

## PREDIKSI TINGKAT PERTUMBUHAN EKONOMI PROVINSI SULAWESI TENGAH MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION

I. M. Jaafar<sup>1</sup>, A. Sahari<sup>2</sup>, dan D. Lusiyanti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Tadulako

Jalan Soekarno-Hatta Km. 09 Tondo, Palu 94118, Indonesia.

<sup>1</sup>lchan.itam@gmail.com, <sup>2</sup>agus\_sh@yahoo.com, <sup>3</sup>Desylusiyanti@gmail.com

### ABSTRACT

Economic growth in the region is the regional economy conditions change continuously towards a better State for a certain period. The slow economic growth became the latest leading indicator an area to develop. Indicators that can be used for example, GDP and inflation. On the research of these indicators will be used to predict the growth rate of the economy of Central Sulawesi province using the Backpropagation Neural Network Methods. Simulation of the program in the form of input data is represented  $x_1$  and  $x_2$  and biased  $b_1$  dan  $b_2$  symbolized. With hidden layers comprising  $z_1, z_2, z_3, z_4, \dots, z_{17}$  . and y as output. Based on the results and discussion has been done, can be drawn the conclusion of process Neural Network prediction of Backpropagation with 1 hidden layer neurons and the number 17 against 26 data represents data inflation and GDP of the year 2010 up to 2016 with sigmoid activation function biner was able to predict the rate of economic growth with a prediction error of 16.66%.

**Keywords** : ANN, Backpropagation Method, Inflation, PDRB.

### ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi daerah adalah perubahan kondisi perekonomian daerah secara berkesinambungan menuju keadaan yang lebih baik selama periode tertentu. Pertumbuhan ekonomi yang lambat menjadi indikator utama lambatnya suatu daerah untuk berkembang. Indikator yang dapat digunakan misalnya PDRB dan inflasi. Pada penelitian ini akan digunakan indikator tersebut untuk memprediksi tingkati pertumbuhan ekonomi Provinsi Sulawesi tengah menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. Simulasi dari program ini berupa inputan data yang dilambangkan  $x_1$  dan  $x_2$  serta bias yang dilambangkan  $b_1$  dan  $b_2$ . Dengan lapisan tersembunyi yang terdiri dari  $z_1, z_2, z_3, z_4, \dots, z_{17}$  . dan y sebagai keluarannya. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan proses prediksi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dengan 1 hidden layer dan jumlah neuron 17 terhadap 26 data yang merepresentasikan data Inflasi dan PDRB dari tahun 2010 sampai dengan 2016 dengan fungsi aktivasi sigmoid biner mampu memprediksi tingkat pertumbuhan ekonomi dengan prediksi error sebesar 16,66%.

**Kata Kunci** : ANN, Metode Backpropagation, Inflasi, PDRB.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi daerah adalah perubahan kondisi perekonomian daerah secara berkesinambungan menuju keadaan yang lebih baik selama periode tertentu. Pertumbuhan ekonomi yang lambat merupakan indikator utama lambatnya suatu daerah untuk berkembang. Indikator tersebut diantaranya merepresentasikan tingginya tingkat pengangguran dan ketidakstabilan ekonomi.

Salah satu indikator yang digunakan untuk menghitung pertumbuhan ekonomi suatu wilayah adalah Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Menurut Boediono (1985), pertumbuhan ekonomi menggambarkan kenaikan taraf hidup diukur dengan output riil per orang, dan Produk Domestik Regional Bruto sangat tepat digunakan sebagai faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi karena PDRB merupakan hasil perhitungan ekonomi suatu daerah secara nyata. Di lain sisi, inflasi merupakan salah satu indikator yang dapat menghambat pertumbuhan ekonomi. Kenaikan harga dari satu atau dua barang saja tidak disebut inflasi, kecuali kenaikan tersebut meluas kepada (mengakibatkan kenaikan) sebagian besar dari harga barang-barang lain.

Banyak metode yang dapat digunakan untuk memprediksi tingkat pertumbuhan ekonomi dalam bidang matematika, salah satunya adalah backpropagation. Penelitian dengan metode backpropagation telah banyak dilakukan, antara lain pada tahun 2012, Andri menggunakan backpropagation untuk menentukan calon penerima beasiswa di Universitas Tadulako. Selanjutnya pada tahun 2016, Jaya Resky Mustakim melakukan penelitian untuk memprediksi kualitas air PDAM kota Palu dengan menggunakan metode backpropagation. Ditahun yang sama, Indriani Natalia Peole juga melakukan penelitian menggunakan metode backpropagation untuk mengkaji perilaku harga komoditi pangan dikota Palu.

Pada penelitian ini, backpropagation akan di implementasikan untuk memprediksi tingkat pertumbuhan ekonomi di provinsi sulawesi tengah. Dalam hal ini faktor produk domestik regional Bruto dan inflasi dipandang sebagai input dalam sistem, sedangkan outputnya adalah tingkat pertumbuhan ekonomi.

### 1.2. Rumusan Masalah

bagaimana implementasi metode backpropagation untuk memprediksi tingkat pertumbuhan ekonomi di Provinsi Sulawesi Tengah menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN).

### 1.3. Tujuan

Mendapatkan hasil prediksi tingkat pertumbuhan ekonomi di Provinsi Sulawesi Tengah menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN).

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Inflasi

Secara sederhana inflasi diartikan sebagai meningkatnya harga-harga secara umum dan terus menerus. Kenaikan harga dari satu atau dua barang saja tidak dapat disebut inflasi kecuali bila kenaikan itu meluas ( atau mengakibatkan kenaikan harga ) pada barang lainnya. Kebalikan dari inflasi disebut deflasi. Inflasi juga dipahami sebagai suatu kondisi kenaikan harga barang-barang secara umum dan berlangsung secara terus menerus serta mempengaruhi harga-harga barang lain.

Indikator yang sering digunakan untuk mengukur tingkat inflasi adalah indeks harga konsumen (IHK). Perubahan IHK dari waktu ke waktu menunjukkan pergerakan harga dari paket barang dan jasa yang dikonsumsi masyarakat. Selain itu indikator yang sering digunakan untuk mengukur tingkat inflasi antara lain :

- a. Indeks Harga Perdagangan Besar (IHPB). Harga perdagangan besar dari suatu komoditas ialah harga transaksi yang terjadi antara penjual/pedagang besar pertama dan pembeli/pedagang besar berikutnya dalam jumlah besar pada pasar pertama atau suatu komoditas.
- b. Deflator Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Menggambarkan pengukuran level harga barang akhir (*final good*) dan jasa yang diproduksi didalam suatu ekonomi (Negeri). Deflator PDRB dihasilkan dengan membagi PDRB antar harga nominal dengan PDRB atas dasar harga konstan.

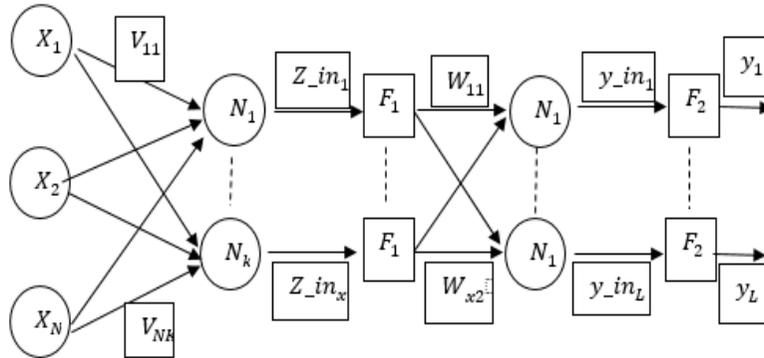
### 2.2. Produk Domestik Regional Bruto

PDRB pada dasarnya merupakan jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit usaha dalam suatu daerah tertentu, atau merupakan jumlah nilai barang jasa akhir yang dihasilkan oleh seluruh unit ekonomi. PDRB menurut harga berlaku digunakan untuk mengetahui kemampuan sumber daya ekonomi, pergeseran, dan struktur ekonomi suatu daerah. Sementara itu, PDRB konstan digunakan untuk mengetahui pertumbuhan ekonomi secara riil dari tahun ke tahun atau pertumbuhan ekonomi yang tidak dipengaruhi oleh faktor harga PDRB (perubahan indeks implisit). Dimana indeks harga implisit merupakan rasio antara PDRB menurut harga berlaku dan PDRB menurut konstan.

### 2.3. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan *neural artificial* atau jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan salah satu representasi buatan (tiruan) dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Menurut Fausett (1994), jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran (Kusumadewi, 2010). Salah satu arsitektur JST adalah jaringan dengan *multilayer feedforward* (banyak lapisan) yang terdiri dari

: satu set unit sensor yang merupakan *input layers*, satu atau lebih lapisan yang terletak diantara lapisan input dan lapisan output (memiliki satu atau lebih lapisan tersembunyi) disebut *hidden layer*, dan satu *output layer*. Konfigurasi arsitektur dengan banyak lapisan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 : Arsitektur Jaringan Syaraf dengan Banyak Lapisan

## 2.4. Backpropagation

Perambatan galat mundur (*backpropagation*) adalah sebuah metode sistematis untuk pelatihan *multiplayer* jaringan syaraf tiruan. Metode ini memiliki dasar matematis yang kuat, obyektif dan algoritma ini mendapatkan bentuk persamaan dan nilai koefisien dalam formula dengan meminimalkan jumlah kuadrat galat error melalui model yang dikembangkan (*training set*).

Dimulai dengan lapisan masukan, hitung keluaran dari setiap elemen pemroses melalui lapisan luar.

1. Hitung kesalahan pada lapisan luar yang merupakan selisih antara data aktual dan target.
2. Transformasikan kesalahan tersebut pada kesalahan yang sesuai di sisi masukan elemen pemroses.
3. Propagasi balik kesalahan-kesalahan ini pada keluaran setiap elemen pemroses ke kesalahan yang terdapat pada masukan. Ulangi proses ini sampai masukan tercapai.
4. Ubah seluruh bobot menggunakan kesalahan pada sisi masukan elemen dan luaran elemen pemroses yang terhubung.

## 2.5. Algoritma Backpropagation

Dalam algoritma *Backpropagation*, *input* dilewatkan melalui lapisan –lapisan sampai hasil akhir dihitung, dan dibandingkan dengan *output* nyata untuk menemukan kesalahan. Kesalahan ini kemudian disebarkan kembali ke *input* untuk menyesuaikan bobot dan bias dalam setiap lapisan.

Struktur algoritma pelatihan *backpropagation* adalah :

Step 0 : Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil

Bobot bias input ( $v_{0j}$ ) = bilangan acak dari  $-\beta$  dan  $\beta$ , dengan  $\beta = 0.7^n \sqrt{p}$

Bobot input ( $v_{ij}$ ) = bilangan acak dari -0.5 dan 0.5

Bobot bias *hidden* ( $w_{0k}$ ) dan bobot *hidden* ( $w_{jk}$ ) = bilangan acak dari -1 dan 1

Step 1 : Jika kondisi penghentian belum terpenuhi, lakukan Step 2 – Step 9

Step 2 : Untuk setiap pasang data pelatihan, lakukan Step 3 – Step 8

Step 3 : Tiap unit *input* ( $X_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ ) menerima sinyal dan meneruskannya ke unit *hidden*

Step 4 : Hitung semua *output* di unit *hidden* ( $Z_j$ ,  $j = 1, \dots, p$ )

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

$$z_j = f(z_{in_j})$$

Step 5 : Hitung semua *output* di unit *output* ( $Y_k$ ,  $k = 1, \dots, m$ )

$$y_{in_k} = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk}$$

$$y_k = f(y_{in_k})$$

Step 6 : Hitung  $\delta$  unit *output* berdasarkan *error* di setiap unit *output*  $Y_k$

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k})$$

Hitung suku perubahan bobot *hidden* dan bobot bias *hidden* dengan *learning rate*

$\alpha$

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

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

Step 7 : Hitung  $\delta$  unit *hidden* berdasarkan *error* di setiap unit *hidden*  $Z_j$

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk}$$

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(Z_{in_j})$$

Hitung suku perubahan bobot *input* dan bobot bias *input* dengan *learning rate*  $\alpha$

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

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

Step 8 : Hitung semua perubahan bobot

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

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

Step 9 : Test kondisi penghentian.

Terdapat dua cara menentukan *Stopping* kriteria yang biasa dipakai, yaitu :

1. Membatasi iterasi yang ingin dilakukan
2. Membatasi *error*

Ketika kondisi penghentian dipenuhi, Kondisi tercapai jika MSE (*Mean Square Error*) telah mencapai harga minimum *epoch* atau *epochs* sama dengan batas toleransi yang diberikan. Nilai MSE (*Mean Square Error*) pada satu siklus pelatihan adalah nilai kesalahan (error = nilai keluaran – nilai masukan) rata-rata dari seluruh *record* (*tupple*) yang dipresentasikan ke JST dan dirumuskan (JJ Siang, 2005) :

$$MSE = \frac{1}{2} \sum_k (t_k - y_k)^2$$

Semakin kecil MSE, semakin kecil kesalahan JST dalam memprediksi pola dari *record* yang baru. Maka, pelatihan JST ditujukan untuk memperkecil MSE dari satu siklus berikutnya sampai selisih nilai MSE pada siklus ini dengan siklus sebelumnya lebih kecil atau sama dengan batas minimal yang diberikan.

Setelah algoritma pelatihan *backpropagation* selesai, maka lakukan algoritma pengujian *backpropagation*. Struktur algoritma pengujian *backpropagation* adalah:

Step 0 : Iniliasi bobot semua dengan bobot yang telah dihasilkan pada proses pelatihan di atas.

Step 1 : Untuk setiap input, lakukan step 2 – step 4

Step 2 : Untuk setiap input  $i = 1, \dots, n$  skalakan bilangan dalam range fungsi aktivasi seperti yang dilakukan pada proses pelatihan

Step 3 : Untuk  $j = 1, \dots, p$

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

$$z_j = f(z_{in_j})$$

Step 4 : Untuk  $k = 1, \dots, m$

$$y_{in_k} = w_{0k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk}$$

$$y_k = f(y_{in_k})$$

Setelah nilai  $Y_k$  diperoleh,  $Y_k$  harus dikembalikan seperti semula.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

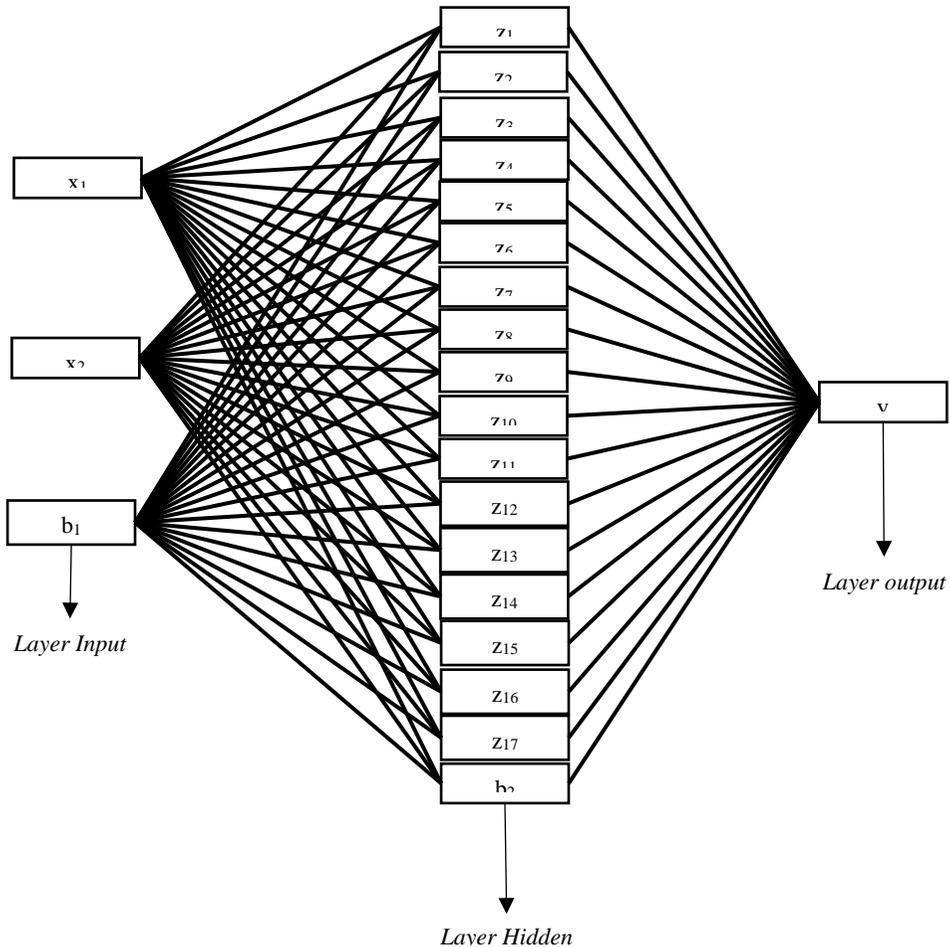
#### 3.1. Pengumpulan Data

Data penelitian ini diambil dari Publikasi Bank Indonesia Kota Palu. Data dalam penelitian ini adalah data parameter-parameter untuk mengukur tingkat pertumbuhan ekonomi dilihat dari tingkat inflasi dan PDRB Kota Palu.

Data Inflasi dan PDRB tersebut sebanyak 26 data yang diambil dari tahun 2010 – 2016. Data dibagi ke dalam dua bagian, satu bagian digunakan untuk proses testing dan satu bagian digunakan untuk data training. Data training digunakan untuk membangun model, sedangkan data testing digunakan untuk mengukur akurasi model. Prediksi tingkat pertumbuhan ekonomi ini dibagi dengan banyak data training 20 data dan banyaknya data testing dengan 6 data.

#### 3.2. Pembentukan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Dalam membentuk arsitektur jaringan syaraf tiruan, dibentuk pola-pola hubungan antara neuron. Neuron-neuron tersebut akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluarnya menuju ke neuron-neuron yang lain. Pada jaringan syaraf hubungan ini dikenal dengan nama bobot dan bias. Adapun arsitektur jaringan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2 : Arsitektur jaringan Syaraf Tiruan

### 3.3. Pengolahan Program Menggunakan Matlab dengan metode Backpropagation

#### 3.2.1. Pelatihan Data (training)

Data pelatihan ini merupakan data yang digunakan untuk membangun dan melatih sistem JST yang telah dibuat, dimana pada data pelatihan ini telah ditetapkan nilai target yang ingin dihasilkan, sehingga jika hasil yang diperoleh pada pelatihan tidak sesuai dengan target, maka akan dilakukan perbaikan pada sistem JST tersebut. Uji coba yang dilakukan menggunakan data training berukuran  $20 \times 2$ . 20 adalah merepresentasikan panjang data dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2016 per-triwulan dan 2 adalah

merepresentasikan data Inflasi dan PDRB yang dijadikan sebagai atribut untuk dapat memprediksi tingkat pertumbuhan ekonomi. Untuk proses training itu sendiri, diperlukan data untuk diproses oleh jaringan. Data tersebut diolah untuk mendapatkan hasil prediksi yang terbaik.

### 3.2.2. Pengujian Data (Testing)

Data Pengujian merupakan data yang digunakan untuk pengujian. Pada data pengujian telah ditetapkan hasil keluaran atau target. Tahapan ini juga merupakan dimana sistem mulai melakukan proses prediksi tingkat pertumbuhan ekonomi. Input data yang akan diuji adalah yang memiliki parameter yang sama dengan data pelatihan. Data pengujian disini berfungsi untuk menguji keakuratan sistem JST yang telah dibuat. Pengujian data untuk mengukur validasi apakah hasil prediksi dari model yang dibangun dari data pelatihan memang memberikan hasil yang baik menghitung error peramalan. Pengujian terhadap 6 data dilakukan menggunakan rancangan arsitektur terbaik yang telah diperoleh dari hasil pelatihan. Struktur jaringan yang digunakan terdiri dari satu lapis yang berisi 2 neuron *input*. Lapisan tersembunyi pertama terdiri dari 17 neuron dan lapisan *output* terdiri dari 1 neuron. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi sigmoid biner.

Berdasarkan fungsi output ditentukan prediksi output data testing yang akan ditampilkan pada Tabel 1, berikut hasil perbandingan data aktual dan JST pengujian data menggunakan program matlab.

Tabel 1 : Hasil Perbandingan Testing dan Data Aktual

Triwulan Pertahun	Data Prediksi	Data Aktual	Presentasi kesalahan %
Tw I Tahun 2015	15,01	16,49	8,96
Tw II Tahun 2015	15,07	15,09	0,13
Tw III Tahun 2015	15,06	15,63	3,65
Tw IV Tahun 2015	15,02	15,10	0,53
Tw I Tahun 2016	15,14	13,21	-14,61 (error)
Tw II Tahun 2016	15,08	15,52	2,84

Perbandingan hasil data aktual dan data testing error menghasilkan perhitungan :

$$= \frac{\text{Jumlah analisa data error}}{\text{Jumlah data testing}} \times 100\% = \frac{1}{6} \times 100\% = 16,66\%$$

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan proses prediksi Jaringan Syaraf Tiruan backpropagation yang dilakukan terhadap 26 data yang merepresentasikan data Inflasi dan PDRB dari tahun 2010 sampai dengan 2016 mampu memprediksi tingkat pertumbuhan ekonomi dengan prediksi error sebesar 16,66%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andri, *Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Calon Penerima Beasiswa di Universitas Tadulako Dengan Metode Backpropagation*, 2012, UNTAD: Palu.
- [2] Budiono, *Pengantar Ilmu Ekonomi no. 5: "Ekonomi Moneter" (Edisi Ketiga)*, 1985, Yogyakarta: BPFE.
- [3] Fausset, L., *Fundamental of Neural Network Architecture, Algorithms, and Application*, 1994, New Jersey : Prentice Hall.
- [4] Kusumadewi, Sri dan Sri Hartati., *NEURO-FUZZY Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf (Edisi Kedua)*, 2010, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [5] Mustakim, R. J., *Prediksi Kualitas Air PDAM Kota Palu Menggunakan Metode Backpropagation*, 2016, UNTAD: Palu.
- [6] Peole. I. N., *Mengkaji Prilaku Harga Komoditi Pangan Dikota Palu Dengan Menggunakan Metode Backpropagation*, 2016, UNTAD: Palu.
- [7] Siang, J. J., *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*, 2005, Andi Offset: Yogyakarta.