

# PREDIKSI JUMLAH PRODUKSI AIR PDAM MENGGUNAKAN METODE ANN DENGAN OPTIMASI PSO

A.Akrom<sup>1</sup>, Erisa A.R.<sup>2</sup>, R.A.Pramunendar<sup>3</sup> dan D.P.Prabowo<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro Semarang

Jl. Imam Bonjol No 207 Semarang

E-mail : ahmad.akrom@dsn.dinus.ac.id<sup>1</sup>, erisa.adyati@dsn.dinus.ac.id<sup>2</sup>, ricardus.anggi@dsn.dinus.ac.id<sup>3</sup>, dwi.puji.prabowo@dsn.dinus.ac.id<sup>4</sup>

*Abstract*— Regional Water Company (PDAM) is a company belonging to the area that stirs in the field of providers, processing, and distribution of clean water. An accurate system for predicting the amount of water for the future production of the taps needed to determine the policy in the field of water production. The study produced a predictive model for volume production of water taps Semarang. The processed data is the total population, the number of subscribers by type of customer, the total volume of production, the contribution of the source area, volume of distribution, water sold, and water loss. Data obtained from the monthly report of the company over the last 6 years starting in 2008-2013. The approach used to predict the volume of water production is by using Artificial Neural Network with Particle Swarm Optimization optimization. Based on the research results, the results obtained predictions using neural network and particle swarm optimization is better when compared to using a neural network only. This is evidenced by the value of RMSE using neural network and particle swarm optimization of 3.797 while the value of RMSE with neural network alone amounted to 4.943.

*Keyword*: Artificial Neural Network, Backpropagation, PSO, Prediction of Water Production.

*Abstrak*— Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan perusahaan milik daerah yang bergerak di bidang penyedia, pengolahan, dan pendistribusian air bersih. Sebuah sistem yang akurat untuk prediksi jumlah produksi air untuk masa depan dibutuhkan oleh PDAM untuk menentukan kebijakan dalam bidang produksi air. Penelitian ini menghasilkan sebuah model prediksi untuk volume produksi air PDAM Kota Semarang. Data yang diolah adalah jumlah penduduk, jumlah pelanggan berdasarkan jenis pelanggan, total volume produksi, kontribusi daerah sumber, volume distribusi, air terjual, dan kehilangan air. Data diperoleh dari laporan bulanan perusahaan selama 6 tahun terakhir yaitu mulai tahun 2008-2013. Pendekatan yang digunakan untuk prediksi volume produksi air adalah dengan menggunakan metode Artificial Neural Network dengan optimasi Particle Swarm Optimization. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh hasil prediksi menggunakan neural network dan particle swarm optimization lebih bagus jika dibandingkan dengan menggunakan neural network saja. Hal ini dibuktikan dengan nilai RMSE menggunakan neural network dan particle swarm optimization sebesar 3,797 sedangkan nilai RMSE dengan neural network saja sebesar 4,943. Kata kunci : Artificial Neural Network, Backpropagation, PSO, Prediksi Produksi Air

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan air bagi manusia merupakan salah satu ebutuhan yang tidak tergantikan oleh senyawa kimia lainnya . tingkat pertumbuhan penduduk akan mempengaruhi atau berdampak pada ketersediaanya air dari segi kualitas, kuantitas maupun kontinuitas dari air bersih. Saat ini, air telah menjadi permasalahan di banyak negara mulai dari segi kebersihan, sanitasi, distribusi yang tidak tepat, dan kurangnya pasokan yang menyebabkan kekurangan air. Dapat dikatakan bahwa permasalahan air di seluruh dunia mencapai titik krisis, didukung oleh data pada tahun 1990, yang menyebutkan bahwa lebih dari satu miliar orang kekurangan air untuk konsumsi sehari-hari [1]

Kota semarang merupakan salah satu kota besar yang ada di Indonesia, ini berdampak juga pada besarnya air bersih yang harus disediakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. PDAM kota semrang merupakan perusahaan yang menyediakan dan memproduksi air bersih yang didistribusikan kepada masyarakat kota semarang. Dalam peningkatan dan memenuhi kebutuhan air bersih dikota semarang, PDAM kota semarang sudah melakukan berbagai macam cara untuk meningkatkan pelayanan air bersih. Pelayanan yang sudah dilakukan secara maksimal kepada pelanggan namun dalam perjalanan masih banyak keluhan yang dilontarkan oleh pelanggan ,terutama pada supply air bersih dirasa masih kurang . Pelanggan

menginginkan kuantitas, kualitas dan kontinuitas air yang baik

Beberapa faktor persoalan dalam menghadapi keluhan pelanggan akan kebutuhan air salah satunya adalah apabila jumlah air yang di produksi dan disalurkan lebih besar dari pada permintaan akan air, maka akan timbul persoalan pemborosan volume air pada perusahaan. Sedangkan apabila jumlah air yang diproduksi dan disalurkan lebih sedikit atau tidak memenuhi kebutuhan konsumen maka akan terjadi kekurangan volume air yang akan merugikan pihak konsumen. Oleh karena itu diperlukan penyesuaian antara persediaan volume produksi air dengan kebutuhan air pada konsumen [2].

Menurut Septiarini nindita dan Sya'baniah Nur dalam penelitiannya yang berjudul “Sistem Peramalan Jumlah Produksi Air PDAM Samarinda Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation “ Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah Koefisien korelasi sebesar 0,949 (mendekati 1) namun Penggunaan dataset dengan interval tahunan sehingga kurang komprehensif.

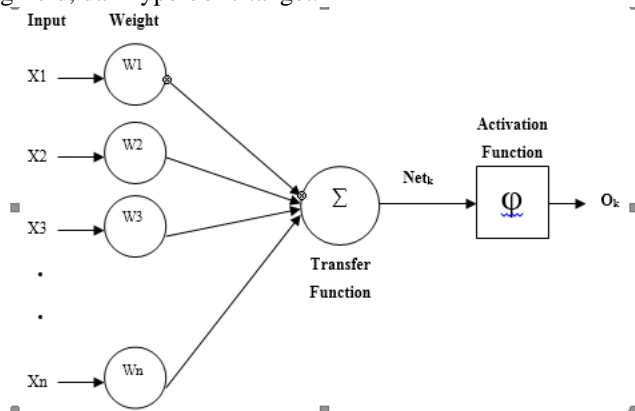
Metode prediksi lain yang dapat digunakan adalah ANN , ternyata ANN mampu memprediksi dengan baik masa study mahasiswa di universitas Muhamadiyah Gresik dengan menggunakan beberapa variable yang telah di tentukan [3]. ANN juga mampu memprediksi kecepatan angin dengan tingkat akurasi rata-rata mencapai 96 % [4]

Dari data diatas bawasanya jumlah produksi air bisa diprediksi untuk meningkatkan kualitas pelayanan kepada pelanggan. Salah satu metode lain yang bisa digunakan untuk prediksi adalah Metode *Artificial Neural Network* dipilih karena pada latihan yang berulang ulang metode ini menghasilkan kinerja yang baik sehingga didapatkan nilai akurasi yang tinggi dan nilai error yang kecil. Metode ini banyak diaplikasikan pada masalah yang berkaitan dengan identifikasi, prediksi, pengenalan pola, dan sebagainya. Selain itu dalam penelitian ini juga akan melakukan optimasi terhadap metode ANN dengan menambahkan metode PSO untuk memperoleh eror yang lebih kecil lagi.

II. STUDY PUSTAKA

**Artificial Neural Network**

*Artificial Neural Network* (ANN) merupakan salah satu bentuk penerapan *Artificial Intelligence* (AI) yang mengadopsi sistem syaraf biologis mahluk hidup [5]. Dalam ANN neuron merupakan bagian terkecil dari jaringan syaraf tiruan yang berfungsi sebagai elemen pemroses. Neuron juga disebut sebagai perceptron. Berdasarkan jenis neuron fungsi aktivasi dibedakan menjadi fungsi aktivasi linear, sigmoid, dan hyperbolic tangen.



Gambar 2.1 Model Sebuah Neuron

**Particle Swarm Optimization (PSO)**

Pada metode PSO, setiap satu solusi yang dimaksud disebut dengan istilah "burung" dalam pencarian ruang kita sebut dengan istilah "partikel" atau individu. Setiap partikel yang terbang mengikuti individu-individu yang optimum saat ini (*current optimum particles*). Partikel menyimpan jejak-jejak posisinya dalam *problem space*. Jejak-jejak posisi tersebut dikenal dengan *best solution*, atau *fitness* dalam GA yang telah diperolehnya sejauh ini. Nilainya, yaitu *fitness value*, yang disebut dengan *pbest* juga turut disimpan. Selain *pbest* milik individu yang bersangkutan, juga disimpan nilai terbaik milik individu di sekitarnya (*local best*), yang disebut *lbest*. Jika suatu individu memperhitungkan semua individu di dalam populasi dimana dia berada sebagai individu di sekitarnya, maka nilai terbaik yang dimaksud merupakan nilai terbaik secara keseluruhan

(*global best*) dan disebut *gbest*. Selanjutnya, terjadi akselerasi antara lokasi *pbest* dan lokasi *lbest* dari setiap individu. Akselerasi ini diberi bobot berupa bilangan acak.

**Root Mean Squared Error (RMSE)**

RMSE berfungsi untuk agregat besaran kesalahan dalam suatu prediksi berbagai kali menjadi ukuran utama prediksi. RMSE adalah ukuran akurasi yang baik, tapi hanya untuk membandingkan kesalahan peramalan model yang berbeda untuk variabel tertentu dan tidak antara variabel, karena skala-dependent.

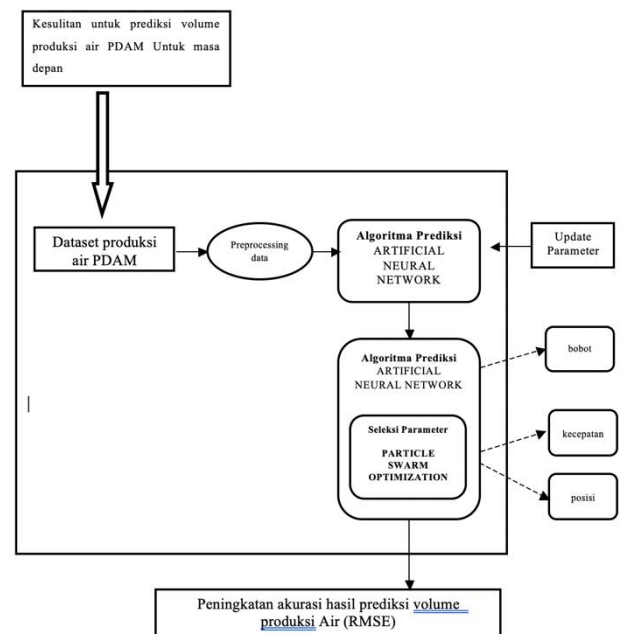
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{obs,i} - X_{model,i})^2}{n}}$$

$X_{obs}$  : observed values

$X_{model}$  : modelled values at time/place

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dirancang sesuai dengan tahapan perancangan dibawah ini



Gambar 3.1 Kerangka penelitian

**Pengumpulan data**

Dataset yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa dataset *multivariate time series* yang berasal dari laporan bulanan PDAM yang berformat excel, dengan jumlah record sebanyak 72.

Tabel 3.1 Dataset

	1	2	3	4	5	.....	72
<b>A</b>	<b>Data Masukan</b>						
X1	1.456.057	1.457.520	1.458.984	1.460.447	1.461.910	.....	1.585.419
X2	1.657	1.660	1.659	1.659	1.659	.....	1.620
X3	115.512	115.885	116.057	116.102	116.255	.....	130.652
X4	614	617	618	620	622	.....	681
X5	191	190	190	192	192	.....	217
X6	5.951	5.965	5.949	6.025	6.031	.....	8.240
X7	128	127	127	126	127	.....	138
X8	11	12	12	12	12	.....	15
X9	687.913	680.363	672.431	712.569	688.287	.....	402.694
X10	5.967.756	5.906.165	5.835.013	6.185.787	5.974.889	.....	6.940.089
X11	2.905.654	2.793.686	2.609.421	2.809.083	2.868.789	.....	3.412.801
X12	3.062.102	3.112.479	3.225.592	3.376.704	3.106.100	.....	3.527.288
<b>B</b>	<b>Data Target</b>						
Y	6.655.669	6.586.528	6.507.444	6.898.356	6.663.176	.....	7.342.783

Data diatas akan dijadikan sebagai dataset yang akan diolah pada penelitian yang dilakukan menggunakan metode ANN dengan optimasi menggunakan PSO.

**Pengolahan Data (Pre Processing Data)**

Langkah selanjutnya setelah pengumpulan data adalah pengolahan data yang sering disebut dengan normalisasi. Normalisasi mempunyai fungsi agar neural network bisa mengenali data yang akan menjadi masukan bobot-bobotnya. Dalam proses normalisasi dilakukan proses identifikasi outlier/noise dan data yang tidak lengkap (missing value). Selain itu dataset semua atribut dibagi dengan angka 1000.

**Pemodelan dengan ANN**

Dalam menentukan sebuah arsitektur Artificial Neural Network yang terbaik dan tepat, sehingga didapatkan root mean square error (RMSE) yang terkecil, dibutuhkan setting atau pengaturan parameter-parameter pada neural network.

**Pemodelan dengan PSO**

Langkah – langkah perancangan arsitektur ANN dengan optimasi PSO adalah sebagai berikut:  
 Langkah 1: Menentukan struktur ANN terbaik, yaitu dengan melakukan pengaturan pada jumlah training cycles, learning rate, momentum, size dan jumlah hidden layer.  
 Langkah 2: Menentukan particle swarms, population size, berat inersia, kecepatan dan sebagainya.  
 Langkah 3: Menghitung fitness, dengan cara menggunakan sampel training yang dihitung dengan propagasi.  
 Langkah 4: Memperbaharui optimasi global dan individu.  
 Langkah 5: Memperbaharui kecepatan dan posisi dari masing-masing partikel.  
 Langkah 6: Bila salah satu jaringan telah mencapai nilai error terkecil yang diinginkan atau jumlah iterasi maksimum, simpanlah bobotnya sehingga solusi optimal dapat diperoleh. Bila tidak, ulangi ke langkah 3.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dari hasil pengujian yang dilakukan maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Hasil dari ujicoba yang telah dilakukan pada eksperimen ini untuk menentukan size dalam hidden layer dengan jumlah hidden layer 1 dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perubahan Neuron Size dengan Satu Hidden Layer

Size	RMSE	Size	RMSE	Size	RMSE
1	25.177	11	6.721	21	5.913
2	12.936	12	5.470	22	5.408
3	10.363	13	6.034	23	5.980
4	9.999	14	5.608	24	7.150
5	6.301	15	6.627	25	7.265
6	7.300	16	8.333	26	8.003
7	4.943	17	6.320	27	8.630
8	5.234	18	5.987	28	8.595
9	6.302	19	5.641	29	5.932
10	5.834	20	6.256	30	7.897

**HASIL EKSPERIMEN DENGAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK - PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (NN-PSO)**

Dari hasil arsitektur terbaik yang didapatkan dalam eksperimen menggunakan metode Artificial Neural Network selanjutnya akan di optimasi dengan metode PSO. Adapun parameter yang akan diubah dalam optimasi menggunakan PSO yaitu nilai dari population dan max. of generation.

Pada eksperimen ini sebagai langkah awal yaitu mengubah nilai population dari 1 sampai 10, dengan hasil di tampilkan dalam tabel 4.2

Tabel 4.2 Perubahan populasi dari 1 sampai 10

Population	Max Of Generation	Inertia weight	Local best weight	Global best weight	RMSE	Execution Time
1	30	1,0	1,0	1,0	5.107	4:00
2	30	1,0	1,0	1,0	4.663	6:06
3	30	1,0	1,0	1,0	3.942	6:06
4	30	1,0	1,0	1,0	4.726	8:53
5	30	1,0	1,0	1,0	4.384	8:45
6	30	1,0	1,0	1,0	4.436	12:24
7	30	1,0	1,0	1,0	4.607	16:00
8	30	1,0	1,0	1,0	4.813	15:25
9	30	1,0	1,0	1,0	3.800	33:25
10	30	1,0	1,0	1,0	4.406	43:16

Dari hasil eksperimen perubahan nilai population didapatkan nilai RMSE terbaik sebesar 3.800 dengan nilai population 9. Langkah selanjutnya mengubah nilai max of Generation dari 10 ke 100.

Tabel 4.2 Perubahan max of Generation dari 10 ke 100

Population	Max.Of Generation	Inertia weight	Local best weight	Global best weight	RMSE	Execution Time
9	10	1,0	1,0	1,0	4.242	6:24
9	20	1,0	1,0	1,0	4.242	12:34
9	30	1,0	1,0	1,0	3.800	33:25
9	40	1,0	1,0	1,0	3.800	22:40
9	50	1,0	1,0	1,0	3.953	36:30
9	60	1,0	1,0	1,0	3.918	01:29:16
9	70	1,0	1,0	1,0	3.797	46:21
9	80	1,0	1,0	1,0	3.823	01:02:54
9	90	1,0	1,0	1,0	4.136	54:40
9	100	1,0	1,0	1,0	Proses Failed	02:00:00 >

Dari hasil eksperimen perubahan nilai *Max Of Generation* didapatkan nilai RMSE terbaik sebesar 3.797 dengan nilai *Max Of Generation* sebesar 70.

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan PSO mampu mengoptimalkan nilai RMSE dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network* yang semula sebesar 4,943 menjadi 3,797.

## V. KESIMPULAN

Metode *Artificial Neural Network* dengan optimasi *Particle Swarm Optimization* secara ilmiah dapat menurunkan nilai RMSE yang sebelumnya dari 4,943 menjadi 3,797.

*Particle Swarm Optimization* dapat digunakan untuk melatih bobot pada *Artificial Neural Network*, dengan performa yang cukup baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shah, A. "Water and Development". Global Issues, June 2010.
- [2] Septiarini Nindita dan Sya'baniah Nur, *Sistem Peramalan Jumlah Produksi Air PDAM Samarinda Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*, Program Studi Ilmu Komputer FMIPA, Universitas Mulawarman, *Jurnal EKSPONENSIAL Volume 3, Nomor 1, Mei 2012* ISSN 2085-7829.
- [3] H.Dwi Bhakti (2019) 'Aplikasi Artificial Neural Network (ANN) untuk Memprediksi Masa Studi Mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik'. *Jurnal Explora Informatika*. Vol 9 No 1 tahun 2019.
- [4] Syukri, Syamsudin (2019). "Pengujian Algoritma Artificial Neural Network (ANN) Untuk Prediksi Kecepatan Angin" *JURNAL NASIONAL KOMPUTASI DAN TEKNOLOGI INFORMASI (JNKTI)*, VOL 2 NO 1 (2019).
- [5] Yudha Tirta Pramonoaji; Stefanus Santosa; Ricardus Anggi Pramuendar, *Prediksi Produksi Air PDAM dengan Jaringan Syaraf Tiruan*, Semantik UDINUS 2013.