

PREDIKSI KUALITAS AIR BAKU DENGAN PENDEKATAN *ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM*.

Yusraini Muharni, Kulsum, Anggia Denisa

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jend. Sudirman Km. 3 Cilegon

Email: yusraini@untirta.ac.id

Abstrak

Abstrak – Air baku diperlukan sebagai sumber air olahan baik untuk keperluan rumah tangga maupun industry. Untuk itu, air yang akan digunakan harus memiliki kualitas yang baik. Keekeruhan adalah salah satu indikator mutu air, semakin tinggi tingkat kekeruhannya maka semakin rendah indeks kualitas air. Dalam makalah ini, metode *adaptive neuro fuzzy inference system* (ANFIS) digunakan untuk memprediksi tingkat kekeruhan air sebagai satu indikator kualitas air baku. Kadar pH, spektrum warna dan daya hantar listrik digunakan sebagai variabel masukan. Sebanyak 587 data dikumpulkan selama bulan Januari-Juni digunakan sebagai data pelatihan dan 144 data dari pengamatan di Bulan Juli digunakan untuk memvalidasi model. Proses validasi menunjukkan bahwa selama proses pelatihan tidak terjadi *overfitting*.

Penerapan model ANFIS memberikan 27 rules yang menunjukkan hubungan prediksi kekeruhan air untuk tingkatan pH air, spektrum warna dan daya hantar listrik yang berbeda.

Kata Kunci: Air baku, ANFIS, *Backpropagation*, Fuzzy logic, kekeruhan

1. PENDAHULUAN

Kualitas air adalah mutu atau kondisi air yang diperlukan untuk kebutuhan tertentu. Kualitas air yang diperlukan untuk industri akan berbeda dengan kebutuhan air minum dan rumah tangga. Standar mutu air minum atau air untuk kebutuhan rumah tangga ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 01 / birhukmas / I / 1975 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum. Standarisasi kualitas air tersebut bertujuan untuk memelihara, melindungi, dan meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, terutama dalam pengolahan air.

Salah satu indikator kualitas air adalah kekeruhan (*Turbidity*). Air dikatakan keruh apabila terdapat partikel-partikel terlarut yang menyebabkan berubahnya warna air. Partikel terlarut dapat berupa kotoran, erosi tanah, pembuangan limbah, limpasan perkotaan, pengumpan bawah seperti ikan mas yang membangkitkan sedimen, dan pertumbuhan alga. Tingginya nilai kekeruhan juga dapat mempersulit usaha penyaringan dan mengurangi efektivitas desinfeksi pada proses penjernihan air (Effendi, 2003). Hal yang perlu diingat adalah bahwa kekeruhan adalah ukuran kejernihan air dan bukan warna. Keekeruhan yang tinggi menunjukkan rendahnya indeks kualitas air.

Studi mengenai prediksi kualitas air dengan metode ANFIS telah dilakukan sebelumnya di China (Yan et al, 2010). Dalam penelitian tersebut indikator yang digunakan adalah kualitas air secara fisik dan kimiawi. Fokus penelitian ini adalah memprediksi kualitas air baku dengan menggunakan kekeruhan sebagai indikatornya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data

Data mengenai kualitas air baku dikumpulkan dari waduk Cidanau, Cilegon. Waduk ini mempunyai luas 22.620 hektare dan merupakan daerah aliran sungai (DAS) yang perannya sangat penting dalam mencukupi kebutuhan air bersih di daerah Cilegon (Gambar 1), dengan potensi debit rata-rata 2.000 liter per detik. Dalam penelitian ini, variabel-variabel yang menjadi fokus kajian adalah indikator yang menjadi acuan kualitas air, yaitu pH, spektrum warna, daya hantar listrik serta kekeruhan (*turbidity*). Indikator tersebut akan dikelompokkan sebagai variabel bebas dan variabel terikat. Tiga indikator yaitu pH, spektrum warna, daya hantar listrik merupakan variabel

bebas sedangkan turbidity (kekeruhan air) adalah variabel terikat. Periode pengumpulan data adalah selama bulan Januari-Juli 2017.



Gambar 1. Posisi Waduk Cidanau (sumber: maps. Google.com)

2.2 Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

Jang (1993) mengembangkan *ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System*. Dengan memanfaatkan prosedur pembelajaran hibrida, ANFIS memetakan proses input-output berdasarkan pengetahuan manusia dalam bentuk aturan *fuzzy if-then* dan pasangan data input-output tertentu (Muharni, 2017). ANFIS terdiri dari lima blok fungsional seperti aturan dasar yang berisi sejumlah aturan *if*. Lapisan pertama, terdapat simpul-simpul untuk variabel masukan. Pada tahapan ini tidak diperlukan perhitungan apapun. Lapisan kedua disebut *term*. Tiap simpul pada lapisan ini mewakili sebuah variabel linguistik dari setiap variabel masukan. Simpul-simpul pada lapisan kedua merupakan simpul keanggotaan fuzzy. Dalam penelitian ini menggunakan fungsi keanggotaan, yang diperkenalkan oleh Ishibuchi (1995 & 1996). Simpul-simpul keanggotaan fuzzy mempunyai fungsi menghubungkan sebuah variabel linguistik dengan distribusi kemungkinan untuk variabel-variabel tersebut. Luaran dari simpul *term* ke j^{th} yang diasosiasikan dengan x_i adalah:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & X \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)} & a \leq x \leq b \\ \frac{(b-x)}{(c-b)} & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (1)$$

Tahapan ketiga adalah lapisan aturan. Disini simpul anteceden dihubungkan dengan simpul konsekuennya. Luaran dari simpul aturan berdasarkan persamaan (2).

$$O_r^3 = \prod_{i=1}^n \mu_{A_{ik}}(x_i) \quad (2)$$

Dimana k ditentukan oleh kriteria koneksi. Lapisan keempat merupakan lapisan akhir atau luaran. Disinilah konsekuen dihubungkan dengan luaran. Luaran numerik diperoleh berdasarkan persamaan (3).

$$y = \sum_{r=1}^m \beta^r \prod_{i=1}^n \mu_{A_i^r}(x_i)$$

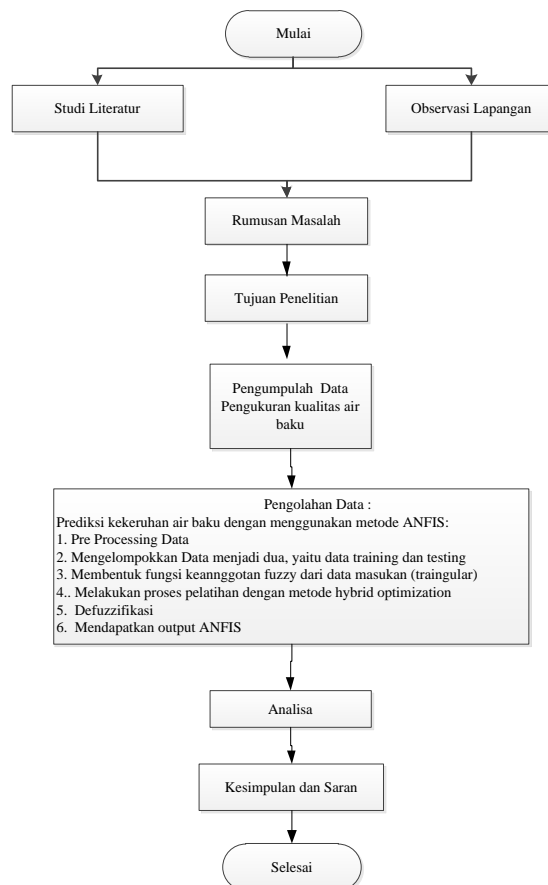
(3)

Performansi model prediksi ditunjukkan dengan seberapa baik nilai *Mean Square Error (MSE)* yang dihasilkan (Persamaan 4).

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (Y_i - D_i)^2 \quad (4)$$

Hybrid optimization dipilih sebagai metode pelatihan. Kelebihan dari metode ini adalah merupakan kombinasi dari metode kuadrat terkecil dan *backpropagation gradient descent method*.

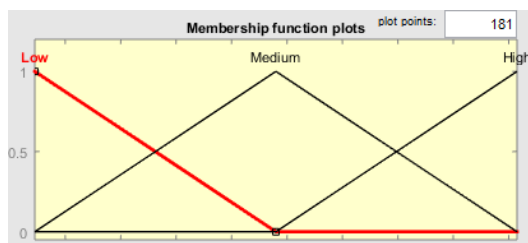
Diagram alir metodologi penelitian disajikan pada Gambar 2. Perumusan masalah dilakukan setelah observasi lapangan dan studi literatur terhadap persoalan sejenis. Data dikumpulkan dari hasil pengukuran selama periode Januari hingga Juli Tahun 2017. Setelah dilakukan pembersihan data dan normalisasi, data dibagi kedalam dua bagian, sebanyak 587 data selama bulan Januari-Juni digunakan sebagai data pelatihan dan 144 data dari pengamatan di Bulan Juli digunakan untuk memvalidasi model. Kadar pH, spektro warna dan daya hantar listrik digunakan sebagai variabel masukan. Proses validasi menunjukkan bahwa selama proses pelatihan tidak terjadi *overfitting* (data hanya menunjukkan hasil yang bagus saat proses pelatihan).



Gambar 2. Diagram alir metodologi penelitian

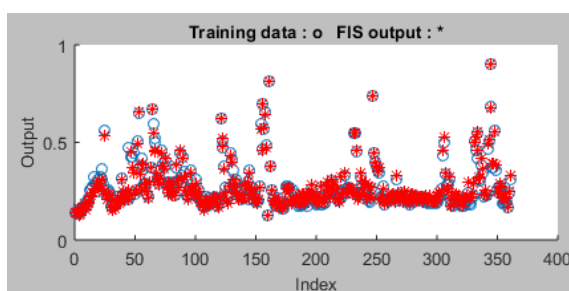
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk dapat memproses variabel-variabel masukan yaitu pH, spektro warna dan daya hantar listrik ke dalam model ANFIS, perlu dilakukan penghitungan fungsi keanggotaan fuzzy dari setiap variabel tersebut. Dalam penelitian ini fungsi keanggotaan yang digunakan adalah Triangular. Contoh penghitungan fungsi keanggotaan untuk input 1 menggunakan persamaan (1), dan ditunjukkan pada Gambar 3.



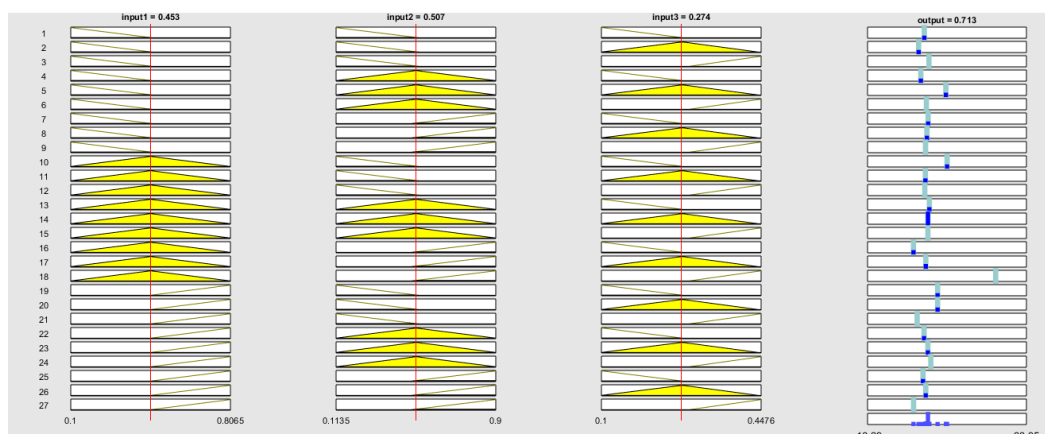
Gambar 3. Fungsi keanggotaan untuk pH air

Untuk dapat melakukan analisa pada hasil yang diperoleh, perlu dipastikan bahwa tidak terjadi *overfitting* pada proses pelatihan data masukan. Salah satu cara mengevaluasi *overfitting* adalah dengan melakukan validasi antara training dan testing. Gambar 4. Menunjukkan bahwa proses testing tidak jauh berbeda dengan proses training, dengan demikian dapat dipastikan bahwa *overfitting* tidak terjadi.



Gambar 4. Validasi model

Hasil prediksi kualitas air baku dengan menggunakan model Sugeno fuzzy inference system ditunjukkan pada Gambar 5. Prediksi kekeruhan air baku menunjukkan penerapan logika fuzzy berdasarkan data pH air (input1), Spektro warna (input 2) dan, daya hantar listrik (input 3). Hasil prediksi dengan model ANFIS memberikan 27 rules yang menunjukkan hubungan input dan output.



Gambar 5. Hasil prediksi dengan model ANFIS memberikan 27 rules kekeruhan air

4. KESIMPULAN

Penerapan Model ANFIS pada prediksi kualitas air baku telah memberikan pengetahuan yang baru mengenai hubungan antara tingkatan PH, Spektrum warna dan daya hantar listrik, terhadap kekeruhan air. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh pihak yang berkepentingan dalam mengelola air baku di waduk cidanau, Cilegon.

DAFTAR PUSTAKA

- Dutta, P., dan Kumar, A., "Fuzzy Model for Turbidity Measurement", *International Journal of Advanced Computer Technology*, Volume 4, Number 4, act.org/volume4issue4/IJ0440008.pdf, diakses tgl. 27 Desember 2017.
- Ishibuchi H., Morioka K., dan Turksen, I. B. 1995. "Learning by fuzzified neural networks," *Internat. J. Approx. Reasoning*, 13: 327-358.
- Ishibuchi, H. & Nii, M. 1996. "Generating fuzzy if-then rules from trained neural networks: Linguistic analysis of neural networks", *IEEE International Conference on Neural Networks*, 1-4, 1133-1138.
- Jang, J.-S. R., 1993. "ANFIS: Adaptive-Neuro-based Fuzzy Inference Systems", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 23, No. 3. pp. 665-685.
- Muharni, Y. 2017. "Aplikasi Fuzzy Neural Network dan PSO pada Rancangan Jaringan Rantai Pasok", *Journal Industrial Services*, Vol. 3. No. 1
- Yan, H., Zou, Z., Wang, H. 2010. "Adaptive neuro fuzzy inference system for classification water quality status", *Journal of Environmental Sciences*. 22(12) 1891-1896.
- Zadeh, L.A., 1965. "Fuzzy Sets". *Inf. Control* 8. pp. 338-353.