

Identifikasi Jenis Cairan Dengan Metode Serapan Panjang Gelombang Dan JST- RBF

Riny Sulistyowati^{1,2)}, Muhammad Rivai¹⁾

1) Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi 10 Nopember, Kampus ITS, Keputih-Sukolilo, Surabaya-60111

2) Jurusan Teknik Elektro – Program Studi Elektronika
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. A.R. Hakim 100 Surabaya-60117
e-mail : riny60117@yahoo.co.id

Abstrak - Setiap cairan memiliki penyerapan spektrum panjang gelombang elektromagnetik yang berbeda-beda tergantung pada konsentrasi molekul yang terkandung dalam cairan tersebut. Untuk dapat mengenali cairan berdasarkan penyerapan spektrum panjang gelombang, digunakan sebuah sumber cahaya yang dapat memancarkan spektrum panjang gelombang dengan range yang cukup lebar. Spektrum tersebut akan dibagi berdasarkan panjang gelombang untuk warna tertentu, misalnya merah, biru dan sebagainya. Karena itu digunakan filter photometer sebagai pembatas panjang gelombang dan sensor photodiode sebagai penerima intensitas cahaya.

Sinyal yang diterima oleh sensor photodiode akan dikuatkan dan diubah menjadi data digital. Data yang telah didapatkan dari setiap filter photometer akan dikenali polanya dengan menggunakan metode jaring saraf tiruan-radial basis function (jst-rbf).

Cairan yang diujikan adalah metanol, minyak kayu putih, spiritus, benzena, larutan gula, minyak tanah, air putih dan etanol. Dari 40 sampel yang diuji terhadap hasil pembelajaran jst-rbf menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 85%

Kata Kunci : Filter Photometer, Jaring Saraf Tiruan-Radial Basis Function.

1. PENDAHULUAN

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mempermudah dalam pengenalan cairan. Untuk mengenali suatu jenis larutan banyak metode yang dapat digunakan. Dalam penelitian ini digunakan metode dengan menggunakan prinsip dasar perambatan panjang gelombang elektromagnetik yang akan diteruskan oleh cairan tersebut. Untuk mendapatkan panjang gelombang dengan batas spektrum tertentu, maka digunakan filter cahaya yang bisa berupa prisma atau kaca warna yang mempunyai spektrum panjang gelombang tertentu. Cahaya yang diteruskan oleh filter tersebut akan diterima oleh sensor cahaya seperti photodiode, photocell atau sensor cahaya lain yang akan diubah menjadi tegangan. Setelah itu, datanya akan diproses dikomputer untuk dipelajari dan dikenali.

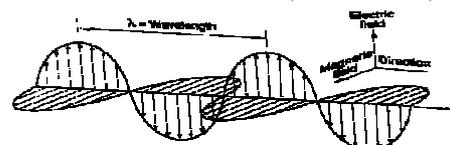
Berlandaskan hal tersebut di atas maka diimplementasikan sistem pendeteksi jenis cairan menggunakan proses spektrokopi serapan panjang gelombang dan jst-rbf untuk mendapat tingkat keberhasilan pendeteksian yang optimal.

2. TEORI PENUNJANG

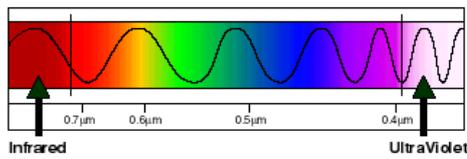
Spektrum elektromagnetik merupakan kesatuan dari seluruh susunan gelombang elektromagnetik yang mempunyai frekwensi dan panjang gelombang. Spektrum cahaya tampak adalah salah satu bagian kecil dari spektrum elektromagnetik. matahari, bumi dan benda – benda lain memancarkan energi elektromagnetik dengan panjang gelombang yang berbeda – beda. Energi elektromagnetik melewati ruang angkasa pada kecepatan cahaya (300.000.000 m/s) dalam bentuk gelombang sinusoidal. Ketika gelombang elektromagnetik tersebut menumbuk suatu benda kemungkinan akan dipantulkan dilewatkan/diteruskan atau diserap oleh benda tersebut, hal itu tergantung dari seberapa besar energi yang ditumbukkan. Gelombang – gelombang elektromagnetik ini terdiri dari dua bagian. Bagian pertama adalah medan listrik dan bagian kedua adalah medan magnet. Kedua medan itu saling tegak lurus satu dengan yang lain seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Oleh karena itu disebut gelombang elektromagnetik [1]. Energi elektromagnetik tergantung dari panjang gelombang (λ), frekwensi (f) dan energi photon (E). Persamaan yang menghubungkan tiga variable diatas adalah:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (1)$$

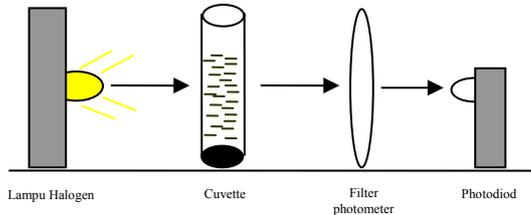
dengan c adalah kecepatan cahaya ($3.0 \cdot 10^8$ m/s) dan h adalah konstanta Plank's (6.626069 J.s)



Gambar 1 Gelombang elektromagnetik



Gambar 2 Spektrum sinar tampak



Gambar 3 Konstruksi photometer[1]

Sinar tampak adalah salah satu jenis gelombang elektromagnet yang dapat dilihat oleh mata secara langsung [2]. Biasanya terlihat sebagai warna pelangi. Setiap warna memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda. Warna merah adalah yang terpanjang dan warna ungu adalah terpendek. Ketika seluruh gelombang dilihat secara bersama-sama, maka yang terlihat adalah warna putih yang tampak. Hal ini juga dapat terjadi ketika cahaya putih matahari menembus uap air pada atmosfer, maka akan terbentuk warna pelangi. Setiap unsur memperlihatkan spektrum garis yang unik bila sampelnya dalam fase uap dieksitasi, jadi spektroskopi merupakan alat yang berguna untuk menganalisis komposisi zat yang tidak diketahui.

Pada gambar 3, merupakan konstruksi dari photometer yang digunakan [1]. Telah disebutkan bahwa sumber cahaya adalah lampu halogen. Sinar dari lampu halogen tersebut akan dipancarkan hingga melewati *cuvette* yang telah berisi cairan dan *filter photometer*, selanjutnya cahaya tersebut akan diterima oleh sensor cahaya yang berupa photodiode. Ketika sinar tampak akan menembus *cuvette*, sebagian dari gelombang sinar tampak akan dipantulkan kembali. Setelah melewati *cuvette* sinar tampak tersebut ada yang diserap oleh larutan, berfluorisasi dan ada yang diteruskan menuju *filter photometer*. Selanjutnya sinar tersebut akan difilter berdasarkan panjang gelombang *filter photometer* yang digunakan.

Radial Basis Function (RBF) Network secara khas mempunyai tiga layer: satu layer input, satu layer hidden dengan fungsi aktivitas RBF non linier dan satu layer output. Jaringan RBF untuk interpolasi data dengan himpunan data yang jaraknya berbeda.

Struktur jaringan yang menerapkan medan penerima (receiver) lokal untuk melakukan pemetaan fungsi disebut aproksimasi fungsi basis radial dan struktur jaringnya disebut jaringan fungsi

basis radial. Gambar 4 menunjukkan arsitektur jaringan RBF dengan empat medan penerima [4].



Gambar 4 Jaringan neural RBF yang memiliki empat fungsi basis

Level aktivasi unit medan penerima ke i dari unit tersembunyi adalah:

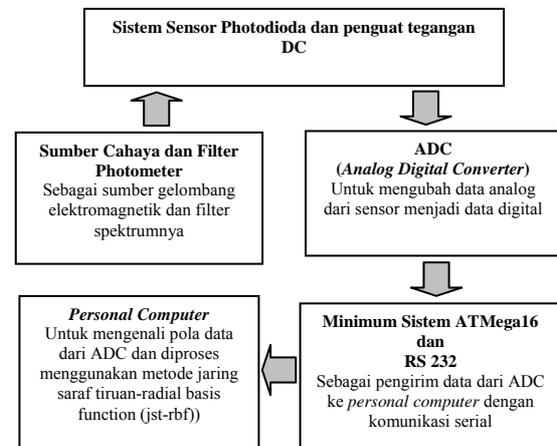
$$w_i = R_i(x) = R_i(\|x - \mu_i\| / \sigma_i) \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

dengan: x adalah vektor masukan multidimensi, μ_i adalah vektor dengan dimensi yang sama dengan x , N adalah cacah fungsi basis radial (unit medan penerima) dan $R_i(x)$ adalah fungsi basis radial ke i dengan maksimum tunggal. Antara lapisan masukan dan lapisan tersembunyi tidak ada bobot koneksi. Umumnya $R_i(\cdot)$ adalah fungsi Gaussian:

$$R_i(x) = \exp\left(-\frac{\|x - \mu_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right) \quad (3)$$

3 METODOLOGI

Blok diagram rancang bangun sistem uji secara keseluruhan pada gambar 5. *Hardware* pada sistem secara garis besar akan dibagi menjadi 3 bagian yaitu: sensor photodiode dan rangkaian penguat tegangan DC, modul *driver motor stepper* dan modul sistem minimum mikrokontroler ATmega16 lengkap dengan komunikasi serial RS-232 dan ADC (*Analog Digital Converter*).



Gambar 5. Blok diagram sistem pengenalan cairan

Adapun perancangan *software* adalah perancangan *software* yang akan dimasukan dalam mikrokontroler *ATMega16* yang akan diterapkan pada sistem dan tampilan secara visual dengan menggunakan bahasa pemrograman *Delphi 7.0* pada *personal computer* yang kemudian difungsikan sebagai proses pengambilan data sampel.

Dari diagram blok sistem pada gambar 5. dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing bagian. Sumber cahaya yang digunakan pada sistem ini adalah cahaya yang dihasilkan oleh lampu halogen yang memiliki panjang gelombang antara 400 nm sampai 1100 nm.. Sedangkan *filter photometer* digunakan sebagai pemisah spektrum gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh cahaya lampu halogen tersebut.

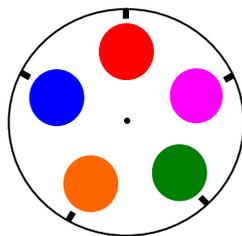
Filter photometer yang digunakan adalah filter warna merah, merah muda, jingga, hijau dan biru. Disain filter photometer ditunjukkan pada gambar 6 dan range panjang gelombang ditunjukkan pada tabel 1.

Sensor photodiode menerima sinyal analog berupa gelombang elektromagnetik yang diteruskan melalui filter photometer. Gelombang elektromagnetik tersebut berupa spektrum cahaya tampak yang memiliki panjang gelombang antara 380 nm sampai 780 nm. Data analog yang dihasilkan oleh photodiode sangatlah kecil, oleh karena itu diperlukan penguatan agar data dapat diubah menjadi data digital. Hasil dari penguatan tersebut selanjutnya akan diteruskan ke ADC untuk diubah menjadi data digital. Selanjutnya data digital tersebut akan diolah dalam mikrokontroler agar dapat dikirimkan ke PC (*personal computer*) dengan menggunakan komunikasi serial RS 232. Setelah sampai di PC, data yang dikirimkan mikrokontroler tersebut akan dipelajari dengan menggunakan metode jst-rbf.

Tabel 1.

Range panjang gelombang filter photometer

Spektrum warna	Panjang gelombang (nm)
Biru	450 – 495
Hijau	495 – 570
Jingga	590 – 620
Merah Muda	620 – 680
Merah	680 – 750



Gambar 6. Disain filter photometer

Proses pengolahan data adalah proses pembelajaran pada jaring saraf tiruan menggunakan fungsi jaring radial basis yang akan melakukan generalisasi data-data. Data-data input didapat dari paket data digital yang mengindikasikan cairan tertentu. Jaring saraf tiruan akan mempunyai kemampuan untuk memperbaiki jawaban yang benar atas proses pembelajaran yang telah dilakukan pada jaring saraf tiruan tersebut.

Jaring saraf berbasis radial biasanya memerlukan neuron lebih banyak. Pada jaring basis radial ini, input yang akan diolah oleh fungsi aktivasi merupakan vektor jarak antara vektor bobot dan vektor input yang dikalikan dengan bobot bias. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah:

$$radvas(n) = e^{-n^2} \quad (4)$$

Jaring berbasis radial terdiri dari 1 lapisan tersembunyi dengan fungsi aktivasi adalah fungsi berbasis radial dan lapisan output dengan fungsi aktivasi purelin. Algoritmanya adalah sebagai berikut:

a. Mencari D_{ij} = jarak data ke i dengan data ke j dengan $i, j = 1, 2, \dots, Q$

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^R (p_{ik} - p_{jk})^2} \quad (5)$$

b. Mencari $a1$ = hasil aktivasi dengan fungsi basis radial dari jarak data dikalikan bias

$$a1_{ij} = e^{-(b1 * D_{ij})^2} \quad (6)$$

dengan

$$b1 = \frac{\sqrt{-\ln(0.5)}}{spread}$$

$spread$ = bilangan real positif

c. Mencari bobot lapisan dan bobot bias lapisan $w2_k$ dan $b2_k$ pada setiap $k = 1, 2, \dots, S$ dengan menyelesaikan sistem persamaan linier berikut yang diselesaikan dengan metode *least square*

$$a1_{11}w2_{k1} + a1_{12}w2_{k2} + \dots + a1_{1R}w2_{kR} + b2_k = t_{k1}$$

$$a1_{21}w2_{k1} + a1_{22}w2_{k2} + \dots + a1_{2R}w2_{kR} + b2_k = t_{k2}$$

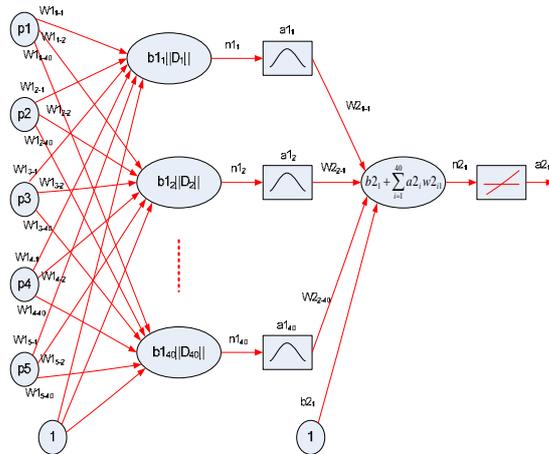
.....

$$a1_{Q1}w2_{k1} + a1_{Q2}w2_{k2} + \dots + a1_{QR}w2_{kR} + b2_k = t_{kR}$$

Untuk simulasi, output jarring saraf tiruan $a2_{ki}$ pada setiap $k = 1, 2, \dots, S$ dan $i = 1, 2, \dots, Q$

$$a2_{ki} = a1_{i1}w2_{k1} + a1_{i2}w2_{k2} + \dots + a1_{iR}w2_{kR} + b2_k$$

Arsitektur jst-rbf yang digunakan untuk menentukan output berdasarkan input yang diberikan pada pengenalan jenis cairan ditunjukkan pada gambar 7. $\|D_i\|$ adalah jarak antara input data dengan bobot input ke- i ($W1_i$). Bobot input adalah bobot antara lapisan nput dengan lapisan tersembunyi ($w1$) dan w_{ij} berarti bobot variabel input ke- i pada neuron (lapisan tersembunyi) ke- j .

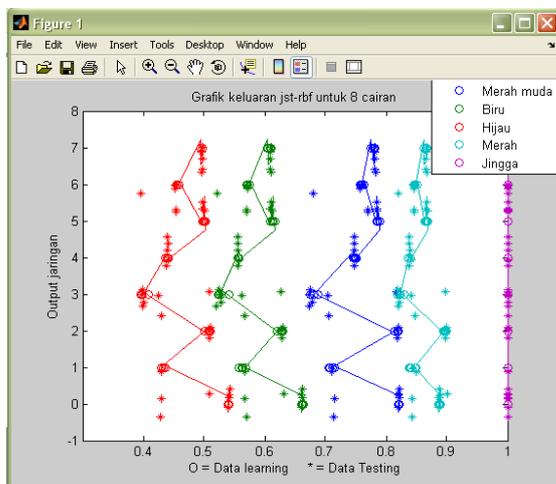


Gambar 7 Arsitektur jst-rbf

4. PENGUJIAN

Pengambilan data spektrum warna (merah muda, biru, hijau, merah dan jingga) dilakukan sebanyak 10 kali untuk 8 sampel cairan (methanol, minyak kayu putih, spiritus, benzena, larutan gula, minyak tanah, air putih dan etanol) menghasilkan set data untuk uji pengenalan..

Uji pengenalan dilakukan dengan menggunakan fungsi NEWRB pada MATLAB untuk menghasilkan jst-rbf yang menjalankan fungsi pendekatan untuk set data tersebut. Fungsi pembelajaran menggunakan *spread* = 1. Dalam simulasi 8 jenis cairan, untuk masing-masing sample digunakan 5 data sample untuk 5 spektrum warna sebagai data input. Data target ditentukan secara berurut untuk 8 cairan yaitu: 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 dan 7.00. Sedangkan untuk data uji 8 jenis cairan digunakan 5 data sample berikutnya untuk 5 spektrum warna. Hasil uji pengenalan dalam bentuk grafis dtunjukkan pada gambar 8.

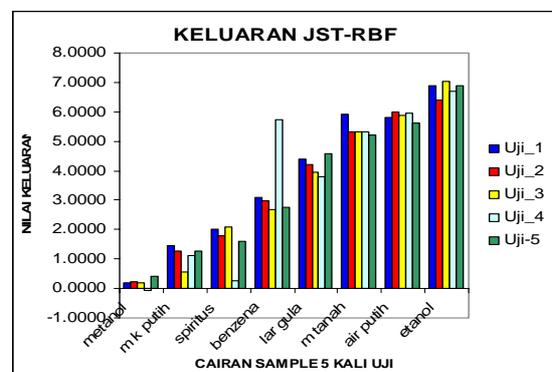


Gambar 8. Hasil uji pengenalan jst-rbf

Tabel 2

Data output jst-rbf untuk masing-masing cairan

Uji	Data	Target	Hasil	Ket.
1	Metanol	0.00	0.1822	Benar
2		0.00	0.2386	Benar
3		0.00	0.1760	Benar
4		0.00	-0.0888	Benar
5		0.00	0.3957	Benar
6	Minyak kayu putih	1.00	1.4381	Benar
7		1.00	1.2582	Benar
8		1.00	0.5453	Salah
9		1.00	1.1102	Benar
10		1.00	1.2516	Benar
11	Spiritus	2.00	2.0104	Benar
12		2.00	1.7896	Benar
13		2.00	2.0909	Benar
14		2.00	0.2768	Salah
15		2.00	1.6153	Benar
16	Benzena	3.00	3.1061	Benar
17		3.00	2.9769	Benar
18		3.00	2.6720	Benar
19		3.00	5.7406	Salah
20		3.00	2.7737	Benar
21	Larutan gula	4.00	4.3912	Benar
22		4.00	4.2060	Benar
23		4.00	3.9438	Benar
24		4.00	3.7886	Benar
25		4.00	4.5657	Salah
26	Minyak tanah	5.00	5.9085	Salah
27		5.00	5.3399	Benar
28		5.00	5.3244	Benar
29		5.00	5.3236	Benar
30		5.00	5.2093	Benar
31	Air putih	6.00	5.8164	Benar
32		6.00	5.9941	Benar
33		6.00	5.8779	Benar
34		6.00	5.9620	Benar
35		6.00	5.6153	Benar
36	Etanol	7.00	6.8721	Benar
37		7.00	6.4165	Salah
38		7.00	7.0166	Benar
39		7.00	6.6897	Benar
40		7.00	6.8670	Benar



Gambar 9. Pola keluaran jst-rbf

Nilai keluaran hasil simulasi untuk data uji tersebut diatas ditunjukkan pada tabel 2. Prosentase keberhasilan pengujian berbeda-beda untuk setiap sample cairan, dengan rata-rata keberhasilan adalah 85%. Pola keluaran untuk 8 cairan sampel dengan masing-masing sampel dilakukan uji 5 kali.

Pada gambar 8 menunjukkan keluaran jst-rbf yang terdiri dari 5 grafik yang menunjukkan ke 5 spektrum warna. Tanda 'o' menunjukkan data sampel input 8 cairan masing-masing 5 sampel sebagai data untuk proses pembelajaran dengan target secara berurutan mulai dari metanol sampai dengan etanol adalah 0 1 2 3 4 5 6 dan 7. Tanda '*' menunjukkan data sampel uji untuk 8 cairan masing-masing 5 sampel yang digunakan untuk mentest hasil dari proses pembelajaran.

Hasil uji terhadap poses pembelajaran ditunjukkan pada tabel 2. Dari 8 cairan sampel yang diuji sebanyak 5 kali menunjukkan tingkat keberhasilan yang berbeda antara 80% sampai dengan 100%. Pengujian dianggap benar bila nilai keluaran adalah ± 0.5000 dari data target. Untuk minyak kayu putih terdapat kegagalan uji dengan nilai keluaran 0.5453. Nilai ini dianggap salah karena tidak jelas menunjukkan ke target 0 atau 1 (metanol atau minyak kayu putih). Untuk minyak kayu putih, spiritus, benzena, larutan gula, minyak tanah dan etanol terdapat 1 kali kegagalan uji sedangkan untuk metanol dan air putih tidak terjadi kegagalan uji. Gambar 9 menunjukkan pola keluaran jst-rbf untuk melihat adanya fluktuasi keluaran (lebih besar atau lebih kecil) terhadap target yang menunjukkan kegagalan pengujian.

5. KESIMPULAN

Telah di desain suatu detektor cairan yang terdiri dari filter cahaya dan jaring saraf tiruan radial basis function yang terdiri dari lima filter photometer (merah muda, biru, hijau, merah dan jingga). Detektor jenis cairan yang digunakan metanol, minyak kayu putih, spiritus, benzena, larutan gula, minyak tanah, air putih dan etanol. Dari pengujian di atas menunjukkan jaring saraf tiruan radial basis sudah berfungsi sesuai yang diinginkan. Perubahan data target tidak mempengaruhi perubahan hasil output. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan rata-rata sebesar 85%. Tingkat keberhasilan sangat dipengaruhi oleh ketelitian dalam pengambilan data sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. M. Rivai, *Divais Optoelektronika Handout: Jurusan Teknik Elektro*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2006
- [2]. Clifford J. Creswell, Olaf A. Runquist, Malcolm M. Campbell, *Analisis Spektrum Senyawa Organik*, ITB, Bandung, 2005

- [3]. Jong, J.S., *Jaringan Saraf Tiruan dan Pemrogramannya menggunakan MATLAB*, Andi, Yogyakarta, 2005
- [4]. Thomas Sri Widodo, *Sistem Neuro Fuzzy untuk pengolahan informasi, pedoman, dan kendali*. Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005
- [5] Park Sang Kyoong, *Learning from functional data using RBFN*, Division of applied mathematics KAIST, 5 Juni 2005