Data Pelatihan

2. Data Pengujian

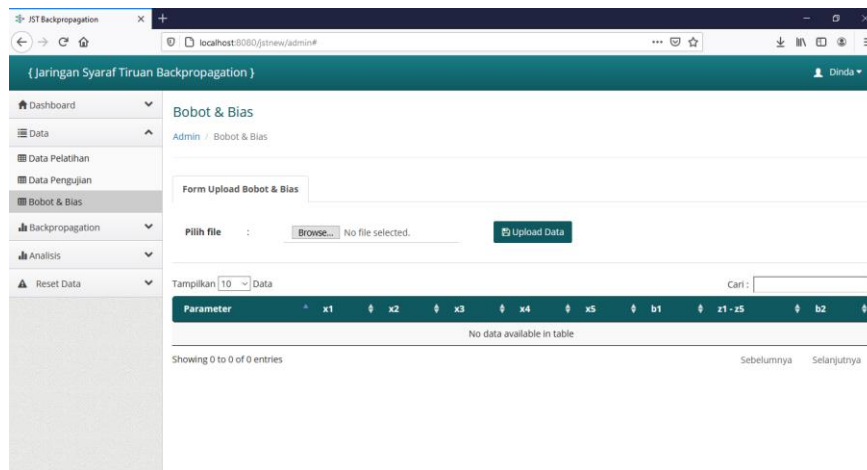
Pada tampilan data pengujian terdiri dari 1 tombol browse untuk mengunggah file data pengujian, kemudian tombol upload data untuk proses import data ke sistem dan tombol Transformasi Data Pengujian untuk melakukan normalisasi terhadap data pengujian. Kemudian data yang berhasil di impor akan tampil pada *datatable*.



Gambar 8 Tampilan Data Pengujian

3. Bobot & Bias

Pada tampilan Bobot & Bias terdiri dari 1 tombol browse untuk mengunggah file bobot dan bias, kemudian tombol Upload Data untuk proses import data ke sistem. Kemudian data yang berhasil di impor akan tampil pada *datatable*.



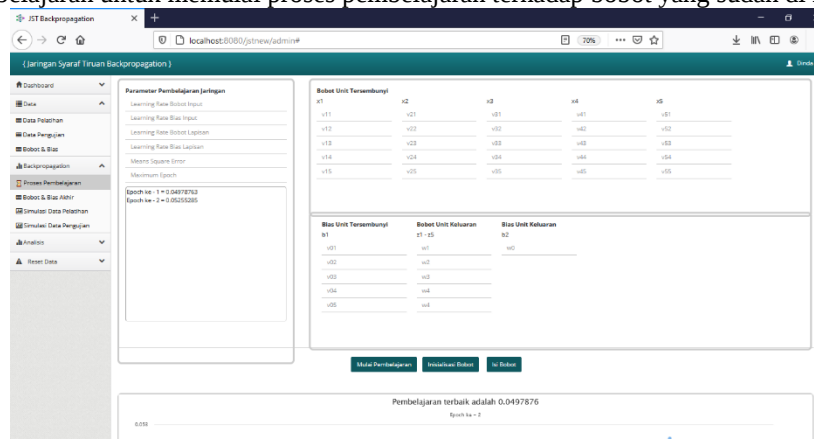
Gambar 9 Tampilan Data Bobot dan Bias

4. Halaman *Backpropagation*

Halaman ini berfungsi untuk melakukan proses pembelajaran JST didalam sistem aplikasi yang terdiri dari beberapa menu sebagai berikut :

1. Proses Pembelajaran

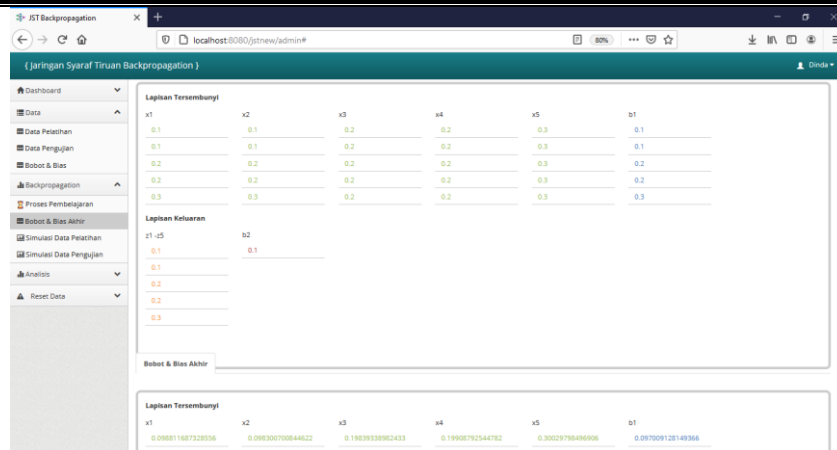
Pada menu ini berfungsi sebagai inisialisasi bobot awal, MSE dan maximum epoch terhadap sistem JST. Terdiri dari tombol Isi bobot untuk memasukkan bobot awal ke dalam sistem, tombol Inisialisasi bobot untuk melakukan normalisasi terhadap bobot yang di inputkan dan tombol Mulai Pembelajaran untuk memulai proses pembelajaran terhadap bobot yang sudah di inputkan.



Gambar 10 Tampilan Proses Pembelajaran

2. Bobot & Bias Akhir

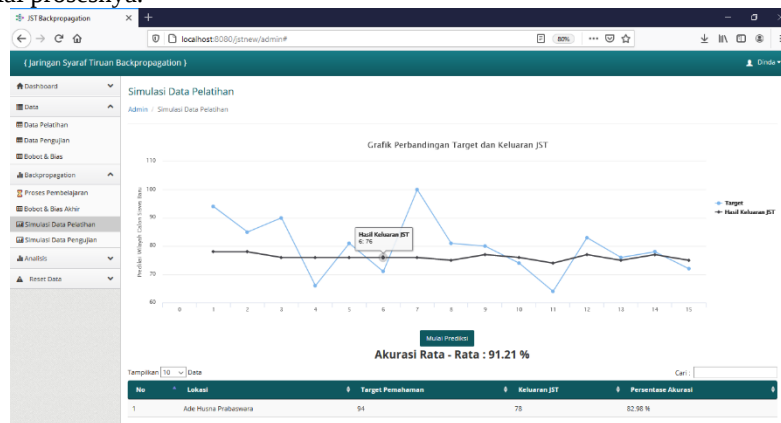
Pada menu ini menampilkan perubahan bobot dan bias akhir yang dihasilkan setelah dilakukan proses pembelajaran JST.



Gambar 11 Tampilan Bobot dan Bias Akhir

3. Simulasi Data Pelatihan

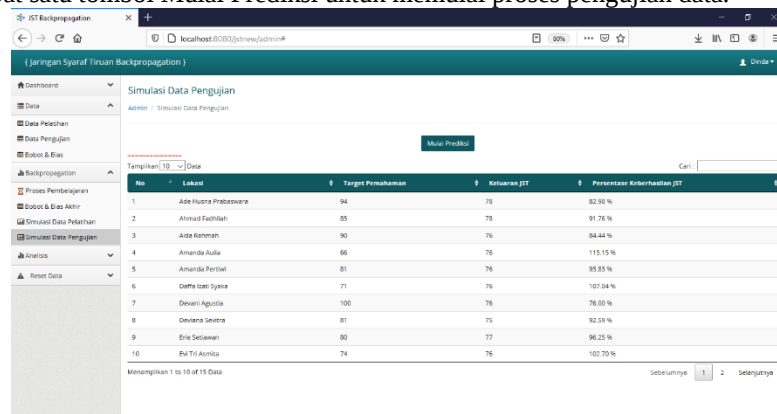
Pada menu ini menampilkan informasi dari pelatihan data berupa prediksi antara target dan output dari JST, yang ditampilkan dalam bentuk grafik dan data. Terdapat satu tombol mulai prediksi untuk memulai prosesnya.



Gambar 12 Tampilan Simulasi Data Pelatihan

4. Simulasi Data Pengujian

Pada menu ini menampilkan informasi dari pengujian data dari data yang sudah dilatih sebelumnya. Terdapat satu tombol Mulai Prediksi untuk memulai proses pengujian data.



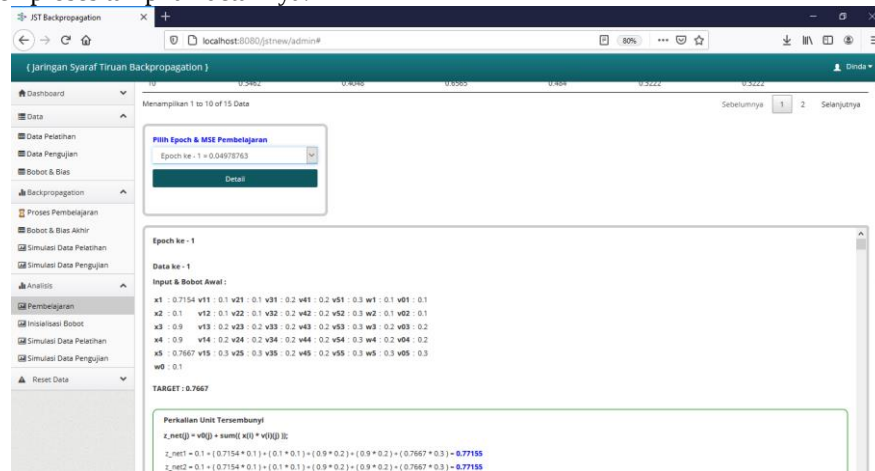
Gambar 13 Tampilan Simulasi Data Pengujian

5. Halaman Analisis

Pada halaman ini akan menampilkan data detail dari proses JST yang telah dilakukan oleh sistem, terdiri dari sub menu berikut :

1. Pembelajaran

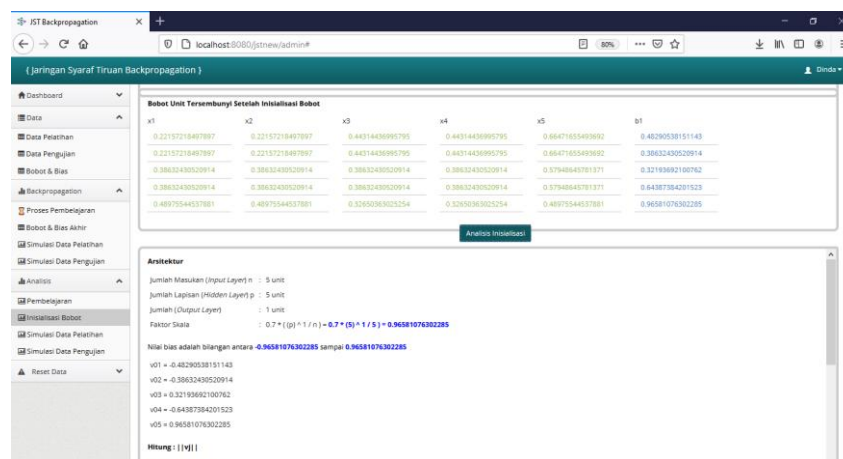
Menu ini akan menampilkan detail proses data pembelajaran JST dari setiap epoch yang dilakukan. Terdapat satu combobox untuk memilih epoch data yang akan dilihat dan tombol detail untuk memproses tampilan detailnya.



Gambar 14 Tampilan Simulasi Data Pengujian

2. Inisialisasi Bobot

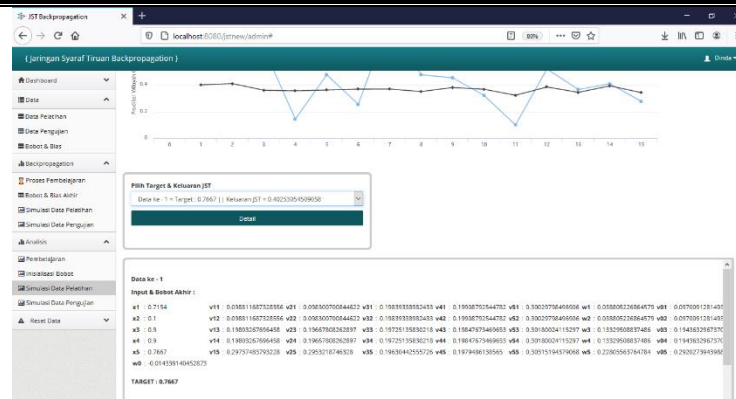
Menu ini akan menampilkan detail proses Inisialisasi Bobot JST *Backpropagation*. Terdapat satu tombol Analisis Inisialisasi untuk memproses tampilan detailnya.



Gambar 15 Tampilan Analisis Inisialisasi Bobot

3. Simulasi Data Pelatihan

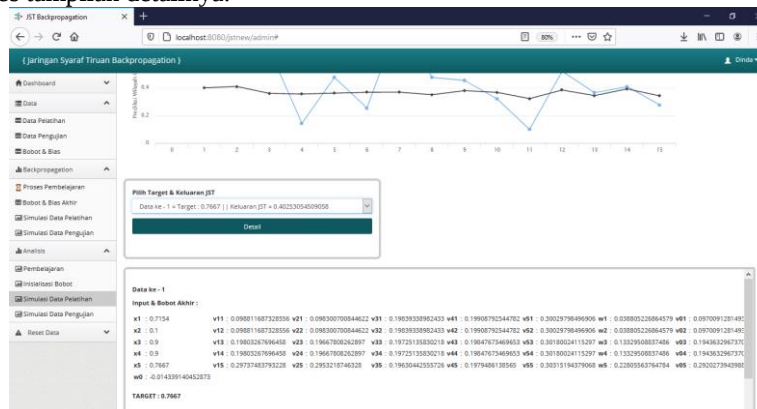
Menu ini akan menampilkan detail proses data pelatihan JST dari setiap data inputan yang diberikan. Terdapat satu combobox untuk memilih data yang akan dilihat dan tombol detail untuk memproses tampilan detailnya.



Gambar 16 Tampilan Analisis Simulasi Data Pelatihan

4. Simulasi Data Pengujian

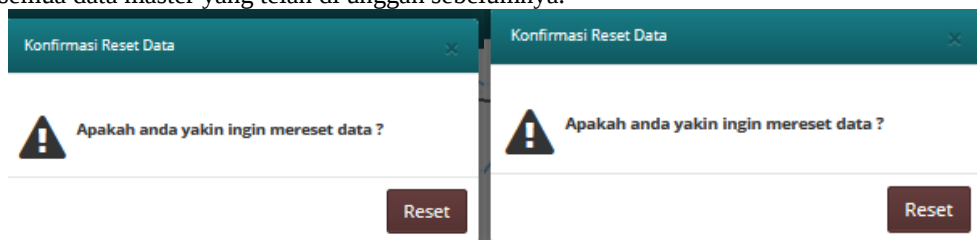
Menu ini akan menampilkan detail proses data pengujian JST dari setiap data latih yang diberikan. Terdapat satu combobox untuk memilih data pengujian yang akan dilihat dan tombol detail untuk memproses tampilan detailnya.



Gambar 17 Tampilan Analisis Simulasi Data Pengujian

6. Halaman Reset Data

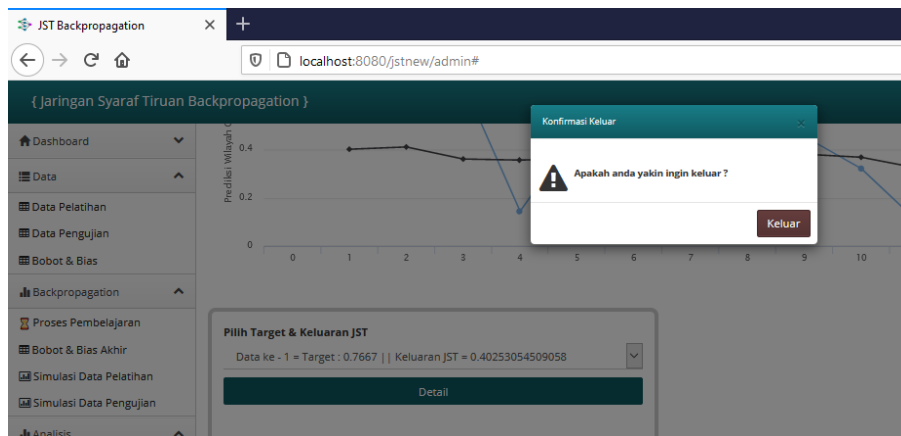
Menu ini berfungsi untuk mereset data yang telah diproses ke dalam sistem. terdapat menu Data Pembelajaran yang digunakan untuk mereset data pembelajaran JST dan Data Master untuk mereset semua data master yang telah di unggah sebelumnya.



Gambar 18 Tampilan Reset Data

7. Keluar

Pada menu ini berfungsi untuk keluar kedalam sistem yang digunakan.



Gambar 19 Tampilan Keluar

IV. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan serta pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem prediksi pemahaman siswa terhadap mata pelajaran menggunakan metode *Backpropagation* berhasil di bangun dengan akurasi diatas 80%.
2. Algoritma *Backpropagation* mampu memprediksi pemahaman siswa terhadap mata pelajaran berdasarkan pembelajaran data nilai yang ada.
3. Hasil pelatihan dan pengujian data Jaringan Saraf Tiruan lebih cepat dilakukan dengan menggunakan sistem yang diproses oleh perangkat komputer.

Daftar Pustaka

- [1] A. Prayitno, Y. Safitri. Pemanfaatan Sistem Informasi Perpustakaan Digital Berbasis Website Untuk Para Penulis. *Ijse – Indonesian Journal On Software Engineering Volume 1 No 1*, 1-10, 2015.
- [2] A. P. Yudi, H. Sri, L.Danang. Sistem Klasifikasi Rasa Kopi Berbasis *Electronic Tongue* Menggunakan *Madaline Neural Network*. *Ijeis*, Vol.4, No.2, 201~210, 2014.
- [3] D Mara, J. A. Qadhli. Sistem Informasi Penjadwalan Dokter Berbassis Web Dengan Menggunakan *Framework Codeigniter*. *Jurnal Teknoinfo*, Vol. 11, No. 2, 30-37, 2017.
- [4] F. Aldi. Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Algoritma Backpropagation Untuk Memprediksi Nilai Ujian Akhir Sekolah. *Jurnal Teknologi* Vol. 7, No. 2, 183-192, 2017.
- [5] M.Ilham, E.Lubis, S.A Nurfahana. Model Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Eksistensi Program Studi Komputerisasi Akuntansi. *Jurnal Simetris*, Vol. 10 No. 1, 325-332, 2019.
- [6] R. Harminingtyas. Analisis Layanan Website Sebagai Media Promosi, Mediatransaksi Dan Media Informasi Dan Pengaruhnya Terhadap Brand Image Perusahaan Pada Hotel Ciputra Di Kota Semarang. *Jurnal Stie Semarang*, Vol 6, No 3, 37-57, 2014.
- [7] M.Solikhun, Safii, A.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*, 24-36, 2017.
- [8] Y. Heriyanto. Perancangan Sistem Informasi Rental Mobil Berbasis Web Pada Pt.Apm Rent Car. *Jurnal Intra-Tech Volume 2, No.2*, 64-77, 2018.
- [9] Y. Perwira, Desain Web: HTML, CSS, Java script. Medan : CV. Rudang Mayang, 2020.