

PREDIKSI INDEKS KUALITAS AIR SUNGAI PEMALI COMAL DENGAN MENGGUNAKAN ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (ANFIS)

Ida Afriliana¹

Email: idaafriliana@yahoo.co.id

¹D3 Teknik Komputer Politeknik Harapan Bersama

Jln. Mataram No.09 Tegal

Telp/Fax (0283)352000

Abstrak

Menurut data Lingkungan Hidup Indonesia tahun 2010, sebagian besar wilayah di belahan bumi ini terdiri atas air, data menyatakan 70% bagian dari bumi ini adalah air, dengan 97% bagian air tersebut adalah air asin dan 3% sisanya adalah air tawar. Air yang kita konsumsi berasal dari dua sumber yakni air permukaan dan air tanah. Penelitian terhadap kualitas air sudah sering dilakukan untuk aliran sungai tetapi masih sedikit yang memprediksi indeks kualitas air. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui prediksi indeks kualitas air dengan menggunakan ANFIS atau *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*, sampel datanya adalah beberapa 17 titik di sepanjang sungai Pemali Comal. Dilakukan 5 skenario eksperimen dengan menggunakan Tools Matlab 2010b dengan menggunakan 12 variabel yakni Suhu/temperatur, pH, *Dissolved Oxygen (DO)*, Turbiditas, *Biological Oxygen Demand (BOD)*, Cund/DHL, Nitrate, Nitrite, Phospat, Iron, Sulfat dan Amoniak. Metode prediksi ANFIS untuk indeks kualitas air dengan metode optimasi hybrid menghasilkan nilai training dan prediksi yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan metode optimasi backpropagation. Hal ini dapat dilihat dari hasil *average error* yang diperoleh dari hasil *training*, *checking* dan *testing* yakni 0,00211 dengan arsitektur arsitektur ANFIS didapat adalah; layer 1 sejumlah 32, layer 2 sejumlah 4, layer 3 sejumlah 4 dan layer 4 sejumlah 1.

Kata Kunci : *Prediksi, Indeks kualitas air, ANFIS*

1. Pendahuluan

Menurut Status Lingkungan Hidup Indonesia tahun 2010, sebagian besar wilayah di belahan bumi ini terdiri atas air, data menyatakan 70% bagian dari bumi ini adalah air, dengan 97% bagian air tersebut adalah air asin dan 3% sisanya adalah air tawar. Peranan air dalam kehidupan kita sangatlah penting, baik bagi makhluk hidup maupun bagi ekosistem. Manusia memerlukan air tidak hanya sebagai zat makanan untuk mendukung metabolisme tubuh, melainkan juga untuk kepentingan lainnya. Penyediaan air di bumi diatur atau mengikuti siklus hidrologi yaitu siklus yang menggambarkan sirkulasi air secara terus menerus melalui proses alami ^[1]. Air yang dikonsumsi berasal dari dua sumber yakni air permukaan dan air tanah.

Peringatan Hari Air Dunia (HAD) yang jatuh pada tanggal 22 Maret dengan tema *Global Clean Water Quality Challenges and Opportunity* mengajak kita semua untuk peduli terhadap penanganan pelestarian sumber daya air dan tentu saja penanganan

terhadap masalah pencemaran air. Hal ini dimuat dalam salah satu berita dalam mitra insani yang berkompeten kepada *Conservation with considering people need*.

Seperti kita lihat pasokan air bersih makin hari makin menyusut persentasenya sementara hanya sebagian kecil saja yang menyadari betapa pentingnya menjaga kualitas air di bumi ini^[2]. WHO mencatat sebanyak 1.500 km kubik air limbah diproduksi dunia, dan 80% persen diantaranya tidak didaur ulang. Mitra insani juga menyatakan bahwa diperkirakan 884 juta orang di seluruh dunia tidak memiliki akses terhadap air bersih, dan sebagian mereka hidup di Afrika. Hampir 1,5 juta anak meninggal setiap tahun akibat air yang tercemar. Sungguh keadaan yang cukup memprihatinkan. Dilansir dari situs www.grinningplanet.com bahwa sungai-sungai di Asia merupakan sungai yang paling tercemar di dunia. Hal ini dikarenakan karena banyaknya negara berkembang di wilayah Asia. Indonesia

merupakan negara dengan sumber daya air yang cukup besar, yakni menduduki urutan ke-5 setelah Brazil, Amerika, dan Canada. Sementara itu dalam HAD Indonesia menekankan pada Pentingnya Kualitas Air Untuk Indonesia Sehat^[2].

Kualitas air sungai di sepanjang Sungai Pemali Comal merupakan salah satu sumber daya air yang dikelola oleh PSDA wilayah Kota Tegal, dan setiap bulannya selalu diadakan pengecekan rutin di beberapa titik sepanjang Sungai Pemali Comal. Hasil pengukuran tersebut akan diolah untuk mengklasifikasi apakah sungai tersebut layak dikonsumsi dan layak sebagai tempat hidup biota didalamnya dengan melakukan tes uji laboratorium dengan standar kualitas air WQI (*Water Indeks Quality*) . Dari data tersebut kita memprediksi apakah kualitas air sungai sepanjang Sungai Pemali Comal termasuk yang baik sekali, baik, rata-rata atau buruk dengan parameter 12 variabel. Variabel-variabel tersebut adalah Suhu/temperatur, pH, *Dissolved Oxygen (DO)*, Turbiditas, *Biological Oxygen Demand (BOD)*, Cund/DHL, Nitrate, Nitrite, Phospat, Iron, Sulfat dan Amoniak. Dataset ini termasuk dalam tipe data time series univariat. Maka prediksi yang digunakan juga untuk metode ANFIS bagi data time series univariat.

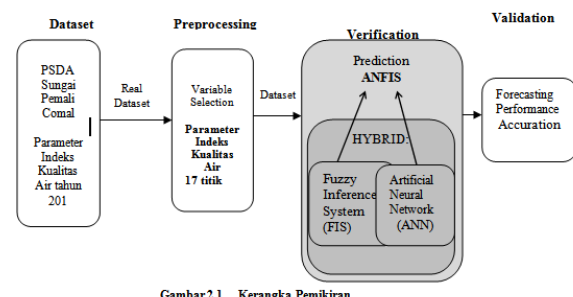
Penelitian ini bermaksud mencari tingkat akurasi dari prediksi indeks kualitas air dengan menggunakan 12 variabel . Metode yang digunakan adalah *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)* dengan obyek penelitian adalah Sungai Pemali Comal, Jawa Tengah, Indonesia. Data diambil dari Pengelolaan Sumber Daya Air Kota Tegal, meliputi data dari 12 variabel tahun 2013 untuk 17 titik sepanjang Sungai Pemali Comal (Jawa Tengah –Indonesia), yakni: Jembatan Kali Cisanggarung, Jembatan Kali Tanjung Kulon, Jembatan Kali Babakan, Jembatan Kali Kluwut, Bendung Notog, Jembatan Kali Pemali, Jembatan Kali Gangsa, Bendung Sidapurna, Jembatan Terminal Bis, Bendung Pesayangan, Jembatan Kali Gereja Texin, Jembatan Kali Ktiwon, Jembatan Kali Pah, Jembatan Kali Cacaban, Jembatan Kali Rambut, Jembatan Kali Plawangan, Jembatan Kali Waluh.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk memprediksi indeks kualitas air untuk daerah Sungai Pemali Comal dengan metode ANFIS. Metode ANFIS yang digunakan dalam prediksi indeks kualitas air, dengan pemilihan variabel menggunakan 12 variabel yang selalu diambil sampel tiap 30 titik yang berpengaruh pada indeks kualitas air. Masing-masing titik mempengaruhi hasil pengukuran. Oleh karena itu perlu FIS untuk dapat dapat menentukan aturan dalam menentukan indeks kualitas air, yang akan dibuat pembobotan masing-masing variabel. ANFIS merupakan algoritma belajar hibrida dalam kerjanya. Algoritma hibrida ini berarti menggabungkan 2 algoritma pembelajaran dalam jaringan. ANFIS menggabungkan metode *Least Square Error Estimator (LSE)* dan *Error Backpropagation (EBP)* . Metode EBP diterapkan pada Lapisan ke-1 dan metode LSE diterapkan pada lapisan ke-4.

Dalam ANFIS akan didapat *Error Tolerance* tiap kali melakukan training dengan melakukan perubahan epoch dan metode perbaikannya. Akan didapatkan *Error tolerance* terbaik, dan hasil ini yang akan dicobakan untuk memprediksi untuk tahun berikutnya.

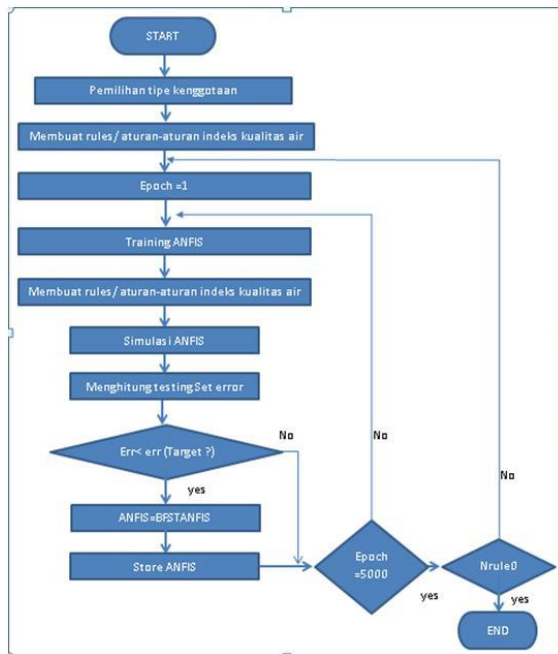
Kerangka pemikiran terlihat pada gambar 1.



Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran

Gambar 1. alur training ANFIS

Sedangkan alur tahapan Training data dengan ANFIS terlihat pada gambar 2 berikut :



Gambar 2. Alur training ANFIS

Pengumpulan dan Pengolahan Data Awal

Data yang digunakan adalah data dari PSDA Kota Tegal di 17 titik sepanjang sungai Pemali Comal selama tahun 2013. Dari pengolahan data awal, dilakukan *preprocessing* data sehingga diperoleh data *training* sebanyak 204 dan data *testing* sebanyak 85 data. Variabel yang digunakan adalah 12 variabel indeks kualitas air. Variabel tersebut ada pada tabel 1.

Tabel 1. Variabel indeks kualitas air

Nama Variabel	Himpunan Fuzzy
Suhu	Rendah Normal Tinggi 20-27 °Celsius 27-31 °Celsius 31-60 °Celsius
pH	Asam Normal Basa <7 7-9 >9
Turbiditas	Cerah Masih batas ambang Tidak cerah/keruh <570 Ntu 570-930 Ntu >930 Nubera
DO	Rendah Standar Tinggi 2-4 3-6 6-8
Cund/Dhl	Rendah Standar Tinggi <300 300-500 >500
BOD	Rendah Standar Tinggi 2-4 3-6 6-8
Phospat	Rendah Tinggi <0.1 >0.1
Nitrat & Nitrit	Tercemar ringan Tercemar sedang Tercemar berat <0.003 0.003-0.014 >0.014
Sulfat	Rendah Tinggi <=0.1 >0.1
Amoniak	Rendah Tinggi <=0.1 >0.1
Iron	Rendah Tinggi <=0.1 >0.1

Variabel pada tabel 1 akan dibuat dengan *Fuzzy Inference System* dengan Fuzzy Sugeno. Kemudian penelitian dilanjutkan dengan eksperimen menggunakan komputasi prediksi indeks kualitas air dengan proses perhitungan terhadap model yang diusulkan

yakni model *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*(ANFIS) yang merupakan hibryd antara FIS dan ANN.

Eksperimen dilakukan dengan beberapa skenario, yakni 5 skenario pengujian. Penggunaan komputer dengan spesifikasi komputer seperti tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2. tabel spesifikasi komputer

Processor	Intel Core i3-2350M
Memori	2 GB DDR3
Hardisk	500 GB HDD
Sistem Operasi	Windows 7
Aplikasi	Matlab 2010b

3. Hasil dan Pembahasan

Memasuki tahap training ada 204 data parameter kualitas air yang akan dilakukan training pada *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*(ANFIS) . Training dilakukan dengan melakukan 5 skenario, yakni dilakukan dengan cara memberikan perlakuan yang berbeda pada *trial and error* untuk epoch dan metode yang digunakan yakni sebagai berikut :

Type	Sugeno
Agregasi method	Maximum
Defuzzification method	Weighted average
Input membership function type	Zigmoid, sigmoid dan pmf
Output membering function type	Constant

Pengujian dilakukan dengan 5 skenario, dengan mengubah epoch dan metode yang digunakan. Eksperimen 1 dan 2, gagal mendapatkan epoch tidak berhasil didapatkan karena struktur FIS yang tidak sesuai dengan data. Eksperimen ke 3,4 dan 5 berhasil. Adapun input dan outputnya tersaji dalam tabel 3 berikut:

Tabel 3. Variabel input dan output

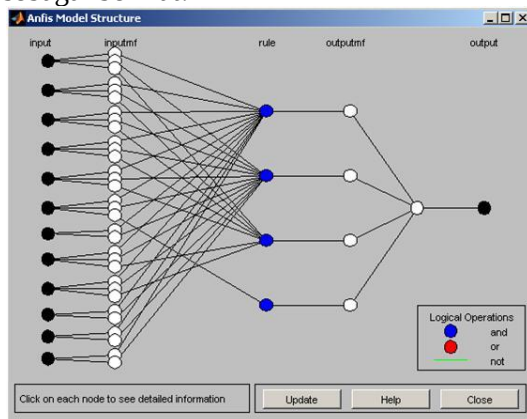
Fungsi	Nama Variabel	Semesta Pembicaraan	Satuan	Keterangan
Input	Suhu	[20-60]	°Celsius	Suhu perairan
	pH	[0-14]		Tingkat keasaman perairan
	Turbiditas	[570-930]	Ntu	Tingkat kecerahan perairan
	DO	[2-9]	Mg/L	Oksigen yang terkandung dalam perairan
	Cund/Dhl	[0-600]	Mhos/Cm	
	BOD	[2-8]	Mg/L	Kandungan BOD dalam perairan
	Phospat	[0-0,4]	Mg/L	Kandungan phospat dalam perairan
	Nitrat	[0,003-0,14]	Mg/L	Kandungan nitrat dalam perairan
	Nitrit	[0,003-0,14]	Mg/L	Kandungan nitrit dalam perairan
	Sulfat	[0-0,4]	Mg/L	Kandungan sulfat dalam perairan
	Amoniak	[0-0,4]	Mg/L	Kandungan amoniak dalam perairan
	Iron	[0-0,4]	Mg/L	Kandungan iron dalam perairan
Output	Indeks kualitas air			Indeks kualitas suatu perairan dengan pembagian kelas I,II,III dan IV

Dengan memperhatikan tabel 3 maka akan didapatkan hasil prediksi indeks kualitas air suatu perairan menjadi 4 kelas, yakni:

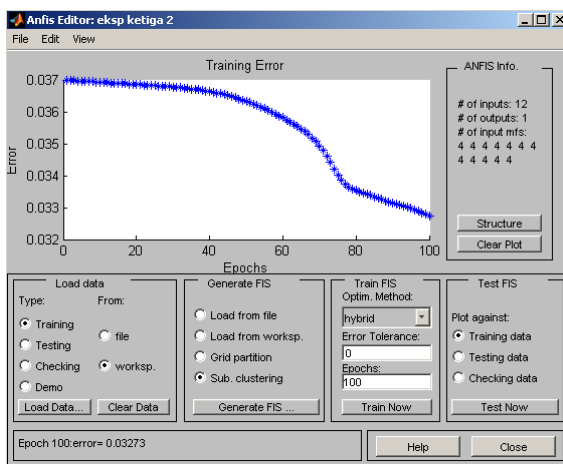
Standar Baku Kelas I
Standar Baku Kelas II
Standar Baku Kelas III
Standar Baku Kelas IV

Setelah 5 skenario itu dilakukan didapat toleransi *error* yang terbaik, kemudian pengujian dengan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*(ANFIS) dilakukan untuk prediksi indeks kualitas air selama 1 tahun ke depan.

Struktur ANFIS yang didapatkan adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Hasil struktur ANFIS terbaik



Gambar 4. Hasil Error Toleransi eksperimen 5

Dengan arsitektur arsitektur *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*(ANFIS) didapat adalah; layer 1 sejumlah 32, layer 2 sejumlah 4, layer 3 sejumlah 4 dan layer 4 sejumlah 1 yakni pada E-21 perubahan nilai error tolerance menjadi 0,05 mengakibatkan nilai average error menurun menjadi

0,00121 dimana nilai ini merupakan nilai average error terendah dari semua eksperimen.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian dan eksperimen yang dilakukan pada prediksi indeks kualitas air menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*(ANFIS) didapat beberapa kesimpulan antara lain :

- 1) Model dinamika temporal hidrometeorologi dapat diidentifikasi secara akurat oleh *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*(ANFIS) . Metode prediksi *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*(ANFIS) untuk indeks kualitas air dengan metode optimasi hybrid menghasilkan nilai *training* dan prediksi yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan metode optimasi backpropagation. Hal ini dapat dilihat dari hasil *average error* yang diperoleh dari hasil *training*, *checking* dan *testing* yakni 0,00211.

Dengan arsitektur arsitektur *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*(ANFIS) didapat adalah; layer 1 sejumlah 32, layer 2 sejumlah 4, layer 3 sejumlah 4 dan layer 4 sejumlah 1 yakni pada E-21 perubahan nilai error tolerance menjadi 0,05 mengakibatkan nilai average error menurun menjadi 0,00121 dimana nilai ini merupakan nilai average error terendah dari semua eksperimen.

- 2) Model temporal hasil identifikasi *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*(ANFIS) layak dipergunakan untuk memprediksi indeks kualitas air, karena hasil prediksi dapat memberikan nilai *average error* dan nilai korelasi yang mendekati 1, Oleh karena itu hasil penelitian dapat menjadi pertimbangan dalam sistem indeks kualitas air, khususnya untuk di beberapa titik sepanjang sungai Pemali-Comal

5. Daftar Pustaka

- [1]. Status Lingkungan Hidup Indonesia (SLHI) 2010.
- [2]. Mitra Insani, Convention with considering people needs, 2010.
- [3]. Ali Najh Ahmed, Ahmed el-shafie, Othman a. Karim,

- amr.el.shafie,"An Augmented Wavelet De-noising Technique with Neuro fuzzy Inference System for Water Quality Prediction",*International Journal of Innovative Computing , Information and Control*,(2012),volume 8,7055-7082.
- [4]. Safavi.HR,"Prediction of River Water Quality by Adaptive Neuro Fuzzy Inference System",*Journal of Environmental Studies* volume 53(2010),1-10.
- [5]. Mrutyunjaya Sahu,S.S.Mahapatra, H.B.Sahu,R.K.Patel,"Prediction of Water Quality Index Using Neuro Fuzzy Inference System",*Water Quality ,Exposure and Helth*,volume 3(2011)175-191.
- [6]. S.S.Mahapatra, Santosh Kumar Nanda,B.K.Panigrahy,"A Cascade Fuzzy Inference System for Indian River Water Quality Prediction",*Advances in Engineering Software* 42 (2011),787-796.
- [7]. Wen Cheng Liu, Wei -Bo-Chen,"Prediction of Water Temperatur in Subtropical, Subalpine Lake Using an Artiificial Neural Network and Three Dimensional Circulation Models",*Computer and Geoscience*(2012).
- [8]. T.Sutojo,S.Si.,M.Kom, Edy Mulyanto,S.Si.,M.Kom, Dr.Vincent Suhartono, "Kecerdasan Buatan",Penerbit ANDI,2011.
- [9]. Zadeh.L.A.1972,A Fuzzy set Theoretic Interpretation of Linguistik Hedges , *Journal of Cybernetics*,2,4-42.