

## **PENGENALAN SUHU DAN INTENSITAS AIR MINERAL DENGAN JARINGAN SARAF TIRUAN**

A. Rahmadi

*Jurusan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta*

### **INTISARI**

Telah dilakukan penelitian berupa pengenalan kualitas fisika air mineral dengan menggunakan jaringan saraf tiruan. Kualitas fisika air yang dikenalkan adalah intensitas cahaya dan deviasi temperatur air terhadap lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah membangun sistem pengukur intensitas cahaya dan deviasi temperatur air terkomputerisasi yang diolah dengan algoritma jaringan saraf tiruan.

Sensor suhu yang digunakan LM335 dengan kepekaan  $10 \text{ mV}^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan detektor cahaya yang digunakan adalah LDR. Keluaran LM335 dan LDR dikuatkan oleh serangkaian OpAmp dengan masukan membalik. Komunikasi antarmuka dipilih ADC Card 12-bit produksi Decision Computer Int'l. Co. Pin 5 digunakan untuk komunikasi LM335, pin 6 digunakan untuk komunikasi LDR. Hasil bacaan suhu dan cahaya yang telah dikalibrasi ditampilkan ke dalam PC. Perangkat lunak ditulis dengan bahasa Delphi dan penajaman analisis data digunakan algoritma jaringan saraf tiruan. Arsitektur jaringan saraf tiruan yang digunakan mengikuti aturan n-2m-2n-m. Metode pembelajaran yang dipakai perambatan balik (Back Propagation).

Penelitian ini memberikan hasil yang cukup baik. Regresi linier terhadap data kalibrasi suhu menghasilkan persamaan digital  $= 0.0094 \times \text{suhu} + 2,7328$ . Statistik regresinya,  $R^2 = 0,9815$ . Sedangkan hasil kalibrasi cahaya memberikan persamaan digital  $= 0.0109 \times \text{cahaya} + 1.015$ . Statistik regresinya,  $R^2 = 0.9684$ . Secara umum, hasil pengujian jaringan saraf tiruan menyatakan bahwa target keluaran dapat tercapai dengan baik.

*Kata-kata kunci* : kualitas fisika air, suhu, cahaya, jaringan syaraf tiruan

## **RECOGNIZATION OF THE TEMPERATUR AND INTENSITY OF MINERAL WATER USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK**

### **ABSTRACT**

Experiment have been conducted to recognize physics quality of water base on artificial neural network. Quality of water physics recognized is light intensity and temperature deviation. Target of research is build a measure system of light intensity and temperature deviation computerized which processed neural network algorithm.

Temperature sensor used is LM335 with sensitivity  $10 \text{ mV}^{\circ}\text{C}$ . While light detector used is LDR. Output of LM335 and LDR strengthened by OpAmp with return input. Interface communications selected by ADC Card 12-bit production of Decision Computer Int'l. Co. Pin 5 used for the communications of LM335, pin 6 used for the

communications of LDR. Result of temperature reading and light which have been calibrated to be presented into PC. Software written in Delphi and data analysis used by artificial neural network algorithm. Artificial neural network architecture which used follow order of n-2m-2n-m. Study method used by Back Propagation.

This Research give result of good enough. Linear regression to calibrate temperature data yield digital equation =  $0,0094 \times \text{temperature} + 2,7328$ . Its statistic,  $R^2 = 0.9815$ . While calibrate result of light give digital equation =  $0.0109 \times \text{light} + 1.015$ . Its statistic,  $R^2 = 0,9684$ . Result of artificial neural network give output goals better.

*Keywords:* quality of water physics, temperature, light, artificial neural network

## I. PENDAHULUAN

Air yang berkualitas adalah air yang memenuhi empat parameter kualitas yaitu fisika, kimia organik dan anorganik, mikrobiologi dan radioaktifitas (Anonim, 2002). Parameter fisika terdiri dari deviasi temperatur air terhadap keadaan lingkungan, intensitas cahaya, daya hantar listrik, residu terlarut dan warna dalam nilai dan satuan yang telah ditetapkan. Parameter kimia organik terdiri atas berbagai unsur seperti lemak, minyak, dan MBAS. Sedangkan parameter kimia anorganik terdiri atas seperangkat unsur kimia pada kadar tertentu seperti pH, BOD, COD, DO, N, Fe dan lain sebagainya. Parameter mikrobiologi dalam ukuran tertentu untuk unsur Fecal Coliform dan Total Coliform. Parameter radiokatifitas terdiri dari Gross A dan Gross B dalam nilai dan satuan yang telah ditetapkan.

Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan sebuah algoritma yang mampu menganalogikan sebuah permasalahan dengan cara berpikir ala manusia (Anonim, 1999). Algoritma ini mampu menyelesaikan sebuah masalah dengan terlebih dahulu dibelajarkan. Semakin banyak materi dan model pembelajaran, maka algoritma ini dikatakan semakin cerdas. Algoritma ini tidak berdiri sendiri, namun memerlukan perangkat pendukung seperti data pembelajaran. Data pembelajaran merupakan materi pembelajaran algoritma sebagaimana manusia belajar dari sebuah buku. Sedangkan model pembelajaran terkait dengan arsitektur jaringan. Algoritma ini bisa ditulis dalam bahasa pemrograman seperti Delphi, Matlab, C dan lain sebagainya.

Parameter yang dideteksi dalam penelitian dibatasi pada parameter fisika untuk deviasi temperatur dan intensitas cahaya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat yang digunakan untuk mendeteksi dua parameter tersebut terkomputerisasi. Untuk mendeteksi deviasi temperatur air dengan suhu lingkungan digunakan sensor suhu LM335. Sedangkan untuk mendeteksi intensitas cahaya digunakan detektor cahaya LDR. Sebagai pengendali suhu, digunakan heater. Sumber cahaya yang digunakan adalah sumber cahaya monokromatik. Komunikasi dengan PC menggunakan ADC Card Decision Computer Int'l Co. Perangkat lunak ditulis dengan menggunakan bahasa Delphi yang didukung dengan algoritma JST. Hasil deteksi sensor LM335 dan detektor LDR dijadikan materi pembelajaran bagi JST untuk pengolahan data lebih lanjut.

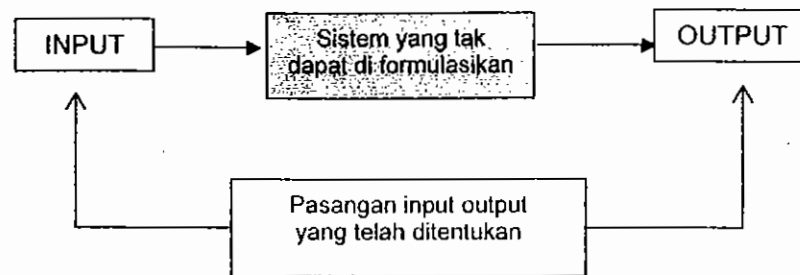
## **II. TEORI JARINGAN SARAF TIRUAN**

Jaringan Saraf Tiruan (JST) merupakan penemuan manusia dalam membangun mesin cerdas dengan mengadopsi dan melakukan pendekatan dengan cara kerja seperti saraf manusia (Anonim, 1999). Dalam JST ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah

1. ada input
2. ada target untuk input tertentu (sudah diketahui)
3. ada sistem jaringan saraf tiruan sebagai black box. (arsitektur JST)

JST ini pada dasarnya adalah suatu pendekatan suatu sistem di mana sistem tersebut tidak bisa diformulasikan, sehingga JST di sini mempunyai fungsi belajar untuk melakukan pendekatan. Gambar 1 menggambarkan dasar pemikiran kapan JST diperlukan.

Arsitektur JST akan sangat mempengaruhi performansi proses pembelajaran dan hasil pembelajaran. Istilah pembelajaran dalam sistem JST sebenarnya adalah algoritma yang bertugas mengatur pembobotan  $W$  sedemikian rupa sehingga target output dapat dicapai dengan input yang diinginkan.

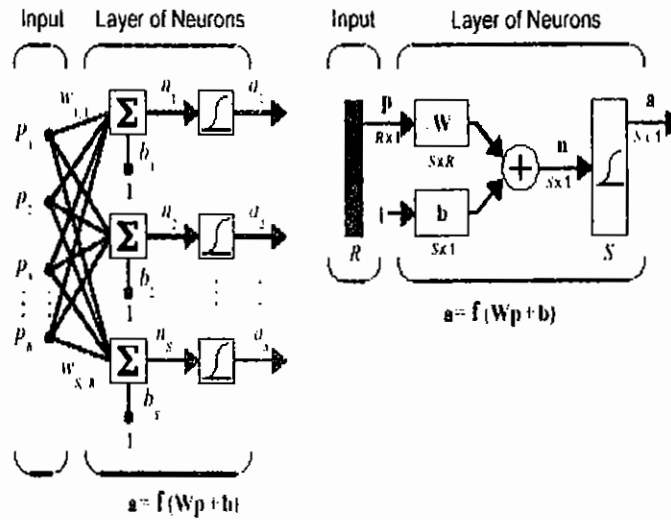


Gambar 1. Diagram pemikiran dasar sistem JST

*Backpropagation* (perambatan balik) adalah salah satu metode pembelajaran yang dapat diterapkan dalam JST. *Backpropagation* merupakan metode pembelajaran yang sangat populer di dalam JST. Arsitektur jaringannya tidak memiliki koneksi umpan balik tetapi error dipropagasikan selama training. Pada pembelajaran ini digunakan Error dengan menghitung *Least Mean* (Rao, 1993).

Banyak aplikasi dapat diformulasikan menggunakan jaringan *backpropagation* dan metodologinya telah menjadi model untuk hampir semua jaringan multilayer. Error di dalam output menentukan pengukuran error output hidden layer yang digunakan sebagai dasar dari pengaturan *weight connection* (bobot koneksi) antara input dan hidden. Pengejasan dari dua set bobot dari dua pasang layer dan perhitungan kembali output adalah sebuah proses perulangan sampai mencapai batas error yang diinginkan. Parameter kecepatan belajar menskala adjustmen dari bobot.

Arsitektur dari yang paling umum digunakan oleh algoritma *backpropagation* adalah Jaringan *Feedforward Multilayer*, seperti ditunjukkan oleh Gambar 2.

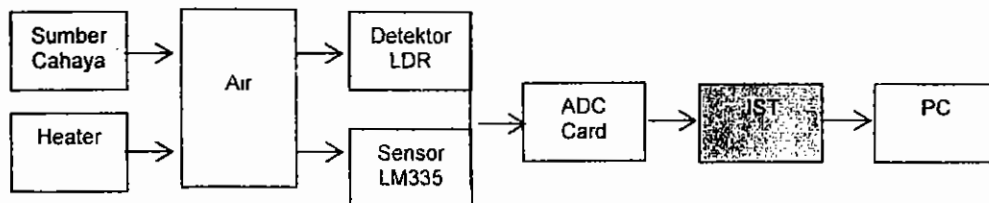


Gambar 2. Arsitektur *Backpropagation*

### III. METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan terdiri dari sumber cahaya monokromatik, heater, detektor cahaya LDR, sensor suhu LM335, ADC Card dan PC. Susunan peralatan penelitian ditampilkan oleh Gambar 3.

Sumber cahaya yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah lampu halogen yang dapat menghasilkan cahaya warna putih dengan intensitas yang cukup tinggi dan cahaya yang keluar darinya merupakan sinar-sinar sejajar. Halogen yang digunakan buatan dari VYBA BRAND. Sedangkan heater yang dipergunakan merupakan heater elektrik yang biasa dipakai dalam rumah tangga.



Gambar 3. Diagram blok susunan peralatan.

Air yang dideteksi merupakan air biasa dengan tingkatan suhu diatur dengan heater, sedangkan tingkatan intensitas dikendalikan dengan transparansi warna biru. Tujuan pengaturan adalah mendapatkan variasi data yang akan dibelajarkan dalam jaringan syaraf tiruan. Sampel diletakkan didalam gelas bening dan detektor diletakkan di belakang gelas untuk mengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan. Transparansi warna biru dengan ketebalan tertentu diletakkan diantara sumber cahaya dan gelas.

Detektor yang digunakan dalam penelitian ini adalah LDR (Cadmium Sulphide Photoconductive Cell VAC 54) yang memiliki karakteristik, nilai hambatannya turun ketika intensitas cahaya yang mengenainya bertambah. Sensor LM335 yang digunakan memiliki range arus antara 400 uA sampai 5 mA, range bacaan suhu antara  $-40^{\circ}\text{C}$  sampai  $100^{\circ}\text{C}$  dan impedansi dinamik 1 ohm. Sensor LM335 merupakan sensor dioda. Dioda dapat digunakan menjadi sensor suhu karena perubahan suhu menyebabkan terjadinya perubahan lengkung ciri dioda. Jika suhu dinaikan, tegangan potong berkurang, tetapi arus penjumlahan bertambah, dan kemiringan lengkung ciri tegangan mundur pun berubah.

Penguat yang digunakan adalah Op-Amp dari IC 741CN. Penguat ini diperlukan karena tegangan keluaran yang terukur dari LM335 dan LDR terlalu kecil. Rangkaian penguat dengan masukan membalik digunakan agar tegangan keluaran yang dihasilkan dari kedua sensor dapat terbaca oleh ADC (Faulkenberry dan Luces, 1982).

Sistem komunikasi antarmuka yang digunakan pada rangkaian ini adalah komunikasi paralel untuk ADC. Data hasil pembacaan LM335 dan LDR dikirim ke ADC melalui port (AD0-AD7). Pengambilan data dilakukan secara bergantian dengan selang waktu yang relatif singkat. Kapasitas ADC yang digunakan 12 bit dengan waktu konversi 60 mikrodetik. *ADC card* dipasang pada slot ISA di komputer. Slot ISA adalah slot pada komputer dengan kemampuan komunikasi 8 bit. ADC yang digunakan adalah ADC 12 bit,

sehingga untuk mendapatkan 12 bit diperlukan 2 kali pengambilan data (Kaviani, 2003). Untuk pengambilan data pertama adalah 8 bit bawah. Perlu diingat yang berisi data hanya 4 bit dari 8 bit atas, sehingga 4 bit lainnya harus dibuang. Setelah 2 kali pengambilan data, data tersebut harus digabungkan sehingga menjadi 12 bit data.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalibrasi dalam penelitian ini dilakukan pada dua alat yaitu kalibrasi LM335 dengan kalibrator berupa termometer skala celcius dan kalibrasi LDR dengan kalibrator berupa Lux Meter. Hasil kalibrasi merupakan persamaan digital sebagai berikut :

- Persamaan kalibrasi sensor LM335:  $y = 0.0094 x + 2.7328$ ,  $R^2 = 0.9815$ , dengan  $y$  = tegangan (volt) dan  $x$  = suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- Persamaan kalibrasi detektor LDR :  $y = 0.0109 x + 1.015$ ,  $R^2 = 0.9684$ , dengan  $y$  = tegangan (volt) dan  $x$  = intensitas (lux).

Tabel 1 menampilkan hasil pengolahan data menggunakan JST. Dari Tabel 1 tersebut dapat dianalisis bahwa pada arsitektur 2-4-4-2 memberikan hasil paling optimal, meskipun untuk target intensitas 11 menghasilkan keluaran 10 dengan rentan error sebesar 0,0010. Error ini masih lebih kecil dibanding error yang dicapai pada arsitektur 2-4-6-2 yakni 0,09099, arsitektur 2-4-6-2 yakni

Tabel 1. Hasil pengolahan data menggunakan JST

No	Arsitektur	Target Suhu	Keluaran	Target Intensitas	Keluaran	Error
1	2 4 4 2	01	01	01	01	0,00099
2	2 4 4 2	11	11	11	10	0,0010
3	2 4 4 2	10	10	10	10	0,00099
4	2 4 6 2	01	11	01	01	0,09099
5	2 4 6 2	11	10	11	11	0,0018
6	2 4 6 2	10	10	10	10	0,00009
7	2 6 4 2	01	11	01	11	0,00099
8	2 6 4 2	11	11	11	10	0,07109
9	2 6 4 2	10	11	10	11	0,00099

0,0018 dan arsitektur 2-6-4-2 yakni 0,7109. Dengan demikian meskipun target intensitas keluarannya keliru, namun errornya bisa dikatakan paling kecil. Arsitektur 2-4-4-2 yang merupakan representasi dari formula  $n-2m-2n-m$  merupakan arsitektur yang paling banyak dianjurkan untuk dipergunakan dalam metode *backpropagation*, karena arsitektur ini lebih banyak memberikan keakuratan yang lebih terhadap hasil pembelajaran dan pengujian (Zaknich, 2003). Sejauh ini belum ada analisis lebih lanjut tentang formula ini.

Kondisi suhu di laboratorium dapat memberikan pengaruh terhadap hasil penelitian. Ruangan laboratorium yang ber-AC dapat menyebabkan keadaan lingkungan diluar air menjadi lebih rendah dari biasanya. Hal ini berakibat pada besar kecilnya deviasi temperatur dalam pengukuran ini. Karena bagaimanapun air merupakan zat berwujud cair yang mengalami perubahan suhu relatif lebih lambat dibandingkan udara yang berwujud zat gas.

Sumber cahaya juga memberikan pengaruh yang signifikan terhadap besar kecilnya intensitas yang diterima detektor. Ketidaktepatan posisi fokus sumber cahaya berpengaruh terhadap besar kecilnya intensitas. Akibatnya hasil pengukuran yang tampil di PC juga tidak tepat. Perjalanan sinar yang melewati cairan dengan ketebalan tertentu juga berpengaruh terhadap data hasil pengukuran. Semakin tebal bahan uji, maka semakin lama juga waktu yang diperlukan.

Sensor LM335 hanya mampu mengoreksi tegangan per perubahan suhu minimum  $10 \text{ mV}^{\circ}\text{C}$ , tiap ada kenaikan tegangan kurang dari  $10 \text{ mV}^{\circ}\text{C}$  yang masuk ke ADC Card bisa saja menjadi tidak terbaca. Akibatnya data yang terbaca tidak mengalami perubahan. Detektor LDR yang dipergunakan untuk menangkap cahaya yang lolos bahan uji juga memberikan pengaruh terhadap data hasil penelitian ini. Meskipun memiliki kelinieran yang sangat baik yakni sebesar  $R^2 = 0.9684$ , namun faktor kebocoran di jalan, atau di Op-Amp sendiri tidak menutup kemungkinan mempengaruhi hasil pengamatan.



## V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Alat yang dibuat mampu mendeteksi deviasi temperatur dan intensitas cahaya pada sampel uji dengan baik.
2. Arsitektur JST yang paling optimal digunakan adalah 2-4-4-2, dimana ada pada lapisan input terdapat 2 neuron, pada lapisan hidden terdapat 8 neuron dan pada lapisan output terdapat 2 neuron. Pada hidden layer dibagi menjadi 2 lapisan masing-masing 4 neuron.
3. Linieritas sensor LM335 sebesar 0,9815 dan linieritas detektor LDR sebesar 0,9684.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002, *Himpunan Pengaturan Pengelolaan Lingkungan Hidup*, Eko Jaya, Jakarta.
- Anonim, , 1999, *MATLAB 5.3 : Neuron Model and Network Architectures*, The Matlab Works, Inc, New York.
- Faulkenberry dan Luces., 1982, *An Introduction To Operational Amplifiers*, Second Edition, John wiley & Sons, New York.
- Kaviani, K., 2003, A Multichannel Pipeline Analog-to-Digital Converter for an Integrated 3-D Ultrasound Imaging System, *IEEE Journal Of Solid-State Circuits*, **38**, 1266-1270.
- Rao, V., 1993, *C++ Neural Network and Fuzzy Logic*, Management Information Source, Inc., New York.
- Zaknich, A., 2003, *Neural Networks For Intelligent Signal Processing*, World Scientific, New York