

Model Artificial Neural Network Berbasis Particle Swarm Optimization Untuk Prediksi Pendapatan Asli Daerah (PAD)

Ivo Colanus Rally Drajana
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo
Jl. Achmad Nadjamuddin No. 17 Telp. 0435-829975 Fax. 0435-829976 Kota Gorontalo
ivocolanusrally@gmail.com

Abstrak

Kemajuan dan perkembangan teknologi di era modern ini semakin pesat sehingga penyajian informasi dapat dikerjakan dengan lebih cepat. Prediksi Pendapatan Asli Daerah (PAD) sangat dibutuhkan oleh setiap daerah, untuk meramalakan kekayaan daerah sehingga dapat cepat dalam merencanakan strategi pengelolaan kemajuan daerah. PAD adalah pendapatan daerah dari hasil pajak daerah, hasil retribusi daerah, serta hasil pengelolaan kekayaan daerah. Dalam kurun waktu tertentu jumlah penerimaan pendapatan akan terjadi fluktuatif. Dalam hal ini diperlukan pengembangan hasil akurasi prediksi yang akurat, model artificial neural network (ANN) sudah mulai banyak digunakan karena telah banyak performa model artificial neural network (ANN) menghasilkan akurasi yang lebih baik. Kelebihan artificial neural network (ANN) telah banyak dikembangkan oleh beberapa peneliti dengan integrasi model lain, diantaranya integrasi antara artificial neural network (ANN) berbasis particle swarm optimization (PSO). Untuk meminimalisir kelemahan dari masing-masing model pengintegrasian ini digunakan untuk hasil pengukuran yang lebih baik. Experiment dalam penelitian ini, mengukur kemampuan model artificial neural network (ANN) berbasis particle swarm optimization (PSO). Hasil eksperimen prediksi PAD menunjukkan bahwa artificial neural network (ANN) dan particle swarm optimization (PSO) menghasilkan nilai RMSE yang lebih baik (0.083) dibandingkan artificial neural network (ANN) sebelum ditambahkan particle swarm optimization (PSO) menghasilkan nilai RSME (0.089).

Kata Kunci: *Kata Kunci: Pendapatan Asli Daerah, Keuangan, Pajak, Artificial Neural Network, Particle swarm optimization.*

Abstract

The progress and development of modern diara technology is increasingly rapid so that the presentation of information can be done more quickly. Predictions of Regional Original Revenue (PAD) are needed by each region, to forecast regional wealth so that they can be quick in planning strategies for managing regional progress. PAD is regional income from the results of regional taxes, the results of regional levies, as well as the results of regional wealth management. Within a certain period the amount of income will fluctuate. In this case it is necessary to develop accurate prediction accuracy results, the artificial neural network (ANN) model has begun to be widely used because a lot of the performance of the artificial neural network (ANN) model has resulted in better accuracy. The advantages of artificial neural network (ANN) have been developed by several researchers with the integration of other models, including the integration of artificial neural network (ANN) based on particle swarm optimization (PSO). To minimize the weaknesses of each of these integration models it is used for better measurement results. Experiment in this study, measured the ability of the artificial neural network (ANN) model based on particle swarm optimization (PSO). The results of PAD prediction experiments showed that artificial neural network (ANN) and particle swarm optimization (PSO) produced a better RMSE value (0.083) than artificial neural network (ANN) before adding particle swarm optimization (PSO) resulted in RSME values (0.089).

Keywords: *Regional Original Income, Finance, Taxes, Artificial Neural Network, Particle swarm optimization.*

I. PENDAHULUAN

Mengatur dan mengelola daerah merupakan kewenangan yang diberikan kepada daerah itu sendiri dalam pelaksanaan otonomi daerah. Setiap daerah harus lebih kreatif dan berinovasi untuk kemajuan daerah masing-masing demi tercapainya tujuan yang telah ditargetkan. Untuk itu setiap daerah harus bisa mengenali setiap potensi serta mengidentifikasi sumber daya yang dimiliki setiap daerah [1]. Menurut UU no 33 tahun 2004 mengenai perimbangan keuangan pemerintah daerah dan pusat, menjabarkan bahwa sumber daya penerimaan daerah dalam penyelenggaraan otonomi daerah adalah berasal dari pendapatan asli daerah, transfer pemerintah provinsi, transfer pemerintah pusat, serta pendapatan lain-lain daerah yang sah. PAD (Pendapatan Asli Daerah) berasal dari daerah itu sendiri seperti: bagian laba pengelolaan asset daerah, hasil retribusi daerah, hasil pajak daerah, serta pendapatan lain-lain yang sah [2]. Semua sumber pendapatan ini yang menjadi penopang penyelenggaraan kegiatan pemerintah daerah. Tingkat kualitas otonomi daerah semakin baik ketika semakin banyak kebutuhan yang bisa di biayai oleh PAD itu sendiri dan menjadikan makin mandiri suatu daerah.

Dengan melihat sangat berpengaruhnya tingkat kualitas otonomi daerah maka di perlukannya estimasi PAD (Pendapatan Asli Daerah) secara tepat, untuk dapat meramalkan penerimaan yang ada, dikembangkan, serta dikelola secara profesional. Pada prakteknya jumlah penerimaan pendapatan terjadi secara fluktuatif pada waktu tertentu akan semakin meningkat serta pada kondisi tertentu semakin menurun, sehingga dibutuhkan peramalan terhadap jumlah penerimaan pendapatan untuk masa yang akan datang. *Forecasting* (peramalan) merupakan suatu bagian untuk mempertimbangkan dalam

perencanaan. *Decision making* atau pengambilan keputusan adalah salah satu aspek penting perencanaan proses pengembangan dan penyelesaian serta memecahkan masalah. Metode yang sering digunakan untuk mencari sumber informasi baru adalah *data mining*. *Data mining* memiliki kemampuan menemukan hubungan data dari beberapa kumpulan data yang ada untuk diperoleh informasi yang baru dan mudah dimengerti [3]. Penelitian ini menggunakan model *Artificial Neural Network* (ANN) kemampuan *Artificial Neural Network* (ANN) terhadap pembelajaran data *training* diintegrasikan melalui model *backpropagation*. Ada beberapa pendekatan optimasi yang ada seperti *genetic algoritma* (GA), *ant colony optimization* (ACO), serta *particle swarm optimization* (PSO) [4]. Untuk meminimalisir kelemahan dari masing-masing model pengintegrasian ini digunakan untuk hasil pengukuran yang lebih baik. Experiment dalam penelitian ini, mengukur kemampuan model *artificial neural network* (ANN) berbasis *particle swarm optimization* (PSO). Pada penelitian ini, menguji tingkat akurasi diintegrasikan dengan model *artificial neural network* (ANN) dan *particle swarm optimization* (PSO) dengan objek data Pendapatan Daerah (PAD).

II. METODE PENELITIAN

1. Data Mining

Data mining didefinisikan sebagai satu teknik yang digunakan secara otomatis untuk relasi-relasi yang kompleks pada set data yang sangat besar. *Data mining* menggunakan pendekatan *discovery-based* untuk pencocokan pola *pattern-matching*. *Data mining* juga merupakan proses menggunakan teknik statistik, kecerdasan buatan, matematika, serta machine learning dalam indentifikasi dan mengekstraksi informasi dalam

jumlah data besar.. Kemudian *Data mining* juga merupakan kegiatan pengumpulan dan pemakaian data historis dalam menemukan keteraturan pola serta hubungan data set yang berukuran besar [5]. Istilah data mining memiliki disiplin ilmu dengan tujuan utama adalah untuk menemukan, menggali pengetahuan dari data dan informasi. Data mining juga disebut sebagai *Knowledge Discovery in Database* kegiatan pengumpulan, pemakaian data, historis untuk menemukan keteraturan pola hubungan dalam data set berukuran besar.

✓ Metode Pelatihan.

Secara garis besar metode *training* yang digunakan didalam teknik *data mining* dibedakan dalam dua pendekatan, yaitu [6].

1. *Unsupervised learning*, metode ini diterapkan tanpa ada *training* dan tanpa ada *teacher*. *Teacher* di sini yaitu label dari data.
2. *Supervised learning*, metode ini belajar dengan ada latihan dan pelatih. Didalam pendekatan ini, untuk mendapatkan fungsi pemisah, fungsi keputusan atau fungsi regresi dengan menggunakan beberapa contoh data yang mempunyai output atau label selama proses *training*.

✓ Pengelompokan *Data Mining*

Beberapa teknik dimiliki *data mining* berdasarkan tugas yang dilakukan, yaitu:

1. Depenelitian
Secara umum Para peneliti sering mencoba mencari cara untuk mendepanelitiankan pola dan *trend* tersembunyi dalam data.
2. Estimasi

Estimasi sama halnya dengan klasifikasi, terkecuali variabel tujuannya yang lebih ke numerik dari pada ke kategori.

3. Prediksi

Prediksi memiliki kesamaan dengan estimasi dan klasifikasi. Namun, prediksi hasilnya menunjukkan atau meramalkan sesuatu yang belum terjadi (terjadi dimasa mendatang).

4. Klasifikasi

Didalam klasifikasi sebuah variabel, dengan tujuan bersifat kategorik. Misalnya, kita akan mengklasifikasikan pendapatan kedalam tiga kelas, yaitu pendapatan rendah, pendapatan sedang, dan pendapatan tinggi.

5. *Clustering*

Clustering lebih mengarah kepada pengelompokan *record*, pengamatan, atau kasus yang ada dalam kelas yang memiliki kemiripan.

6. Asosiasi

Mengidentifikasi kaitan atau hubungan antara beberapa peristiwa yang terjadi pada satu waktu.

✓ Tahap-tahap *Data Mining*

Data mining dibagi menjadi beberapa tahapan proses dimana setiap tahapan tersebut bersifat interaktif, pemakai akan terlibat langsung atau melalui perantara *knowledge base*. Tahap-tahap *data mining* sebagai berikut:

1. *Data Cleaning* (Pembersihan data)

Pembersihan data adalah sebuah proses menghilangkan *noise* atau data tidak konsisten dan data yang tidak relevan.

2. Data Integration (Integrasi data)

Integrasi data adalah sebuah penggabungan data dari beberapa database ke dalam satu database baru.

3. Data Selection (Seleksi data)

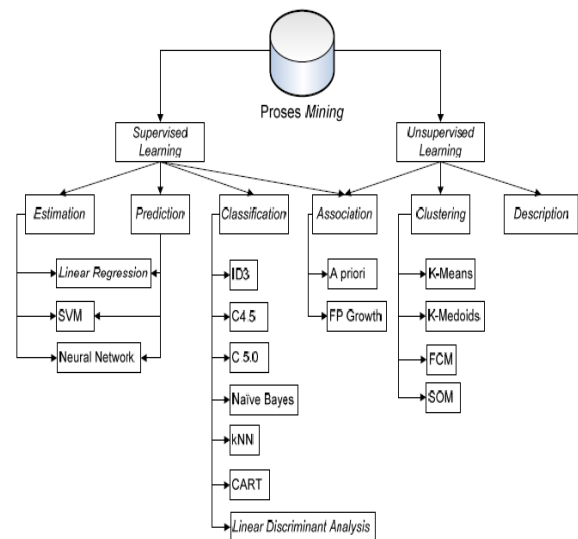
Data dalam database tidak semuanya akan digunakan, maka hanya data yang dianggap sesuai dianalisis yang diambil dari database.

4. Data Transformation (Transformasi data)

Data digabung atau diubah ke dalam format yang sesuai kemudian diproses dalam data mining.

5. Proses mining

Suatu proses utama saat metode diterapkan dalam menemukan pengetahuan tersembunyi dari data. Ada beberapa metode yang digunakan sesuai pengelompokan data mining dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Berbagai Metode Data Mining

6. Pattern Evaluation (Evaluasi pola)

Digunakan Untuk mengidentifikasi pola-pola yang menarik ke dalam *knowledge based* yang ditemukan.

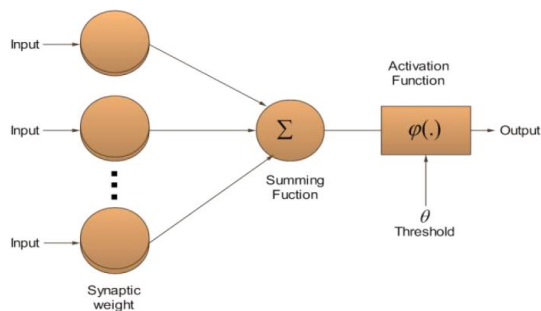
7. Knowledge Presentation (Presentasi Pengetahuan)

Merupakan visualisasi dan penyajian pengetahuan tentang metode yang digunakan dalam memperoleh pengetahuan yang diperoleh pengguna.

2. Artificial Neural Network (ANN)

Artificial Neural Network (ANN) adalah sebuah model penalaran yang berdasarkan pada otak manusia. *Artificial Neural Network* (ANN) terdiri dari beberapa prosesor sederhana yang saling terhubung yang disebut *neuron*. *Neuron* ini terhubung melalui pembobotan (*weight*) melintasi sinyal dari *neuron* yang satu ke *neuron* yang lain. Ketika didapati sebuah *neuron* mengalami kerusakan, maka *neuron* yang lain dapat dilatih untuk menggantikan fungsi *neuron* yang rusak tersebut. Model *neuron Artificial Neural*

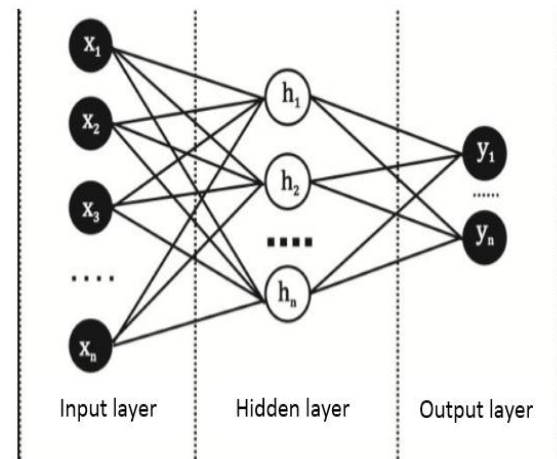
Network(ANN) terdiri dari fungsi penjumlahan (*summing function*), fungsi aktivasi (*activation function*), serta keluaran (*output*).



Gambar 2. Model Neural

Cara kerja *Artificial Neural Network* (ANN) adalah informasi yang masuk (*input*) dikirim ke *neuron* yang memiliki bobot tertentu kemudian selanjutnya diproses oleh suatu fungsi untuk menjumlahkan nilai-nilai bobot yang ada. Kemudian hasil penjumlahan dibandingkan dengan nilai ambang (*threshold*) tertentu melalui fungsi aktivasi dari setiap *neuron*. Jika (*input*) melalui suatu nilai ambang tertentu, secara otomatis *neuron* akan diaktifkan, namun jika tidak, *neuron* tidak akan diaktifkan. Kemudian *neuron* yang aktif akan mengirim (*output*) melalui bobot-bobot yang ada pada (*output*) ke semua *neuron* yang terhubung dengannya.

Struktur yang ada pada *Artificial Neural Network* (ANN) terdiri dari layer (*inputLayer*), (*hidden layer*) serta (*output layer*) dapat dilihat pada gambar 3.



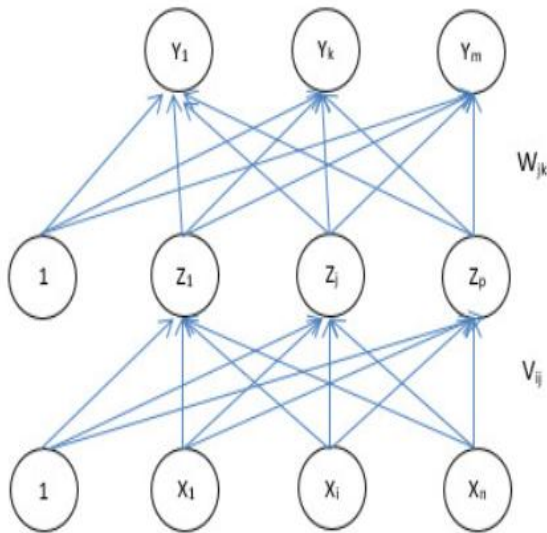
Gambar 3. Struktur *Artificial Neural Network* (ANN)

Dari gambar diatas dapat kita lihat dimana, *input layer* ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$), terdiri dari beberapa bagian *input*. Bagian-bagian input menerima pola inputan data dari luar yang menjelaskan suatu permasalahan. Kemudian *hidden layer* ($h_1, h_2, \dots, h_n$), terdiri dari bagian-bagian tersembunyi, dimana output yang dihasilkan tidak dapat secara langsung teramati, sedangkan *output layer* ($y_1, \dots, y_n$) terdiri dari beberapa *output* yang merupakan solusi *Artificial Neural Network* (ANN) untuk suatu permasalahan [7].

3. Algoritma Backpropagation

Model *artificial neural network* (ANN) secara umum menggunakan algoritma *backpropagation* (BP) yang sering digunakan dalam proses prediksi, merupakan pengembangan dari algoritma *least mean square* yang digunakan untuk mentraining jaringan dari beberapa *layer*. Algoritma *backpropagation* terdiri dari unit-unit *input* $x_1, x_2, \dots, x_n$, dan beberapa unit *hidden layer* $z_1, z_2, \dots, z_p$, serta beberapa unit *output* $y_1, y_2, \dots, y_m$. Unit *input* dan *hidden layer* memiliki bias bernilai 1. Nilai bobot v_{ij} merelasikan unit *input* x_i ke unit *hidden layer* z_j . Kemudian bobot w_{jk} merelasikan unit *hidden layer* z_j ke unit *output* y_k . Algoritma

backpropagation memiliki tiga perhitungan, propagasi maju, propagasi mundur, serta *update* matriks bobot [8]. Model algoritma *backpropagation* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. Model Algoritma *Backpropagation*

4. Particle Swarm Optimization

Pertamakalnya Kennedy dan Eberhart memperkenalkan *particle swarm optimization* (PSO) pada tahun 1995 yang merupakan salah satu model optimasi. Cara kerja dari *particle swarm optimization* (PSO) adalah terinspirasi pada tingkah laku sosial koloni hewan dalam menemukan sumber makanan seperti sekumpulan burung, rayap, lebah, ikan dimana setiap individunya disebut partikel sedangkan populasinya disebut *swarm* (koloni). Prilaku sosial ini terdiri dari beberapa tindakan individu dan di pengaruhi oleh tindakan individu-individu lain dalam satu kelompok. Setiap partikel memiliki posisi acak, dengan menggunakan kecerdasannya (*intelligence*) sendiri. Namun jika salah satu partikel atau individu menemukan jalan yang tepat (*optimal*)

menuju kesumber makanan, maka partikel atau sisah anggota lainnya akan mengikuti jalan menuju sumber makanan meskipun terkadang lokasi mereka tidak saling berdekatan [9].

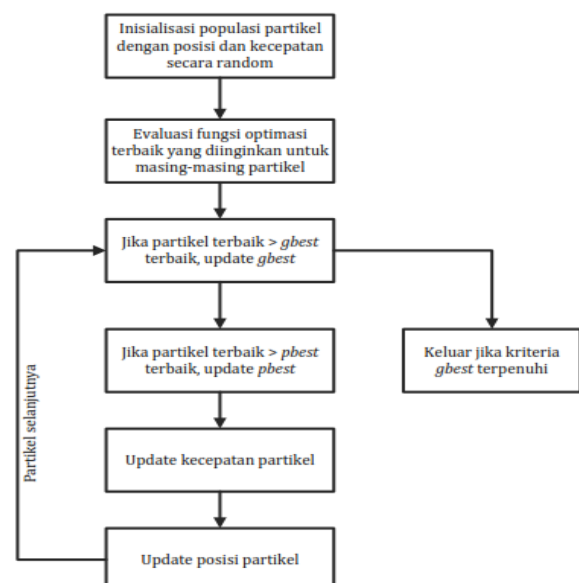
Untuk *particle swarm optimization* (PSO), nilai posisi partikel $X(t + 1)$ di perbaharui melihat pada nilai kecepatan partikel $U(t + 1)$ dengan melihat persamaan berikut ini:

$$U^s(t + 1) = \omega U^s(t) + c_1 r_1 (Pbest^s - X^s(t)) + c_2 r_2 (Gbest - X^s(t))$$

$$X^s(t + 1) = X^s(t) + U^s(t + 1)$$

(2)

Dimana nilai ω merupakan bobot inersial yang memiliki nilai 0,9 – 1,2. Kemudian variabel $Pbest^s$ merupakan *local best* partikel dari partikel s , yang mana posisi s terbaik dari waktu saat sampai dengan waktu sekarang. Dan $Gbest$ merupakan *global best* partikel yang terpilih dari $Pbest^s$ yang telah memiliki posisi terbaik. Sedangkan nilai r_1 dan r_2 merupakan bilangan acak serentak antara 0 – 1, kemudian $c_1 = c_2 = 2$. Berikut dasar dari prosedur *particle swarm optimization* (PSO) dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



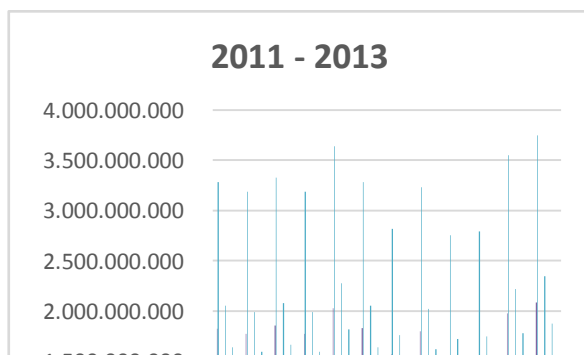
Gambar 4. Dasar Prosedur *Particle Swarm Optimization* (PSO)

Gambar diatas, menjelaskan bahwa konsep modifikasi penelusuran tujuan dijelaskan pada persamaan (1) dan (2), yang mana $Pbest^s$ dan $Gbest$ masing-masing telah dijabarkan oleh komponen persamaan (1).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adanya Peraturan Daerah Nomor 3 Tahun 2008 tentang Organisasi dan tata kerja Lembaga Teknis Daerah Kota Gorontalo sehingga terbentuklah Badan Keuangan Kota Gorontalo. Terbentuknya Dinas Pendapatan, Pengelolaan Keuangan serta Aset Daerah yang dilatarbelakangi dengan perubahan pengelolaan keuangan daerah, dimana setiap Kepala Daerah wajib menyusun LPJ keuangan daerah baik dari laporan Realisasi APBD, Neraca daerah, Laporan arus kas serta Catatan atas laporan keuangan.

Dalam eksperimen, pada peneliti ini dilakukan beberapa tahap. Langkah pertama pada penelitian ini adalah tahap pengumpulan data. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data PAD (Pendapatan Asli Daerah) Badan keuangan Kota Gorontalo yang berlokasi di Jl. Nani Wartabone No.12 Kelurahan Ipilo Kecamatan Kota Timur. Data tersebut berupa data jumlah pendapatan asli daerah yaitu data dari tahun 2011-2013. Data tersebut berupa jumlah pendapatan asli daerah yang telah di rekap untuk perminggunya. Data berupa data univariat *times series* numerik yaitu data perminggu, sehingga diperoleh data sebanyak 192record.



Gambar 4. Data Pendapatan Asli Daerah

Hasil eksperimen pada penelitian ini digunakan dua (2) model pengujian, model *artificial neuron network* (ANN) dan model *particle swarm optimization*(PSO). Eksperimen pengujian dilakukan kepada lima (5) kelompok data berdasarkan pada perubahan *neuron* yaitu satu *hidden layer* dengan 1 *neuron*, 5 *neuron*, 10*neuron*, 15 *neuron* dan 20 *neuron*. Pada eksperimen penelitian yang menjadi penilaian adalah melihat akurasi paling baik berdasarkan pada nilai RMSE dan MAE yang dihasilkan pada data pengujian masing-masing testing. Hasil akurasi terbaik untuk masing-masing variasi dari jumlah *neuron* terhadap eksperimen pengujian pada model ANN pada Pendapatan Asli Daerah (PAD) dapat dilihat pada table berikut ini:

Tabel 1. Hasil RMSE *artificial neural network* (ANN)

Hasil Artificial Neural Network (ANN)	Total Neuron				
	1n	5n	10n	15n	20n
Learning Rate	0,10	0,3	0,5	0,4	0,3
Momentum	0,1	0,6	0,6	0,6	0,7
RMSE	0,142	0,097	0,089	0,087	0,126
MAE	0,133	0,088	0,099	0,072	0,095

Dari table 1, hasil pengujian RMSE model *artificial neural network* (ANN) menjelaskan bahwa pada 1 *neuron* hasil RMSE 0,142, pada 5 *neuron* hasil RMSE 0,097, pada 10 *neuron* hasil RMSE 0,089, pada 15 *neuron* hasil RMSE 0,087,

dan pada 20 *neuron* hasil RMSE 0,126. Jadi akurasi terbaik untuk pengujian model *artificial neural network* (ANN) dengan 1 *hidden layer* pada 15 *neuron*, *learning rate* 0,4 dan *momentum* 0,6.

Untuk eksperimen pengujian dengan model *artificial neural network* (ANN) dan *particle swarm optimization* (PSO) pada pendapatan asli daerah (PAD), hasil akurasi terbaik untuk masing-masing variasi dari jumlah *neuron* terhadap eksperimen pengujian dapat dilihat pada table berikut ini:

Tabel 2. Hasil RMSE *artificial neural network* (ANN) dan *particle swarm optimization* (PSO)

Hasil ANN - PSO	Total Neuron				
	1n	5n	10n	15n	20n
Learning Rate	0,1	0,3	0,4	0,4	0,3
Momentum	0,1	0,5	0,6	0,6	0,7
RMSE	0,14 1	0,08 3	0,09 9	0,08 5	0,12 1
MAE	0,13 1	0,06 9	0,09 9	0,08 1	0,09 1

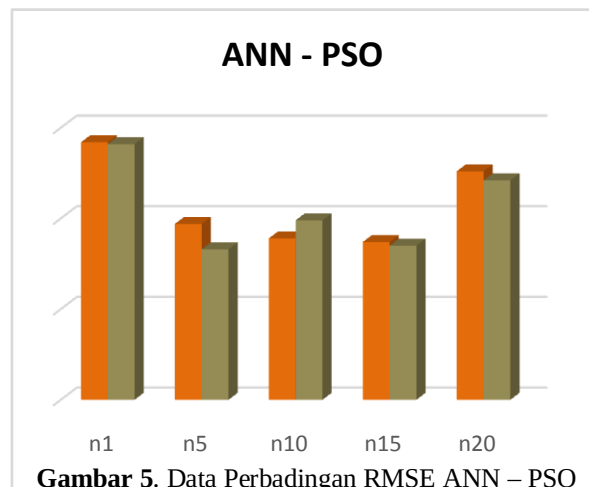
Dari table 2, hasil pengujian RMSE model *artificial neural network* (ANN) dan *particle swarm optimization* (PSO) menjelaskan bahwa pada 1 *neuron* hasil RMSE 0,141, pada 5 *neuron* hasil RMSE 0,083, pada 10 *neuron* hasil RMSE 0,099, pada 15 *neuron* hasil RMSE 0,085, dan pada 20 *neuron* hasil RMSE 0,121. Jadi akurasi terbaik untuk pengujian model *artificial neural network* (ANN) dan *particle swarm optimization* (PSO) dengan 1 *hidden layer* pada 5 *neuron*, *learning rate* 0,3 dan *momentum* 0,5.

Pada eksperimen penelitian ini bahwa hasil akurasi terbaik dari keseluruhan terjadi pada model RMSE model *artificial neural network* (ANN) dan

particle swarm optimization (PSO) dengan nilai RMSE 0,083 pada parameter 1 *hidden layer*, 5 *neuron*, *learning rate* 0,3 dan *momentum* 0,5. Kemudian data yang di hasilkan pada setiap eksperimen di lakukan perbandingan hasil nilai RMSE dapat dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Perbandingan RMSE

Size Neuron	RMSE Artificial Neural Network (ANN)	RMSE Particle Swarm Optimization (PSO)
1n	0,142	0,141
5n	0,097	0,083
10n	0,089	0,099
15n	0,087	0,085
20n	0,126	0,121



Dari Tabel dan gambar grafik di atas dapat kita simpulkan dari keseluruhan eksperimen penelitian ini menjelaskan bahwa penerapan model *artificial neuron network* (ANN) dan *particle swarm optimization* (PSO) memiliki hasil akurasi lebih baik dibandingkan model ANN.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan dalam pengujian penerapan model ANN – PSO dalam prediksi Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang dilakukan terdiri dari lima variasi total neuron pada 1 *hidden layer* yaitu 1 *neuron*, 5 *neuron*, 10 *neuron*, 15 *neuron*, 20 *neuron*. Bahwa penerapan *particle swarm optimization* (PSO) pada model *artificial neural network* (ANN) nilai RMSE lebih kecil dibandingkan dengan penerapan model ANN tanpa PSO dan berdasarkan pengaman perbandingan menunjukkan perbedaan yang begitu signifikan, sehingga dapat ditarik kesimpulan penerapan model *artificial neural network* (ANN – PSO) meningkatkan akurasi dalam memprediksi Pendapatan Asli Daerah (PAD) Gorontalo.

Disarankan bagi peneliti selanjutnya untuk dapat menggunakan model algoritma lainnya, untuk dapat membandingkan tingkat keakurasian hasil prediksi Pendapatan Asli Daerah (PAD).

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Peraturan Menteri dalam Negeri No. 21 tahun 2011 tentang perubahan kedua atas peraturan Menteri dalam Negeri nomor 13 Tahun 2006 tentang “pedoman pengelolaan keuangan daerah, keuangan daerah adalah semua hak dan kewajiban daerah dalam rangka penyelenggaraan pemerintahan daerah yang dapat dinilai dengan uang termasuk didalamnya segala bentuk kekayaan yang berhubungan dengan hak dan kewajiban”.
- [2]. UU No. 33 Tahun 2004. ”Pendapatan asli daerah yang sah, bertujuan untuk memberikan keleluasaan kepada daerah dalam menggali pendanaan dalam pelaksanaan otonomi daerah sebagai perwujudan asas desentralisasi”.
- [3]. Mauriza, 2014, ”Implementasi *Data mining* Untuk Memprediksi Kelulusan Mahasiswa Fakultas Komunikasi Dan Informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS) Menggunakan Metode *Naive Bayes*”, *Penelitian*, Fakultas Komunikasi dan Informatika Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- [4]. S.C Chu, Roddick J.F, dan Pan J.S., 2004, Ant Colony System With Communication Strategies, *Information Sciences*, Volume 167, pp 63-76.
- [5]. Turban et al, 2005. *Pengertian data mining* 375.
(<http://globallavebookx.blogspot.co.id/2015/04.pengertian-data-miningmenurut-ahli.html/>),
Diakses pada tanggal 21 November 2016 pada pukul 09.00 Wib.
- [6]. Santosa, B. 2007. *Data Mining: Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [7]. Raharjo J.S Dwi, 2013, Model Artificial Neural Network Berbasis Particle Swarm Optimization Untuk Prediksi Laju Inflasi, *Jurnal Sistem Komputer*, ISSN 2252-3456, Volume 3 Nomor 1.
- [8]. Rahmalia D, dan Herlambang T, 2017, Prediksi Cuaca Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization-Neural Network (PSO-NN), *Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya*, Universitas Airlangga Surabaya.
- [9]. J. Kennedy dan R. Eberhard, 2001, *Swarm Intelligence*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers, Inc, 2001.