

PREDIKSI PENDAPATAN ASLI DAERAH KALIMANTAN BARAT MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*

Dwi Marisa Midyanti

Sistem Komputer Universitas Tanjungpura Pontianak
Jl Prof.Dr.Hadari Nawawi, Pontianak 78124
Email : marisa.untan@gmail.com¹⁾

Abstrak

Pendapatan Asli Daerah (PDA) Kalimantan Barat mengalami peningkatan setiap tahunnya namun tidak signifikan. Karena itu dibutuhkan prediksi PDA Kalbar untuk mengetahui PDA tahun berikutnya sehingga memudahkan rencana alokasi dana PDA. JST Backpropagation memiliki kemampuan prediksi yang baik dengan melakukan pelatihan data sebelumnya. Bobot-bobot akhir yang dihasilkan oleh Backpropagation digunakan selanjutnya untuk memprediksi data yang belum pernah dilatih.

Pengujian terhadap learning rate dilakukan untuk menemukan MSE terendah. MSE terendah didapat dengan learning rate sebesar 0.4. Dengan learning rate 0.4 dan momentum 0.9 digunakan untuk pengujian selanjutnya. Hasil dari pengujian terhadap 7 dan 6 data latih menghasilkan tingkat keakuratan sebesar 97.862%. Sedangkan untuk pengujian terhadap 2,3, dan 4 data latih didapatkan nilai akurasi tertinggi sebesar 98.98%.

Kata kunci: Backpropagation, Jaringan Syaraf Tiruan, Prediksi

1. Pendahuluan

a. Latar Belakang

Pendapatan Asli Daerah (PDA) sangat berpengaruh pada kegiatan perekonomian di suatu daerah. Banyak faktor yang mempengaruhi pendapatan asli daerah, diantaranya adalah jumlah kunjungan wisatawan mancanegara, tingkat investasi dan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) [1].

Faktor-faktor yang mempengaruhi PDA dalam waktu tertentu dapat meningkat dan dapat menurun di tahun berikutnya. Hal ini dapat mempengaruhi realisasi pengeluaran pembiayaan daerah. Untuk itu perlu adanya peramalan jumlah penerimaan pendapatan asli daerah untuk tahun selanjutnya berdasarkan pada perubahan-perubahan jumlah wisatawan mancanegara, tingkat investasi dan PDRB.

Prediksi adalah langkah awal dari sebuah perencanaan. Hasil ramalan dapat membuat suatu keputusan atau

perencanaan berubah untuk mengantisipasi output dari sebuah ramalan.

Backpropagation adalah salah satu metode dalam Jaringan Syaraf Tiruan (JST) yang banyak digunakan untuk prediksi.

Jaringan saraf tiruan merupakan salah satu sistem pemrosesan informasi yang didesain dengan menirukan cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot sinapsisnya. Jaringan saraf tiruan mampu melakukan pengenalan kegiatan berbasis data masa lalu. Data masa lalu akan dipelajari oleh jaringan saraf tiruan sehingga mempunyai kemampuan untuk memberikan keputusan terhadap data yang belum pernah dipelajari. Dalam analisis ini dicoba untuk dipelajari dan dicoba penerapannya didalam bidang psikologi yaitu mendeteksi test psikologi pada manusia. JST yang berupa susunan sel-sel saraf tiruan (*neuron*) dibangun berdasarkan prinsip-prinsip organisasi otak manusia [2].

Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi. Backpropagation menggunakan error output untuk mengubah nilai bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan error ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu [3].

Prediksi sendiri mempunyai tingkat kebenaran hasilnya. Dengan menggunakan JST Backpropagation penulis mencoba membuat sistem prediksi Pendapatan Asli Daerah Kalimantan Barat yang menghasilkan tingkat kebenaran lebih dari 60%.

b. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan yaitu bagaimana tingkat akurasi JST Backpropagation untuk meramalkan PDA Kalimantan Barat?

c. Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan metode JST Backpropagation untuk memprediksi PDA Kalimantan Barat.

d. Tinjauan Pustaka

Menurut Kusumadewi (2004), algoritma *backpropagation* adalah sebagai berikut:

1. Inisiasi bobot dengan mengambil bobot awal menggunakan nilai random yang terkecil.
2. Tetapkan :Maksimum Epoch, Maksimum epoch Target Error dan Learning Rate (α)
3. Inisiasi: Epoch=0, MSE=1
4. Mengerjakan langkah-langkah berikut selama kondisi penghentian belum terpenuhi:
 1. Epoch = Epoch + 1
 2. Untuk tiap-tiap pasangan elemen yang akan dilakukan pembelajaran, kerjakan:

Feedforward:

- i. Tiap-tiap unit input (x_i , $i=1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal x_i dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit yang ada di atasnya, yaitu *hidden layer*.
- ii. Tiap-tiap unit pada *hidden layer* (z_j , $j=1,2,3,\dots,p$) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot sebagai berikut:

$$z_{in_j} = b1_j + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad \dots\dots(1)$$

v_{j0} = bias pada unit tersembunyi j

untuk menghitung sinyal *outputnya* digunakan fungsi aktivasi sebagai berikut:

$$z_j = f(z_{in_j}) \quad \dots\dots(2)$$

Kemudian sinyal tersebut dikirim ke semua unit di lapisan atasnya yaitu unit-unit *output*. Langkah kedua ini dilakukan sejumlah banyaknya *hidden layer*.

- iii. Tiap-tiap unit *output* (y_k , $k=1,2,3,\dots,m$) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot sebagai berikut:

$$y_{in_k} = b2_k + \sum_{i=1}^p z_i w_{jk} \quad \dots\dots(3)$$

w_{k0} = bias pada unit *output* k

untuk menghitung sinyal *outputnya* digunakan fungsi aktivasi sebagai berikut:

$$y_k = f(y_{in_k}) \quad \dots\dots(4)$$

Kemudian sinyal tersebut dikirim ke semua unit di lapisan atasnya yaitu unit-unit *output*.

Backpropagation

- i. Tiap-tiap unit *output* (y_k , $k=1,2,3,\dots,m$) menerima target pola yang berhubungan dengan

pola *input* pembelajaran, hitung informasi *errornya*:

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad \dots\dots(5)$$

kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai w_{kj}) sebagai berikut:

$$\Delta w_{jk} = \alpha \varphi 2_{jk} \quad \dots\dots(6)$$

selain itu, hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai w_{k0}), dan kirimkan δ_k ke unit-unit pada lapisan di bawahnya.

- ii. Tiap-tiap unit tersembunyi (z_j , $j=1,2,3,\dots,p$) menjumlahkan hasil perubahan *inputnya* dari unit-unit di lapisan atasnya sebagai berikut:

$$\delta_{in_j} = b2_k + \sum_{k=1}^m \delta 2_k w_{jk} \quad \dots\dots(7)$$

untuk menghitung informasi *error*, kalikan nilai δ_{in_j} dengan turunan dari fungsi aktivasinya:

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \quad \dots\dots(8)$$

kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai v_{0j}),

- iii. Tiap-tiap unit *output* (y_k , $k=1,2,3,\dots,m$) memperbaiki bias dan bobotnya sebagai berikut:

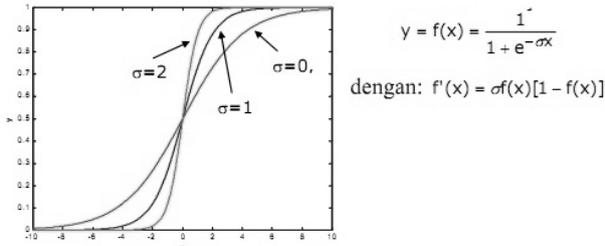
$$w_{jk} (baru) = w_{jk} (lama) + \Delta w_{jk} \quad \dots\dots(9)$$

Tiap-tiap unit *hidden layer* (z_j , $k=1,2,3,\dots,p$) memperbaiki bias dan bobotnya sebagai berikut:

$$v_{ij} (baru) = v_{ij} (lama) + \Delta v_{ij} \quad \dots\dots(10)$$

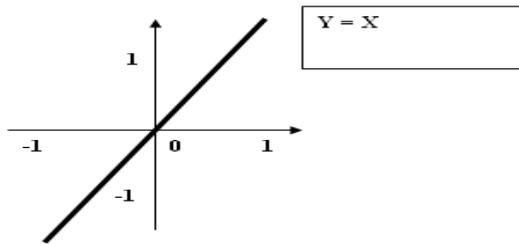
- iv. Tes kondisi berhenti

Fungsi aktivasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi sigmoid biner dan fungsi linier. Fungsi aktivasi adalah fungsi yang digunakan untuk menentukan keluaran suatu neuron. Gambar 1 merupakan fungsi aktivasi sigmoid biner. Fungsi sigmoid biner mempunyai range 0 sampai 1.



Gambar 1. Fungsi aktivasi : Sigmoid Biner

Gambar 2 merupakan fungsi aktivasi linier. Fungsi ini memiliki nilai output yang sama dengan nilai inputnya.

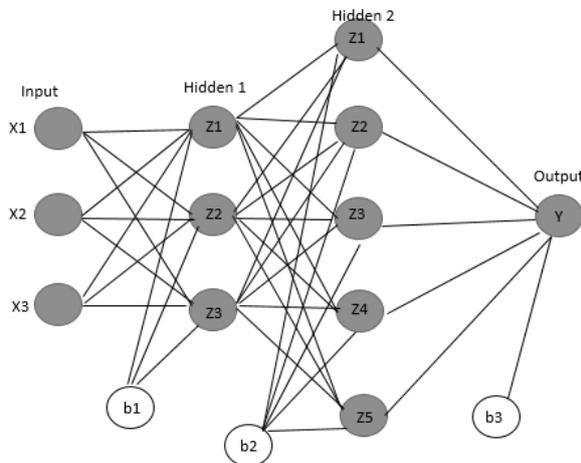


Gambar 2. Fungsi aktivasi : Linier (identitas)

2. Pembahasan

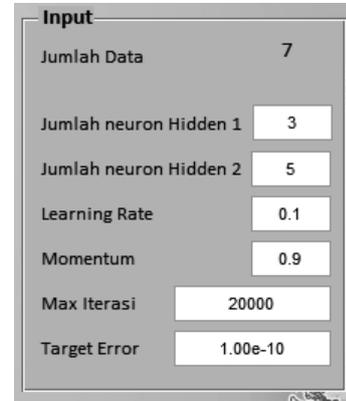
Sebelum melakukan prediksi, data akan dilatih dan diuji terlebih dahulu. Data yang didapat dinormalisasikan terlebih dahulu dengan range antara 0 sampai 1. Penggunaan range berdasarkan fungsi aktivasi yang digunakan. Data yang digunakan yaitu data jumlah kunjungan wisatawan mancanegara, tingkat investasi dan PDRB Kal-Bar tahun 2004-2013 yang didapat dari BPS Provinsi Kalimantan Barat.

Proses pembelajaran dilakukan menggunakan *backpropagation gradient descent* (trainingd) dengan n input (n=3,4,5), 1 lapisan tersembunyi (dengan 3 neuron), 1 lapisan tersembunyi (dengan 5 neuron), dan 1 output. Gambar 3 menunjukkan arsitektur JST *Backpropagation*.



Gambar 3. Arsitektur JST Backpropagation

Fungsi aktivasi sigmoid biner pada pelatihan dan fungsi aktivasi linear pada *output*. Parameter-parameter maksimum epoch = 10000, toleransi *error* = 10^{-10} , *learning rate* = 0.1 dan *momentum* = 0.9. Gambar 4 menunjukkan parameter JST *Backpropagation*.



Gambar 4. Parameter JST Backpropagation

Penelitian ini melakukan 3 pengujian, yaitu: pengujian *learning rate* dengan momentum 0.9, pengujian jumlah data latih terhadap tingkat akurasi dan pengujian jumlah data uji terhadap tingkat akurasi.

a. Pengaruh *Learning Rate* dengan momentum 0.9 terhadap MSE

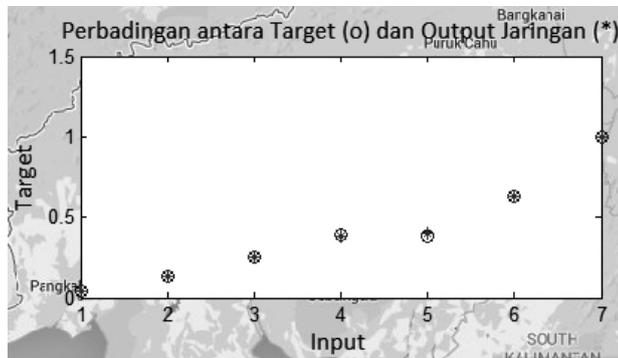
Pengujian ini menggunakan *learning rate* dari 0.1-0.9 dengan menggunakan momentum 0.9 untuk menentukan nilai MSE. Data yang digunakan dalam pengujian ini adalah data latih 7 data dan data uji 2 data. Tabel 1 menunjukkan hasil MSE terhadap perubahan *learning rate*.

Tabel 1. Tabel MSE dengan perubahan Learning Rate

Learning Rate	MSE
0.1	0.00236
0.2	0.00048
0.3	0.00028
0.4	0.00005
0.5	0.00023
0.6	0.09070
0.7	0.09070
0.8	Nan
0.9	0.09070

Dari tabel 1 terlihat bahwa MSE Input terkecil diperoleh ketika menggunakan *learning rate* 0.4, sedangkan untuk MSE output terkecil diperoleh ketika menggunakan *learning rate* 0.2.

Variasi MSE pada tabel 1 dapat diakibatkan oleh bervariasinya data-data input dalam jaringan, karena data inputan terutama investasi dan PDRB mengalami peningkatan berbeda setiap tahunnya.



Gambar 5. Perbandingan antara Target dan Output Jaringan

Gambar 5 merupakan perbandingan antara Target dengan output yang dihasilkan oleh JST *Backpropagation*. Hasil pelatihan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pelatihan dengan learning rate 0.4

Target	Output Jaringan	% error
308300000	295462266.00	-4.34
367800000	375153517.91	1.96
460000000	471327209.84	2.40
572800000	586814657.03	2.39
602200000	579575650.00	-3.90
772300000	777243196.00	0.64
1082500000	1080456051.51	-0.19

Tabel 2 menunjukkan hasil pelatihan 7 data dengan menggunakan *learning rate* 0.4. Error terbesar yang didapat yaitu -4.34% pada data pertama. Error terkecil sebesar -0.19 pada data terakhir.

b. Uji Jumlah Data Latih terhadap Tingkat Akurasi

Di pengujian ini digunakan *learning rate* 0.4 karena menghasilkan nilai MSE paling kecil diantara *learning rate* lainnya. Pengujian ini berfungsi untuk menghitung akurasi data latih dengan jumlah data yang berbeda. Tabel 3 menunjukkan hasil pelatihan dengan *learning rate* 0.4

Tabel 3. Uji Jumlah Data Latih terhadap Tingkat Akurasi

Jumlah Data	Akurasi
7	97.862
6	75.37

Dari tabel 3 diketahui bahwa dengan jumlah data sebanyak 7 data, tingkat keakuratan prediksi lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan 6 data, yaitu sebesar 97.862%.

Dalam JST *Backpropagation*, semakin banyak data yang dilatih, maka JST dapat mempelajarinya dengan lebih baik sehingga menghasilkan prediksi yang tidak jauh berbeda dengan target yang akan dicapainya.

c. Uji Jumlah Data Uji terhadap Tingkat Akurasi

Pengujian ini menggunakan bobot-bobot yang dihasilkan oleh pengujian 7 data latih. Hal ini dikarenakan akurasi dengan 7 buah data latih sangat baik. Data uji yang digunakan yaitu 2,3 dan 4 data.

Tabel 4. Uji Jumlah Data Uji terhadap Tingkat Akurasi

Jumlah Data	Akurasi
2	97.86%
3	98.57%
4	98.98%

Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai akurasi tertinggi terdapat pada jumlah data uji 4 data dengan tingkat akurasi sebesar 98.98%. Sedangkan untuk tingkat akurasi terendah pada jumlah data 2 dengan nilai akurasi sebesar 97.98%.

JST *Backpropagation* yang telah terlatih dengan data pelatihan, menghasilkan prediksi yang sangat baik di data pengujian. Selain mengenal data yang telah sebelumnya dilatih, JST *Backpropagation* juga dapat memprediksi data yang belum pernah dipelajari sebelumnya.

Tabel 5. Hasil pengujian dengan learning rate 0.4

Target	Output Jaringan	% error
777243196	777600000	0.05
1080456052	1080100000	-0.03
1164425412	1186200000	1.87
1347396424	1180100000	-12.42

Tabel 5 menunjukkan hasil prediksi 4 data uji data dengan menggunakan *learning rate* 0.4. Error terbesar yang didapat yaitu -12.42% pada data terakhir. Error terkecil sebesar -0.03 pada data kedua.

3. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan untuk prediksi Pendapatan Asli Daerah Kalimantan Barat pada pengujian jumlah data latih didapatkan akurasi tertinggi sebesar 97.862%. Sedangkan untuk pengujian jumlah

data uji didapatkan nilai akurasi tertinggi sebesar 98.98%.

Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan dapat menggunakan data PDA bulan agar data yang digunakan semakin banyak, PDA dapat lebih terpantau sehingga dapat segera mengantisipasi ketika ada nya penurunan PDA.

Daftar Pustaka

- [1] P.L.P. Sari, "Analisis variabel-variabel yang mempengaruhi Pendapatan Asli Daerah (PAD) Provinsi Bali", *Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Humanika JINAH*, vol.2, no.2, pp 715-737, Juni 2013
- [2] Kiki dan S. Kusumadewi, "Jaringan Syaraf Tiruan dengan Metode Backpropagation untuk mendeteksi gangguan psikologi", *Media Informatika*, vol.2, no. 2, Desember 2004
- [3] S. Kusumadewi, *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan MATLAB & EXCEL LINK*, Yogyakarta, Graha Ilmu, 2004

Biodata Penulis

Dwi Marisa Midyanti, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak, lulus tahun 2007. Memperoleh gelar Magister Computer Science (M.Cs) Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Komputer Universitas Gajah Mada Yogyakarta, lulus tahun 2013. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Tanjungpura Pontianak.

