

IMPLEMENTASI JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION DAN SELF ORGANIZING MAP MENGUNAKAN SENSOR GAS SEMIKONDUKTOR SEBAGAI IDENTIFIKASI JENIS GAS

Herri Trisna Frianto¹⁾, Muhammad Rivai²⁾

1) Laboratorium Elektronika Industri, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

2) Program Studi Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No: 1 Kampus USU, Medan 20155,
herri_tfrianto@elect-eng.its.ac.id, herri_trisna@yahoo.co.id.

Abstrak:

Sensor gas semikonduktor seperti SnO_2 digunakan untuk mendeteksi berbagai jenis gas seperti bahan pelarut, ammonia dan gas yang mudah terbakar lainnya. Sensor gas tersebut memiliki sensitifitas yang baik. Tetapi memiliki selektifitas yang kurang baik yaitu tidak bisa membedakan tiap jenis gas. Pada penelitian ini digunakan sebuah deret sensor semikonduktor dan jaringan syaraf tiruan untuk mengenali jenis gas yang terdeteksi. Deret sensor terdiri dari 8 sensor semikonduktor komersial dan sebagai gas uji digunakan 8 jenis larutan mudah menguap. Jaringan syaraf tiruan yang berfungsi sebagai pengenalan ke 8 jenis gas tersebut bekerja melalui metoda pembelajaran. Pembelajaran diproses dengan menentukan inialisasi bobot terlebih dahulu dari input sinyal tegangan sebagai input neuron selanjutnya melakukan training dan running. Pelatihan training dan running menghasilkan iterasi bobot sebagai penetapan output neuron pemenang dan menghasilkan suatu pola. Setelah melewati tahap pembelajaran sistem mengenali tiap gas dengan taraf identifikasi sebesar 87,5 %.

Kata Kunci : Backpropagation, SOM,, Identifikasi, Jenis Gas.

1. PENDAHULUAN

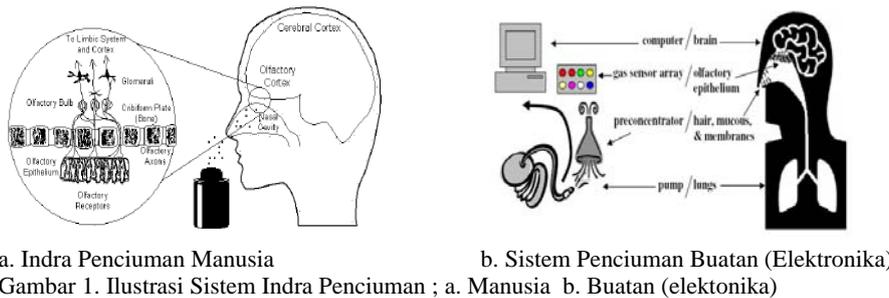
Jaringan Syaraf Tiruan adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi, sama seperti otak yang memproses suatu informasi. Elemen mendasar dari paradigma tersebut adalah struktur yang baru dari sistem pemrosesan informasi. Jaringan Syaraf Tiruan, seperti manusia, belajar dari suatu contoh. Jaringan Syaraf Tiruan dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pembelajaran. Jaringan Syaraf Tiruan berkembang secara pesat pada beberapa tahun terakhir. Jaringan Syaraf Tiruan telah dikembangkan sebelum adanya suatu komputer konvensional yang canggih dan terus berkembang walaupun pernah mengalami masa vakum selama beberapa tahun

Jaringan Syaraf Tiruan memiliki pendekatan yang berbeda untuk memecahkan masalah bila dibandingkan dengan sebuah komputer konvensional. Umumnya komputer konvensional menggunakan pendekatan algoritma (komputer konvensional menjalankan sekumpulan perintah untuk memecahkan masalah). Jika suatu perintah tidak diketahui oleh komputer konvensional maka komputer konvensional tidak dapat memecahkan masalah yang ada. Sangat penting mengetahui bagaimana memecahkan suatu masalah pada komputer konvensional dimana komputer konvensional akan sangat bermanfaat jika dapat melakukan sesuatu dimana pengguna belum mengetahui bagaimana melakukannya. Jaringan Syaraf Tiruan dan suatu algoritma komputer konvensional tidak saling bersaing namun saling melengkapi satu sama lain. Pada suatu kegiatan yang besar, sistem yang diperlukan biasanya menggunakan kombinasi antara keduanya (biasanya sebuah komputer konvensional digunakan untuk mengontrol Jaringan Syaraf Tiruan untuk menghasilkan efisiensi yang maksimal. Jaringan Syaraf Tiruan tidak memberikan suatu keajaiban tetapi jika digunakan secara tepat akan menghasilkan sesuatu hasil yang luarbiasa [1].

2. METODA PENELITIAN

Terinspirasi dari Biologi bahwa Jaringan Syaraf Tiruan keluar dari penelitian kecerdasan buatan, terutama percobaan untuk menirukan *fault-tolerance* dan kemampuan untuk belajar dari sistem syaraf biologi dengan model struktur *low-level* dari otak. Otak terdiri dari sekitar (10.000.000.000) sel syaraf yang saling berhubungan. Sel syaraf mempunyai cabang struktur input (dendrites), sebuah inti sel dan percabangan struktur output (axon). Axon dari sebuah sel terhubung dengan dendrites yang lain melalui sebuah synapse. Ketika sebuah sel syaraf aktif, kemudian menimbulkan suatu signal electrochemical pada axon. Signal ini melewati synapses menuju ke sel syaraf yang lain. Sebuah sel syaraf lain akan mendapatkan signal jika memenuhi batasan tertentu yang sering disebut dengan nilai ambang atau (threshold).

Dari inspirasi tersebut penelitian ini hendak membuat suatu tiruan Sistem Indra Penciuman Manusia pada Gambar 1 dan 2 [2].

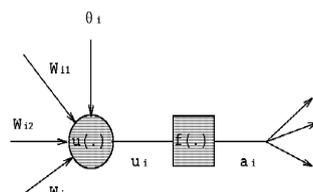


a. Indra Penciuman Manusia

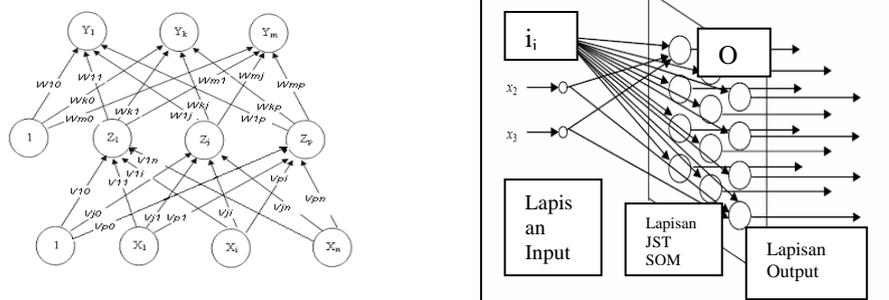
b. Sistem Penciuman Buatan (Elektronika)

Gambar 1. Ilustrasi Sistem Indra Penciuman ; a. Manusia b. Buatan (elektonika)

Mengadopsi esensi dasar dari system syaraf biologi, syaraf tiruan digambarkan sebagai berikut : Menerima input atau masukan (baik dari data yang dimasukkan atau dari output sel syaraf pada jaringan syaraf. Setiap input datang melalui suatu koneksi atau hubungan yang mempunyai sebuah bobot (*weight*). Setiap sel syaraf mempunyai sebuah nilai ambang. Jumlah bobot dari input dan dikurangi dengan nilai ambang kemudian akan mendapatkan suatu aktivasi dari sel syaraf (*post synaptic potential*, PSP, dari sel syaraf). Signal aktivasi kemudian menjadi fungsi aktivasi / fungsi transfer untuk menghasilkan output dari sel syaraf. Jika tahapan fungsi aktivasi digunakan (output sel syaraf = 0 jika input < 0 dan 1 jika input >= 0) maka tindakan sel syaraf sama dengan sel syaraf biologi yang dijelaskan diatas (pengurangan nilai ambang dari jumlah bobot dan membandingkan dengan 0 adalah sama dengan membandingkan jumlah bobot dengan nilai ambang). Biasanya tahapan fungsi jarang digunakan dalam Jaringan Syaraf Tiruan. Fungsi aktivasi (f(.)) dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Fungsi Aktivasi



a.. Arsitektur JST-BP

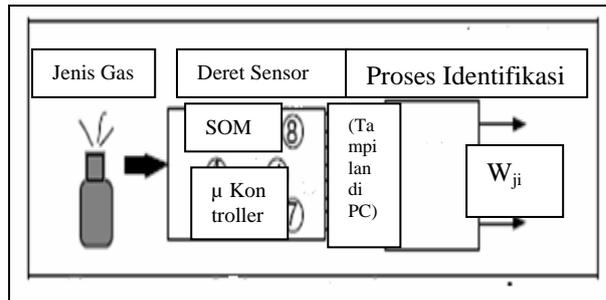
b. Arsitektur JST SOM.

Gambar 3. Arsitektur JST a. BP b. SOM

Penelitian dilakukan melalui pembelajaran dan pengujian Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (BP) dan Self Organizing Map (SOM) perhatikan Gambar 3 Jaringan syaraf tersebut diimplementasikan kepada teknologi deret sensor gas semikonduktor dan diaplikasikan untuk mengidentifikasi beberapa jenis gas. Implementasi ini bertujuan untuk mengenali pola dan tanggapan sinyal masing-masing gas. Percobaan menggunakan 8 sensor gas semikonduktor dan 8 macam sampel gas yang berbeda. Sistem ini dibuat terdiri dari deretan sensor gas dan perangkat mikrokontroller AVR. Diagram blok sistem ini ditunjukkan pada Gambar 4. Percobaan dilakukan

dengan menguji beberapa jenis gas. Jenis gas yang digunakan dalam pengujian ini adalah jenis gas yang mudah terbakar seperti *Aceton*, *Benzena*, *Ethanol*, *Etil-asetat*, *Formalin*, *Methanol*, *n-Heksana* dan *2-Propanol* diambil uapnya masing – masing untuk dilakukan identifikasi satu - persatu. Sistem yang digunakan untuk identifikasi terdiri dari deret sensor semikonduktor [2,3].

Deret sensor yang digunakan yaitu Sensor *TGS 813*, *TGS 2442*, *TGS 2602*, *TGS 2610*, *TGS 2611*, *TGS 2620*, *AF 56* dan *AF 30*. [5]. Sinyal tegangan dari sistem dikonversikan dalam besaran digital yang ada di dalam ATmega 8535 kemudian dikoneksikan ke komputer dengan RS 232. Rangkaian realisasi deret sensor gas dan mikrokontroler ATmega 8535 ditunjukkan pada Gambar 5 [6]. Pola tegangan deret sensor tadi digunakan untuk melakukan inputan JST BP dan JST SOM.



Gambar 4. . Blok Diagram Rancangan Sistem



Gambar 5. Rangkaian Realisasi Deret Sensor dan Mikrokontroler ATmega 8535.

Algoritma Jaringan Syarat Tiruan Backpropagation adalah sebagai berikut.
Inisialisasikan nilai bobot (ambil bobot awal dengan nilai acak yang cukup kecil).
Tetapkan Maksimum Epoch, Target Error dan Learning Rate ($\alpha = \text{alpha}$).

Inisialisasi Epoch = 0, MSE = 1

Kerjakan langkah-langkah berikut selama (Epoch < Maksimum Epoch) dan (MSE > Target Error)

1. Epoch = Epoch + 1
2. Untuk tiap-tiap pasangan elemen yang akan dilakukan pembelajaran sbb;

FeedForward:

a. Tiap-tiap unit input (X_0 , $i = 1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal X_i dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada di atasnya (lapisan tersembunyi).

b. Tiap-tiap unit pada suatu lapisan tersembunyi (Z_j , $j = 1,2,3,\dots,p$) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot

$$Z_{in_i} = b_{1j} + \sum_{i=1}^n x_i v \quad 1)$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya : $z_i = f(z_{in_i})$

dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit lapisan outputnya.

c. Tiap-tiap unit output (Y_k , $k = 1,2,3, \dots,m$) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot.

$$Y_{in_k} = b_{2k} + \sum_{i=1}^n z_i w_{jk} \quad 2)$$

Gunakan sinyal aktivasi untuk menghitung sinyal outputnya :

$$y_k = f(y_{in_k})$$

dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit lapisan atasnya (unit-unit output).

Backpropagation

d. Tiap-tiap unit output (Y_k , $k=1,2,3,\dots,m$) menerima target pola yang berhubungan dengan pola input pembelajaran dan hitung informasi errornya.

$$\delta 2_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad 3)$$

$$\varphi 2_{jk} = \delta_k \quad 4)$$

$$\beta 2_k = \delta_k \quad (5)$$

kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai w_{jk})

$$\Delta w_{jk} = \alpha \phi 2_{jk} \quad (6)$$

Hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan memperbaiki nilai b_{2k})

$$\Delta b_{2k} = \alpha \beta 2_k \quad (7)$$

e. Tiap-tiap unit tersembunyi ($Z_j, j = 1,2,3,...,p$) menjumlahkan delta inputnya (dari unit-unit yang berbeda pada lapisan diatasnya).

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta 2_k w_{jk} \quad (8)$$

Kalikan ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi error :

$$\delta 1_j = \delta_{in_j} (z_{in_j}) \quad (9)$$

$$\phi 1_{ij} = \delta 1_j x_j \quad (10)$$

$$\beta 1_j = \delta 1_j \quad (11)$$

kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai v_{ij}) :

$$\Delta v_{ij} = \alpha \phi 1_{ij} \quad (12)$$

Hitung juga koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai b_{1j}):

$$\Delta b_{1j} = \alpha \beta 1_j \quad (13)$$

f. Tiap-tiap unit output ($y_k, k= 1,2,3,...,m$) memperbaiki bias dan bobotnya ($j=1,2,3..p$):

$$w_{jk} (baru) = w_{jk} (lama) + \Delta w_{jk} \quad (14)$$

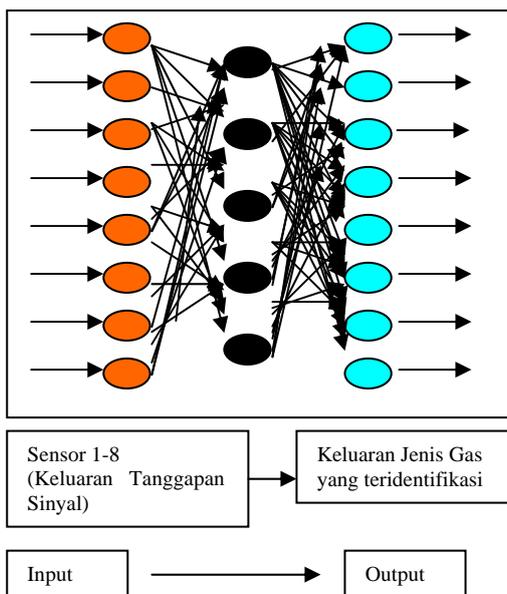
$$b_{2jk} (baru) = b_{2jk} (lama) + \Delta b_{2k} \quad (15)$$

Tiap-tiap unit tersembunyi ($z_j, j= 1,2,3 ...p$) memperbaiki bias dan bobotnya ($i=1,2,3..n$):

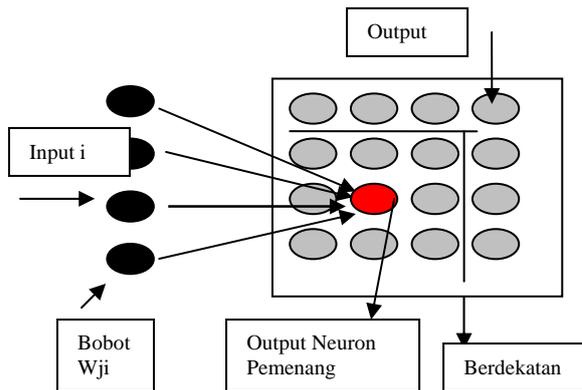
$$v_{ij} (baru) = v_{ij} (lama) + \Delta v_{ij} \quad (16)$$

$$b_{1j} (baru) = b_{1j} (lama) + \Delta b_j \quad (17)$$

3. Hitung MSE.



Gambar 7. Struktur JST BP



Gambar 8. Struktur JST SOM

Gambar 8 menunjukkan struktur lapisan input output JST SOM. Lapisan input adalah deret sensor, lapisan tengah JST SOM dan lapisan output neuron pemenang [5,6]. Pemrosesan JST SOM terlihat di diagram alir pelatihan ditunjukkan pada Gambar 9 [7]. Algoritma pembelajaran JST SOM adalah sebagai berikut [8,9,10]. Inisialisasikan Vektor Bobot Wji. Aplikasikan suatu training vektor input dengan melakukan perhitungan persamaan jarak antara Vektor Input ke tiap-tiap Vektor Bobot dengan Model sbb:

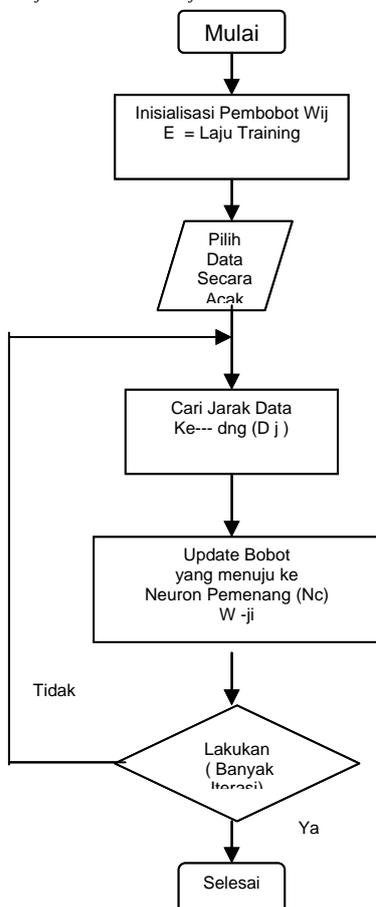
$$d_j = \sqrt{(i_i - w_{ji})^2} \quad (18)$$

Neuron pemenang dalam layer kompetisi adalah yang paling terdekat jaraknya d_j yaitu Pemenang = $\min(d_j)$. Atur bobot neuron yang paling terdekat tersebut dengan bobot yang bertetangga yakni N_c . Dimana c adalah Learning Rate dan N_c sebagai neuron pemenang melalui persamaan ini

$$w_{ji}(n+1) = w_{ji}(n) + \epsilon (i_i(n) - w_{ji}(n)) \quad (19)$$

Untuk bobot-bobot neuron lain selain N_c dapat diabaikan.

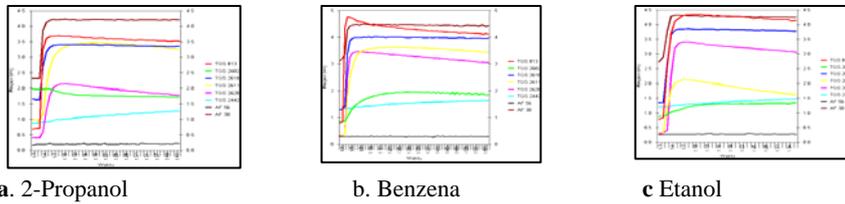
$$w_{ji}(n+1) = w_{ji}(n) \quad (20)$$



Gambar 9. Diagram Alir JST SOM.

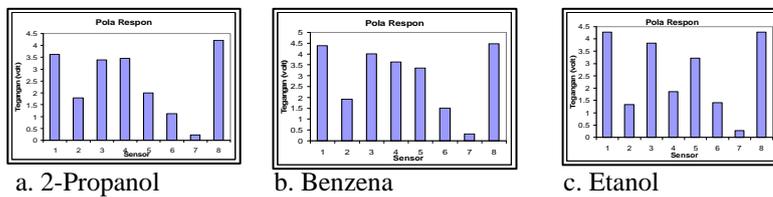
3. PEMBAHASAN

Sistem bekerja dengan cara gas uji dialirkan pada sensor. Pengujian dilakukan sebanyak 5 (lima) kali percobaan pada tiap jenis gas uji. Setiap gas uji akan diambil tegangan dan disimpan untuk kelima percobaan adalah sampel data ke 20 yang cukup stabil sebagai pemebelajaran JST.



a. 2-Propanol b. Benzene c. Etanol
 Gambar 10. Tanggapan Sinyal Gas

Hasil pemrosesan berupa tanggapan sinyal gas pada Gambar 10 dan 11 merupakan tegangan input yang diperoleh dari proses pengambilan data pada mikrokontroller. Tanggapan sinyal yang diambil itu kemudian dilatih melalui algoritma pola JST SOM pada komputer untuk dapat mengenali jenis gas.



a. 2-Propanol b. Benzene c. Etanol
 Gambar 11. Pola Tegangan Input Identifikasi Sensor Gas Terhadap Jenis Gas.

Pada tiap percobaan dilihat bagaimana tanggapan dari sensor terhadap gas uji saat dialirkan ke ruang sensor tersebut. Kemudian hasilnya diklasifikasi oleh JST SOM. JST SOM diproses training dan running dalam vektor matrik sebagai sampel dan input tegangan keluaran inialisasi matrik bobot seperti berikut ini. [12]. Pada tabel 1 di bawah ini menunjukkan normalisasi tanggapan sinyal gas 2-propanol, benzene, dan etanol.

Tabel 1 Data keluaran sensor untuk gas 2-Propanol
 Sampel ke – 20

Uji Ke	Sensor-Sensor Gas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3.62	1.77	3.39	3.46	2.02	1.10	0.20	4.22
2	4.05	1.41	3.53	3.19	2.19	1.37	0.27	4.35
3	4.11	1.27	3.56	2.55	2.14	1.38	0.29	4.36
4	4.18	1.30	3.60	2.48	2.19	1.39	0.25	4.33
5	4.16	1.13	3.58	2.32	2.17	1.39	0.29	4.35

Tabel 2. Normalisasi tanggapan sinyal gas 2- propanol

Uji Ke	Normalisasi keluaran sensor gas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,18	0,09	0,17	0,18	0,1	0,06	0,01	0,21
2	0,2	0,07	0,17	0,16	0,11	0,07	0,01	0,21
3	0,21	0,07	0,18	0,13	0,11	0,07	0,02	0,22
4	0,21	0,07	0,18	0,13	0,11	0,07	0,01	0,22
5	0,22	0,06	0,19	0,12	0,11	0,07	0,02	0,23

Tabel 3. Data keluaran sensor gas untuk Benzene sampel ke – 20

Uji Ke	Sensor-Sensor Gas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	4.41	1.90	3.99	3.62	3.38	1.49	0.30	4.47
2	4.35	2.05	4.09	3.86	3.51	1.49	0.31	4.48
3	4.36	1.95	4.00	3.69	3.37	1.55	0.37	4.39

4	4.40	2.11	4.15	3.97	3.67	1.45	0.31	4.45
5	4.28	2.36	4.21	4.07	3.75	1.49	0.32	4.48

Tabel 4. Normalisasi tanggapan sinyal gas Benzena

Uji Ke	Normalisasi keluaransensor gas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,19	0,08	0,17	0,15	0,14	0,06	0,01	0,19
2	0,18	0,09	0,17	0,16	0,15	0,06	0,01	0,19
3	0,18	0,08	0,17	0,16	0,14	0,07	0,02	0,19
4	0,18	0,09	0,17	0,16	0,15	0,06	0,01	0,18
5	0,17	0,1	0,17	0,16	0,15	0,06	0,01	0,18

Tabel 5. Data keluaran sensor untuk gas Etanol sampel ke-20.

Uji Ke	Sensor-Sensor Gas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	4.28	1.31	3.82	1.90	3.24	1.40	0.27	4.28
2	3.98	1.18	3.61	1.24	2.81	1.42	0.29	4.19
3	3.85	1.15	3.48	1.00	2.42	1.45	0.32	4.13
4	4.10	1.18	3.61	1.24	2.73	1.47	0.33	4.21
5	4.17	1.21	3.64	1.27	2.84	1.45	0.32	4.22

Tabel 6. Normalisasi tanggapan sinyal gas Etanol

Uji Ke	Normalisasi keluaransensor gas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,21	0,06	0,19	0,09	0,16	0,07	0,01	0,21
2	0,21	0,06	0,19	0,07	0,15	0,08	0,02	0,22
3	0,22	0,07	0,2	0,06	0,14	0,08	0,02	0,23
4	0,22	0,06	0,19	0,07	0,15	0,08	0,02	0,22
5	0,22	0,06	0,19	0,07	0,15	0,08	0,02	0,22

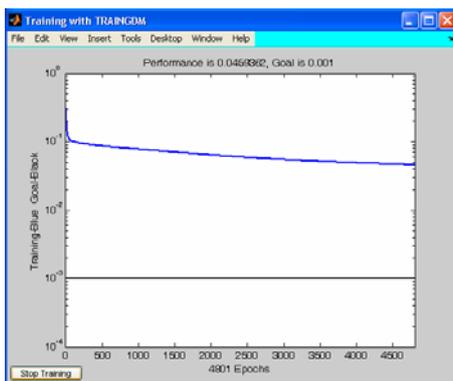
Tabel 7. Proses Pembelajaran JST BP

Output Pembelajaran JST BP								
Gas	Keluaran tanggapan Sinyal Sensor							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.98	0.01	0.11	0.02	0.07	0.08	0.00	0.04
2	0.09	0.71	0.00	0.00	0.02	0.07	0.06	0.23
3	0.16	0.00	0.82	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.02	0.15	0.04	0.64	0.07	0.06	0.17	0.08
5	0.00	0.05	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.10
6	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
8	0.00	0.24	0.00	0.01	0.29	0.01	0.04	0.71

Pada tabel 7 diatas sebagai sampel percobaan pemebeljaran JST BP menunjukkan proses JST BP berhasil yang dimulai dari normalisasi nilai tanggapan sinyal gas sebagai nilai input. Pemrolehan normalisasi dengan cara nilai tanggapan sinyal keluaran sensor di bagi dengan jumlah keseluruhannya. Nilai hasil dinormalisasi tersebut dijadikan bobot (wji). Kemudian menetapkan Epochnya $1e4 -1 e6$, $\alpha =0,5$, target errornya seperti matrik berikut ini:

```
[1 0 0 0 0 0 0 0]
[0 1 0 0 0 0 0 0]
[0 0 1 0 0 0 0 0]
[0 0 0 1 0 0 0 0]
[0 0 0 0 1 0 0 0]
[0 0 0 0 0 1 0 0]
[0 0 0 0 0 0 1 0]
[0 0 0 0 0 0 0 1]
```

Percobaan diatas dapat dilihat tampilan grafik kurvanya dengan cukup sampai Epoch = 4801 terlihat bahwa hasilnya cukup baik hingga 75 % dan teridentifikasi jenis-jenis gas tersebut sesuai dengan target error. Perlihatkan grafik kurva berikut di Gambar 12.



Gambar 12. Kurva Grafik JST BP pada Epoch =4801

Sedangkan proses JST SOM dimulai dari normalisasi nilai tanggapan sinyal gas. Pemrolehan normalisasi dengan cara nilai tanggapan sinyal keluaran sensor di bagi dengan jumlah keseluruhannya. Hasil normalisasi ditetapkan sebagai nilai inialisasi kemudian dikalikan 10 (sepuluh) masing-masingnya lalu dilakukan pembelajaran pada epoch=500. Setelah pembelajaran dimasukkan input secara berurut dan acak selanjutnya melakukan pengujian (running) untuk mendapatkan hasil pembelajaran tersebut. Percobaan dilksanakan pula secara berurut dan acak demi memperoleh keberhasilan yang signifikan dalam pengeidentifikasi jenis gas. Pengujian dengan imput 8 menghasilkan pola output 8 yang berbeda , yakni proses identifikasi berhasil [13].

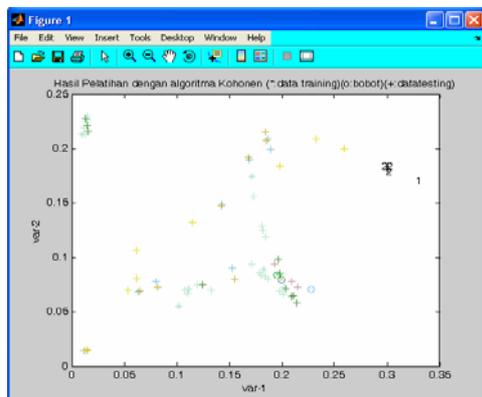
Pada tabel 7 adalah menunjukkan proses uji JST SOM untuk mengidentifikasi dan menghasilkan pola output jenis gas. Pola output jenis gas didapatkan dari mengurutkan input kemudian diproses pembelajaran untuk memperoleh identifikasi, sbb:

- a. 2- propanol
- b. Aceton
- c. Benzena
- d. Etanol
- e. Etil-asetat
- f. Formalin
- g. Metanol
- h. N-Heksana

Pola itu akan memberikan keterangan sbb : contoh input = a,b,c,d,e,f,g,h menghasilkan ouput pola output (jenis gas) 3,5,7,1,2,8,6,4 dapat diartikan bahwa urutan jenis gas yang dikenali oleh JST SOM adalah 3 = benzena, 5 = etil-asetat, 7 = metanol, 1 = 2-propanol, 2 = aceton, 8 = N-heksana, 6 = formalin dan 4 = etanol. Setiap input yang dilakukan proses JST akan menghasilkan pola yang menunjukkan jenis gas terlebih dahulu yang dikenali. Artinya urtutan pola itu adalah jenis gas mana yang terdekat jaraknya dan menjadi neuron pemenang seperti diketahui prinsip dasar JST SOM [14].

Tabel 7. Pemrosesan identifikasi jenis gas

Pemrosesan Pengujian JST	
Untuk mengenali pola 8 jenis gas	
Terdiri input / output	
(Output)	(Input)
Identifikasi jenis gas (uji ke 1)	
3 5 7 1 2 8 6 4	(a,b,c,d,e,f,g,h)
7 5 1 4 3 6 8 2	(b,c,d,e,f,g,h,a)
2 5 3 8 1 6 4 7	(c,d,e,f,g,h,a,b)
8 2 3 7 4 6 1 5	(d,e,f,g,h,a,b,c)
1 6 3 2 5 4 8 7	(e,f,g,h,a,b,c,d)
8 3 1 6 4 5 7 2	(f,g,h,a,b,c,d,e)
6 3 1 2 5 8 7 6	(g,h,a,b,c,d,e,f)
Identifikasi jenis gas (uji ke 2) dari input	
6 8 4 5 1 3 7 6	(a,c,b,d,e,f,g,h) *
6 1 3 4 7 8 5 2	(a,d,b,c,e,f,g,h)
2 1 5 7 3 6 4 8	(a,e,b,c,d,f,g,h)
2 7 6 3 4 1 5 8	(a,f,b,c,d,e,g,h)
2 1 3 6 8 7 4 5	(a,g,b,c,d,e,f,h)
4 8 2 3 1 5 6 4	(a,h,b,c,d,e,f,g) *
Identifikasi jenis gas (uji ke 3) dari input	
5 2 4 6 8 3 7 1	(b,a,c,d,e,f,g,h)
4 3 8 2 5 7 6 1	(b,c,a,d,e,f,g,h)
8 1 2 5 3 4 7 6	(b,d,a,c,e,f,g,h)
1 8 6 2 5 4 7 3	(b,e,a,c,d,f,g,h)
5 6 7 4 2 8 3 1	(b,f,a,c,d,e,g,h)
2 5 8 3 6 4 7 1	(b,g,a,c,d,e,f,h)
1 3 2 4 7 5 6 8	(b,h,a,c,d,e,f,g)
Identifikasi jenis gas (uji ke 4) dari input	
2 5 4 8 3 6 1 7	(c,a,b,d,e,f,g,h)
2 3 5 7 6 8 4 1	(d,a,b,c,e,f,g,h)
2 8 3 1 6 4 5 7	(f,a,b,c,d,e,g,h)
2 3 5 8 4 7 6 1	(g,a,b,c,d,e,f,h)
Identifikasi jenis gas (uji ke 5) dari input	
1 8 6 3 5 7 4 2	(h,b,c,d,e,f,g,a)
6 2 7 1 5 8 3 6	(h,a,c,d,e,f,g,b) *
6 4 7 8 2 5 3 1	(h,a,b,d,e,f,g,c)
8 7 5 1 4 2 3 8	(h,a,b,c,e,f,g,d) *
2 4 5 6 7 3 1 8	(h,a,b,c,d,f,g,e)
7 2 5 4 1 6 8 3	(h,a,b,c,d,e,g,f)
1 4 6 5 3 7 8 2	(h,a,b,c,d,e,f,g)
6 3 7 8 5 1 4 6	(h,g,f,e,d,c,b,a)



Gambar 13. Pola Keluaran JST SOM

Hasil pembelajaran JST SOM mengidentifikasi jenis-jenis gas yang diujikan itu mengalami keberhasilan signifikan. Dari data-data yang diujikan diketahui 32 kali percobaan mengalami kegagalan 4 kali. Tingkat prosesntasi keberhasilan JST SOM dalam mengenali jenis-jenis gas sebesar $(4 : 32 = 0,125)$ 87,5 %. Kesalahan yang terjadi disebabkan jumlah gas yang dialirkan ke dalam deret sensor tersebut tidaklah sama konsentrasinya. Ketika melakukan pengosongan gas dari dalam deret sensor sebelum gas dialirkan kedalam masih terdapat sisa

gas sebelumnya. Ketidak konsisten data juga dapat mempengaruhi seperti keluaran tanggapan sinyal sensor gas yang nilainya saling mendekati.

4. KESIMPULAN

Hasil pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation menunjukkan bahwa proses identifikasi jenis gas dapat langsung dikenali walau Epochnya belum maksimal namun memiliki kelemahan dan kelebihan. Kelebihannya epoch belum maksimal jenis gas sudah dapat dikenali tetapi kelemahannya hasilnya nilai dari epoch tersebut diinginkan hanya 75 % saja. Apabila diinginkan sempurna maka harus maksimum Epoch tersebut tercapai hingga selesai. Tetapi kelemahannya membutuhkan waktu lama. Dibandingkan pembelajaran JST Self Organizing Map melalui data sinyal gas yang dialirkan ke dalam deret sensor berupa tanggapan sinyal keluaran tegangan sensor menunjukkan dapat mengenali secara otomatis dan selektif terhadap gas tersebut. Kelebihannya cepat mengenali jenis gas walau Epochnya kecil namun kelemahannya terkadang polanya mengalami hasil keluaran ganda. Namun tingkat keberhasilannya sebesar 87,5%.

Percobaan yang dilakukan ini dapat disimpulkan bahwa masing-masing sampel gas mempunyai karakteristik yang berbeda. Berdasarkan pola identifikasi sensor gas terhadap jenis-jenis gas juga memiliki perbedaan. Proses training dan running jaringan syaraf tiruan Self Organizing Map terhadap gas oleh deret sensor secara cepat dapat mengenali pola gas tersebut sebesar 87,5% dan memunculkan output neuron sebagai pemenang. Untuk proses melakukan pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan SOM adalah terbaik dibandingkan dengan Backpropagation. Yang hanya 75 %.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Eliyani, (2005), " Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan", *Materi Kuliah.Com*
- Rivai M, Mujiono T, Juwono H (2006), "Identification of Organic Solvent Vapors Using Polymer Coated SiO₂ Crystal Array ", *The Fourth Saudi Technical Conference and Exhibition, Riyadh, Saudi Arabia, pp.244-249*
- Rivai M, (2006), " *Tranduser*", *Lecture Handout Sensor dan Tranduser, ITS, Surabaya.*
- Figaro (2004)," *General Information for TGS Sensors*",Com/products/Common(1104)pdf.
- Datasheet Atmel 8 – Bit AVR Microcontroller with 8 K Bytes in System Programmable Flash, ATmega 8535 dan 8535L, Summary
- Haykin S, (1994), " *Neural Network and Comprehensive Foundation*", *Prentice hall, USA. Bab 10.5 hal 408-433.*
- Irini Reljin, Branimir R, Gordana J, (2003)," Clustering and Mapping Spatial-Temporal Data sets Using SOM *Neural Networks*", *Journal of Automatic Control, University of Belgrade: vol13 (1): 55-60*
- Setyo N, Agus H, (2005), " Penerapan Metode Active Learning Pada Klasifikasi Pola Berbasis Contoh", *Seminar Internasional Teknologi Informasi.*
- Muis S, (2006), " Teknik Jaringan Saraf Tiruan", *Graha Ilmu, Yogyakarta.*
- Siang J J,(2005), ' Jaringan Saraf Tiruan Programnya Menggunakan MATLAB", *Andi, Yogyakarta.*
- Rivai M, (2007), " *Neural Network* ", *Lecture Handout : Neural Network , ITS, Surabaya.*
- Puguh S P, (2008), " Optimasi Jumlah Sensor Gas Semikonduktor Menggunakan Algoritma Genetika ", Jurusan Teknik Elektro, FTI, ITS Surabaya