Penerapan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System Dalam Memprediksi Volume Pemakaian Air Bersih

Niska Ramadani

Dosen Universitas Dehasen Bengkulu
niskaramadani@gmail.com

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk harus disertai dengan ketersediaan air yang sehat dan bersih. Dalam kehidupan sehari-hari apabila air yang diproduksi dari suatu instalasi jauh lebih kecil dari pada jumlah distribusi air yang diberikan kepada pelanggan, maka akan berdampak pada distribusi air secara bergantian. Dari Permasalahan di atas, dibutuhkan sebuah metode untuk memprediksi jumlah pemakaian air, sehingga dapat menjadi pedoman untuk memproduksi jumlah air untuk hari berikutnya. Dalam penelitian ini, menjelaskan bagaimana menentukan prediksi jumlah pemakaian air bersih pada satu instalasi PDAM agar kebutuhan pelanggan dapat terpenuhi. Data yang digunakan sebagai *input* pada ANFIS adalah data pemakaian (distribusi) air yang kemudian dinormalisasi dan *clustering* untuk menjadi *input* pada proses ANFIS yang terdiri atas 5 lapisan dan diimplementasi dengan fungsi keanggotaan *Fuzzy* yang ada pada *Toolbox* Matlab sehingga didapatkan prediksi untuk setiap instalasi.

Kata Kunci: ANFIS, Prediksi pemakaian air bersih, Matlab

PENDAHULUAN

Sebagai pusat kehidupan penduduk, suatu perkotaan dengan berbagai sarana pelayanannya sangat memerlukan persediaan air bersih. Pertumbuhan penduduk harus disertai dengan ketersediaan air yang sehat dan bersih. Tetapi permasalahan pada distribusi air akan timbul apabila air yang diproduksi dari suatu instalasi jauh lebih kecil dari pada jumlah distribusi air yang diberikan kepada pelanggan, dan hal ini yang akan menyebabkan krisis air

bersih yang akan berdampak pada penyaluran air secara bergantian. Sementara itu, hampir diseluruh bidang kehidupan manusia pada saat ini memanfaatkan kemajuan teknologi. Salah satu kemajuan teknologi tersebut adalah jaringan syaraf tiruan. Untuk mengatasi masalah diatas, dalam memprediksi jumlah pemakaian air bisa diterapkan dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) dengan menggunakan sampel data jumlah distribusi air bersih. Alat

bantu yang digunakan untuk melakukan prediksi adalah *toolbox* logika *fuzzy* yang terdapat pada *software* Matlab.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis data-data yang telah diperoleh dari pihak PDAM Tirta Sakti Kota Sungai Penuh dan mengolahnnya dengan metode ANFIS
2. Membandingkan keakuratan hasil pengolahan data yang dikerjakan secara manual dan yang dikerjakan pada aplikasi pemrograman Matlab, dengan menggunakan data-data yang telah diperoleh dari PDAM Tirta Sakti Kota Sungai Penuh.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah-masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana bentuk model prediksi untuk menentukan kriteria volume pemakaian air bersih?
2. Bagaimana menerapkan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) pada prediksi pemakaian air bersih?
3. Bagaimana hasil prediksi pemakaian air bersih dengan metode ANFIS dapat digunakan sebagai acuan dalam memproduksi air bersih?

LANDASAN TEORI

Jaringan Syaraf Tiruan

Secara umum jaringan saraf terbentuk dari jutaan struktur dasar *neuron* yang menjadi dasar dalam pengoperasian jaringan syaraf tiruan (Siang, 2009). Jaringan saraf tiruan dianggap sebagai salah satu metode matematika dan komputasi modern yang digunakan untuk memecahkan masalah yang dinamis.(Reza Khaze et al. 2013).

Neuro-fuzzy adalah gabungan dari dua sistem yaitu sistem logika *fuzzy* dan jaringan syaraf tiruan. Sistem *neuro-fuzzy* berdasar pada sistem inferensi *fuzzy* yang dilatih menggunakan algoritma pembelajaran yang diturunkan dari sistem jaringan syaraf tiruan. (Boy Fechera 2012).

Dengan demikian, sistem *neuro-fuzzy* memiliki semua kelebihan yang dimiliki oleh sistem inferensi *fuzzy* dan sistem jaringan syaraf tiruan. Dari kemampuannya untuk belajar maka sistem *neuro-fuzzy* sering disebut sebagai ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference Systems*).(Arfiansyah Rahman 2012)

ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*)

ANFIS merupakan suatu teknik optimasi yang menggabungkan *Neural Network* dan *Fuzzy Logic*. *Neural*

Network mengenal pola dan menyesuaikan dengan perubahan pola. (Jangid 2011)

Sedangkan *Fuzzy Logic* menggabungkan pengetahuan manusia dan menarik kesimpulan untuk membuat suatu keputusan. (Septiadi 2008).

Gambar 1 : Struktur Jaringan ANFIS

Pada gambar struktur ANFIS, struktur tersebut terdiri dari 5 lapisan, 2 masukan (X_1 dan X_2) dan 1 keluaran (Y). Penjelasan pada masing-masing lapisan struktur ANFIS dapat dijabarkan sebagai berikut:

a) Lapisan 1

Setiap simpul i pada lapisan ini adalah simpul adaptif dengan fungsi simpul: $O_{1,i} = \mu_{A_i}(x)$ untuk $i = 1, 2$ atau $O_{1,i} = \mu_{B_{i-2}}(y)$ untuk $i = 3, 4$. Di mana: Dengan X dan Y adalah input pada simpul ke i , dan A_i adalah label linguistik seperti baik, buruk, dsb. Dengan kata lain $O_{1,i}$ adalah fungsi keanggotaan dari A_i dan menspesifikasikan derajat keanggotaan X dan Y terhadap A_i . Fungsi keanggotaan $\mu_{A_i}(x)$ didasarkan pada persamaan

bell dengan nilai maksimum 1 dan nilai minimum 0. Fungsi keanggotaan parameter dari A dapat didekati dengan fungsi bell:

$$\mu_{A_i}(x) = \frac{1}{1 + \frac{(x - c_i)^2}{a_i^2}} \quad (1)$$

Di mana:

$\{a_i, b_i, c_i\}$: Himpunan parameter.

$\mu(x)$: Derajat Keanggotaan

b. Lapisan 2

Setiap simpul pada lapisan ini adalah simpul nonadaptif. Outputnya merupakan perkalian dari semua input yang masuk pada lapisan ini $O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x) \cdot \mu_{B_{i-2}}(y)$, $i = 1, 2, \dots, n$. Tiap keluaran simpul menyatakan derajat pengaktifan (*firing strength*) tiap aturan fuzzy. Banyaknya simpul pada lapisan ini menunjukkan banyaknya aturan yang dibentuk.

c. Lapisan 3

Untuk node yang terdapat pada layer ke-3, dan memiliki label N . Label N mengidentifikasi dilakukannya normalisasi terhadap output dari layer ke-2. output dari layer ini adalah :

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, i = 1, 2 \quad (2)$$

Apabila dibentuk lebih dari 2 aturan, fungsi dapat diperluas dengan membagi

$\bar{w}_i$ dengan jumlah total W untuk semua aturan.

d. Lapisan 4

Setiap simpul pada lapisan ini adalah

simpul adaptif dengan fungsi simpul :

$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i(p_i x + q_i y + r_i)$ dengan W_i adalah bobot yang dinormalkan dari lapisan 3 dan $\{p_i, q_i, r_i\}$ menyatakan parameter konsekuensi yang adaptif.

e. Lapisan 5

Fungsi lapisan ini adalah untuk menjumlahkan semua masukan. Fungsi simpul :

$$O_{5,i} = \sum \bar{w}_i f_i = \frac{\sum w_i f_i}{\sum w_i} \quad (3)$$

Jaringan adaptif dengan lima lapisan diatas ekuivalen dengan sistem *inferensi fuzzy* Takagi-Sugeno-Kang (TSK) atau yang lebih dikenal dengan sugeno. (Syahputra 2012)

Metodologi Penelitian

Pada tahap metodologi penelitian akan diuraikan tentang metode yang dipakai dalam penelitian yang tercakup dalam kerangka kerja penelitian mulai dari mengidentifikasi masalah, menganalisa masalah, menentukan tujuan, mempelajari literatur dan tutorial, teknik pengumpulan data, menganalisa data, teknik pengujian sistem sampai pada menarik kesimpulan.

ANALISA DAN PERANCANGAN

Pada tahap analisa data juga akan dijelaskan analisa penyelesaian permasalahan, dengan melakukan normalisasi dan *clustering* data

pemakaian air bersih untuk di analisis ke model prediksi volume pemakaian air bersih dengan menggunakan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS).

Analisis Perkiraan Pemakaian Air Bersih.

Dengan memprediksi volume pemakaian air bersih dengan menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS) ini, analisis data didasarkan pada data yang didapatkan dari PDAM Tirta Sakti, yaitu memprediksi jumlah distribusi air bersih dalam waktu satu hari berdasarkan instalasi. Prediksi pemakaian dilakukan dengan mengumpulkan data-data distribusi air bersih pada PDAM pada hari minggu selama 7 minggu mulai dari tanggal 22 Juni – 24 Agustus 2014 yang digunakan sebagai sampel data pada penelitian ini. Data tersebut dinormalisasikan, dan di bagi menjadi 2 input 1 output.

Analisis Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS)

Setelah membagi data menjadi 2 *input* dan 1 *output* berdasarkan hasil data setelah normalisasi, kemudian kita memasukkan nilai pemakaian air bersih berdasarkan data awal sebelum dinormalisasi sesuai dengan tabel pembagian data.

Tabel 1 : Data Air Dengan 2 Input dan Satu Output

Data Ke – i	Input		Output Y(t)
	X ₁	X ₂	
1	60,53	62,98	64,00
2	62,98	64,00	64,70
3	64,00	64,70	65,00
4	64,70	65,00	65,09
5	65,00	65,09	66,82
6	65,09	66,82	67,20
7	66,82	67,20	67,35
8	67,20	67,35	73,32

3. Proses Pengolahan Anfis

Lapisan 1

Dengan menghitung nilai untuk setiap *neuron* pada lapisan pertama, yaitu nilai derajat keanggotaan A_1 , A_2 , B_1 , dan B_2 , dengan menggunakan persamaan *bell*.

$$\begin{aligned}\mu_{A_1} &= \frac{1}{1 + \frac{x_1 - c_{11}}{a_{11}}} = \frac{1}{1 + \frac{60,53 - 65,11}{1,3754}} \\ &= \frac{1}{1 + \frac{-4,5829}{1,3754}} = \frac{1}{124,2682} \\ &= 0,00805\end{aligned}$$

$$\mu_{B_1} = \frac{1}{1 + \frac{x_2 - c_{12}}{a_{12}}} = \frac{1}{1 + \frac{62,98 - 60,53}{0}} =$$

1Lapisan Ke dua

Untuk menghitung *output* lapisan kedua yang disimbolkan dengan karakter ϕ (). Dengan keluaran pada lapisan ke-2 adalah hasil kali derajat keanggotaan dari lapisan pertama, maka diperoleh perhitungan untuk lapisan ke-2 pada data ke-1

$$w_1 = \mu_{A_1} * \mu_{B_1} = 0,0080 * 1 =$$

$$0,0080$$

$$w_2 = \mu_{A_2} * \mu_{B_2} = 0,0055 * 1 = 0,0055$$

Untuk menghitung nilai lapisan ketiga yaitu menentukan nilai parameter yang disimbolkan dengan huruf N yang berarti normalisasi, *output* lapisan ketiga ini dikenal dengan istilah *normalised firing strength* maka keluaran dari lapisan ke-3 () adalah hasil bagi antara nilai w lapisan ke-2 dengan penjumlahan w_1 dan w_2 . Maka didapatkan hasil untuk perhitungan lapisan ke tiga pada data ke – 1 adalah sebagai berikut :

$$\hat{w}_1 = \frac{w_1}{w_1 + w_2} = \frac{0,0080}{0,0080 + 0,0055} = 0,5924$$

$$\hat{w}_2 = \frac{w_2}{w_1 + w_2} = \frac{0,0055}{0,0080 + 0,0055} = 0,4184$$

Menentukan koefisien parameter pada lapisan ke tiga, merupakan normalisasi *output* lapisan ke dua. Maka didapatkan hasil perhitungan untuk data ke-1

$$p_1 = \hat{w}_1 * x_1 = 0,5924 * 60,53 = 35,86$$

$$q_1 = \hat{w}_1 * x_2 = 0,5924 * 62,98 = 37,31$$

$$r_1 = \hat{w}_1 = 0,5924$$

$$p_2 = \hat{w}_2 * x_1 = 0,4076 * 60,53 = 24,67$$

$$q_2 = \hat{w}_2 * x_2 = 0,4076 * 62,98 = 25,67$$

$$r_2 = \hat{w}_2 = 0,4067$$

Selanjutnya adalah untuk perhitungan *output* lapisan ke empat yang merupakan *consequent parameter*. Nilai X_1 dan X_2 digunakan dalam perhitungan karena lapisan keempat bersifat

adaptif. Maka diperoleh perhitungan untuk data ke -1 Lapisan 4 :

$$\begin{aligned}
 {}_1y_1 &= ({}_1x_1)p_1 + ({}_1x_2)q_1 + r_1 \\
 {}_1y_1 &= ((0,5924 * 60,53) * 35,86) + \\
 &((0,5924 * 62,98) \\
 &* 37,31) + 0,5924 \\
 {}_1y_1 &= 2.678,6269 \\
 {}_2y_2 &= ({}_2x_1)p_2 + ({}_2x_2)q_2 + r_2 \\
 {}_2y_2 &= ((0,4076 * 60,53) * 24,67) + \\
 &((0,4076 * 62,98) * 25,67) + 0,4076 \\
 {}_2y_2 &= 1.267,9249
 \end{aligned}$$

Lapisan Ke lima

Pada Lapisan Kelima merupakan hasil penjumlahan dari *output* dari lapisan keempat sehingga simbol yang digunakan adalah sigma (Σ). Dengan fungsi sebagai berikut : $O_{5,i} = \frac{\sum \bar{w}_i f_i}{\sum w_i}$

Maka diperoleh Perhitungan untuk data ke-1 lapisan ke lima adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 y' &= {}_iy_i = {}_1y_1 + {}_2y_2 \\
 y' &= {}_iy_i = 2.678,6269 + 1.267,9249 = \\
 &3.946,5518
 \end{aligned}$$

Setelah proses perhitungan ANFIS selesai dicari sampai pada nilai *output* dari lapisan ke-4 dan ke-5, selanjutnya adalah melakukan proses prediksi pemakaian air. Berikut ini adalah proses perhitungan untuk prediksi pemakaian. Data prediksi Pemakaian data ke-i = ${}_iy_i / x_2$

Hasil Prediksi

Dari hasil *output* tersebut langkah selanjutnya adalah mengurutkan nilai dari ke enam hasil prediksi mulai dari nilai terkecil sampai pada nilai terbesar. Sehingga nilai yang menjadi data prediksi pemakaian air bersih untuk hari berikutnya adalah dengan nilai terkecil yaitu 62,6636 L/D. Dengan nilai prediksi untuk pemakaian air bersih pada hari berikutnya adalah Maksimal Pemakaian adalah 68,9638 L/D dan minimal pemakaiannya adalah 61,186068 L/D untuk instalasi Sungai Pendung 3.

Implementasi

Dalam pembuatan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)* pada Matlab. Data yang dijadikan *training* adalah gabungan antara *input* dan *output* yang dibuat dalam bentuk matrik dengan jumlah 3 kolom (2 *input* dan 1 *output*). Setelah menginputkan data, langkah selanjutnya membuat *Fuzzy Inference System (FIS)* pada tab *Generate Fis* kita pilih Tipe *Grid Partition*, kemudian Klik *Generate Fis*, untuk membuat fungsi keanggotaan pada ANFIS.

**Gambar 2 :Tampilan Untuk
Mengenerate FIS**

**Gambar 3 : Tampilan Hasil Training
Output**

Jika diperhatikan pada gambar 5.12 dari hasil *training* data mencapai titik *error* tetap pada angka 0,001138 pada saat *epoch* mencapai 40. Dengan nilai *error* yang kecil maka struktur ANFIS untuk memprediksi pemakaian air bersih dengan 1 *output linier* dapat digunakan sebagai arsitektur untuk melakukan proses prediksi pemakaian air. Pada tahap ini dimaksudkan untuk mendapatkan hasil dari nilai *fuzzy*, setelah diadakannya proses *Training*.

Gambar 4: Tampilan Rule Setelah

Training

Kemudian kita inputkan data pemakaian air pada kolom *input*, kemudian tekan *enter*, maka hasil prediksi berupa *output* pemakaian air bersih akan kita peroleh

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengolahan data, serta hasil yang didapatkan. Maka penulisan tesis dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Dalam memprediksi jumlah pemakaian air bersih pada PDAM Tirta Sakti Sungai penuh, data dianalisis dengan memodelkan prediksi dari data distribusi air pada setiap instalasi sebagai nilai input yang kemudian dinormalisasikan sebagai nilai *input* dan *output*, untuk perhitungan ANFIS.
2. Dengan metode ANFIS untuk memprediksi volume pemakaian air bersih dilakukan dengan proses perhitungan ANFIS, dengan mengcluster kan data terlebih dahulu, kemudian mencari nilai rata-rata, standar deviasi, Fungsi Keanggotaan, nilai paramater, sampai menghasilkan jumlah output yang dijadikan sebagai data untuk nilai prediksi pemakaian air hari berikutnya.
3. Dari hasil perhitungan output dengan metode ANFIS, dapat dijadikan pedoman untuk menentukan jumlah

produksi air untuk hari berikutnya, dengan mengambil nilai terkecil untuk memprediksi jumlah pemakaian terkecil dan maksimal pemakaian dari nilai terbesar pada total *output* dari lapisan ke 5 pada struktur ANFIS.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfiansyah Rahman, A. G. A., Dadang Lukman Hakim. 2012. Prakiraan Beban Puncak Jangka Panjang Pada Sistem Kelistrikan Indonesia Menggunakan Algoritma *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*. *ELECTRANS* VOL.11, NO.2.
- Boy Fechera, J. K., Siscka Elvyanti 2012. Optimasi Penggunaan Membership Function Logika Fuzzy Pada Kasus Identifikasi Kualitas Minyak Transformator. *ELECTRANS* Vol.11, No.2.
- Jangid, D. C. S. B. a. A. 2011. Discharge Modelling using Adaptive Neuro - Fuzzy Inference System.
- Reza Khaze, S., M. Masdari, and S. Hojjatkhah. 2013. Application of Artificial Neural Networks in Estimating Participation in Elections. *International Journal of Information Technology, Modeling and Computing* 1 (3):23-31.
- Septiadi, D. 2008. Aplikasi Soft Computing Pada Prediksi Curah Hujan Di Kalimantan. *Meteorologi Dan Geofisika* Vol.9 No. 1.
- Syahputra, S. d. R. 2012. Prakiraan Beban Listrik Jangka Pendek Kota Banda Aceh Berbasis Logika Fuzzy. *Rekayasa Elektrika* Vol. 10 No.1.