

# Identifikasi Penyakit Halitosis dengan Sensor Gas menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Pembelajaran *Backpropagation*

Deki Andreas Putra, S.Kom<sup>1</sup>, Andrizal, M.T<sup>2</sup>, Tati Erlina, M.IT<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Jurusan Sistem Komputer FTI Universitas Andalas  
Jln. Kampus Limau Manis Kota Padang 25163 INDONESIA

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang  
Jln. Kampus Limau Manis Kota Padang 25163 INDONESIA

dekiandreas@gmail.com andrizalpoli@gmail.com tatiertina@fmipa.unand.ac.id

**Abstrak**— Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi bau mulut seseorang apakah *halitosis* atau tidak. *Halitosis* merupakan suatu istilah yang digunakan untuk menerangkan adanya bau yang tidak disukai sewaktu terhembus udara yang disebabkan sisa makanan yang tertinggal dalam rongga mulut. Sistem yang dirancang menggunakan sensor gas TGS 2602 yang berfungsi untuk mendeteksi kadar gas *hidrogen sulfida* yang terkandung pada nafas seseorang. Untuk pengambilan keputusan, sistem ini menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan metode pembelajaran *backpropagation*. Hasil yang diperoleh dengan 5 kali pengujian adalah sampel *halitosis* dapat dideteksi dengan tingkat keberhasilan 80%, sedangkan untuk sampel acak berhasil dideteksi 2 sampel yang mengalami *halitosis* dengan tingkat keberhasilan masing-masing 100% dan 80%, serta 8 sampel acak lain tidak mengalami *halitosis* dengan tingkat keberhasilan 100%. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat dijadikan sebagai alternatif untuk menguji apakah seseorang menderita *halitosis* atau tidak.

**Kata Kunci** : Sensor Gas, *Hidrogen Sulfida*, *Halitosis*, Jaringan Syaraf Tiruan, *Backpropagation*.

## I. PENDAHULUAN

*Halitosis* merupakan suatu istilah yang digunakan untuk menerangkan adanya bau yang tidak disukai sewaktu terhembus udara yang disebabkan sisa makanan yang tertinggal dalam rongga mulut<sup>[1],[2]</sup>. Pengecekan *halitosis* dapat dilakukan dengan menghitung kadar *Volatile Sulfur Compounds* (VSCs) yang dihembuskan melalui mulut atau dengan beberapa cara lain. Cara yang praktis dapat dilakukan dengan mencium bau nafas sendiri. Namun, cara ini jarang dilakukan orang karena hasilnya tergantung pada persepsi orang

tersebut serta tidak tahan dengan bau yang tercium. Selain itu, dapat juga dilakukan dengan menggunakan halimeter. Namun hanya digunakan pada praktik dokter gigi.

Beberapa penelitian<sup>[3],[4]</sup> telah membuktikan bahwa *Hidrogen Sulfida* ( $H_2S$ ) dan *Metil Mercaptan* ( $CH_3SH$ ) pada VSCs hampir 90% menghasilkan bau, sedangkan *Dimetil Sulfida* ( $CH_3SCH_3$ ) hanya sekitar 10%. Dengan demikian, pengecekan *halitosis* dapat diketahui dari unsur yang dominan yaitu *hidrogen sulfida*. Unsur *Hidrogen Sulfida* yang ada pada udara pernafasan dapat diketahui dengan menggunakan sensor gas yang sensitif terhadap gas tersebut yaitu TGS 2602.

Hasil deteksi sensor gas, dinyatakan pada jaringan syaraf tiruan metode pembelajaran *backpropagation* sebagai bagian pemroses untuk pengambilan keputusan. Objek yang diteliti adalah bau mulut penderita *halitosis* dan bau mulut sampel acak yang dideteksi dengan sensor gas kemudian diintegrasikan ke komputer menggunakan jaringan syaraf tiruan agar dapat diketahui *halitosis* atau tidak.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Sensor Gas TGS 2602

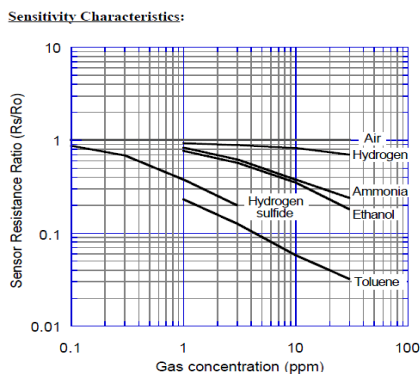
Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Sensor gas adalah alat yang dapat menghasilkan sinyal listrik sebagai fungsi interaksinya dengan senyawa kimia, dalam hal ini gas atau uap senyawa organik. TGS 2602 memiliki

tingkat sensitivitas dan selektifitas yang baik pada kontaminasi udara terhadap kadar gas di luar ruang seperti amonia dan gas *hidrogen sulfida* (H<sub>2</sub>S) yang berasal dari tempat pembuangan<sup>[5]</sup>. Berikut ini gambar sensor gas TGS 2602 :

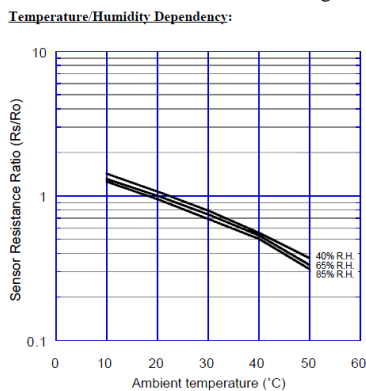


Gambar 1(a). Sensor Gas TGS 2602<sup>[5]</sup>

Karakteristik sensitivitas sensor TGS 2602 untuk beberapa jenis gas diperlihatkan pada gambar 1(b). Pada sumbu y merupakan perbandingan resistansi sensor, dimana  $R_s$  merupakan resistansi sensor yang ditampilkan gas pada konsentrasi berbeda dan  $R_o$  merupakan resistansi sensor pada udara bersih. Pada gambar 1(c) merupakan ketergantungan sensor terhadap suhu dan kelembaban. Sumbu y merupakan perbandingan resistansi sensor, dimana  $R_s$  merupakan resistansi sensor di udara bersih pada suhu/kelembaban berbeda, dan  $R_o$  merupakan resistansi sensor di udara bersih pada 20<sup>0</sup>C dan 65% RH.



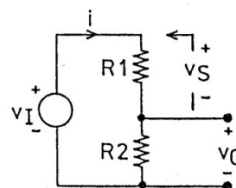
Gambar 1(b). Rasio Hambatan Sensor TGS 2602 dengan Konsentrasi Gas<sup>[5]</sup>



Gambar 1(c). Ketergantungan Suhu dan Kelembaban pada Sensor TGS 2602<sup>[5]</sup>

### B. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Pengkondisi sinyal adalah sistem elektronika yang bertugas mengkondisikan sinyal dari sensor agar sesuai dengan kebutuhan sinyal untuk mikrokontroler<sup>[6]</sup>. Pengkondisi sinyal diimplementasikan dalam bentuk rangkaian yang disesuaikan dengan kebutuhan. Pada sensor gas TGS 2602 ini, rangkaian pengkondisi sinyal yang dipakai adalah rangkaian pembagi tegangan yang biasanya digunakan untuk membagi tegangan atau mengkonversi dari resistansi sebuah tegangan. Gambar 2 berikut ini merupakan gambar rangkaian pembagi tegangan :



Gambar 2. Rangkaian Pembagi Tegangan<sup>[6]</sup>

### C. ADC (Analog Digital Converter)

ADC digunakan sebagai rangkaian yang mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Dengan menggunakan ADC, dapat diamati sinyal-sinyal dari perubahan-perubahan sinyal analog seperti perubahan suhu, kepekatan asap, tekanan udara, kecepatan angin, berat benda, kadar asam (pH). Hal yang paling penting dalam suatu rangkaian ADC adalah resolusi, yaitu besaran analog terkecil yang masih dapat dikonversi menjadi satuan digital<sup>[7]</sup>.

Masukan analog sebenarnya ( $V_{in}$ ) sama dengan selisih antara tegangan-tegangan yang dihubungkan dengan ke dua pin masukan yaitu  $V_{in} = V_{in(+)} - V_{in(-)}$ . Kalau masukan analog berupa tegangan tunggal, tegangan ini harus dihubungkan dengan  $V_{in(+)}$ , sedangkan  $V_{in(-)}$  dihubungkan ke *ground*. Untuk operasi kali ini, ADC mikrokontroler ATmega328 menggunakan  $V_{cc} = 5$  Volt sebagai tegangan referensi. Dalam hal ini jangkauan masukan analog mulai dari 0 Volt sampai 5 Volt (skala penuh), karena ADC Mikrokontroler ATmega328 10-bit, maka resolusinya akan sama dengan :

$$resolusi = \frac{V_{reff}}{(2^n - 1)}$$

$$= \frac{5 \text{ V}}{(2^{10} - 1)} = 0,00488 \text{ V} = 4,88 \text{ mV}$$

Keterangan :

- n = banyaknya bit ADC
- V<sub>reff</sub> = tegangan referensi yang digunakan

#### D. Jaringan Syaraf Tiruan

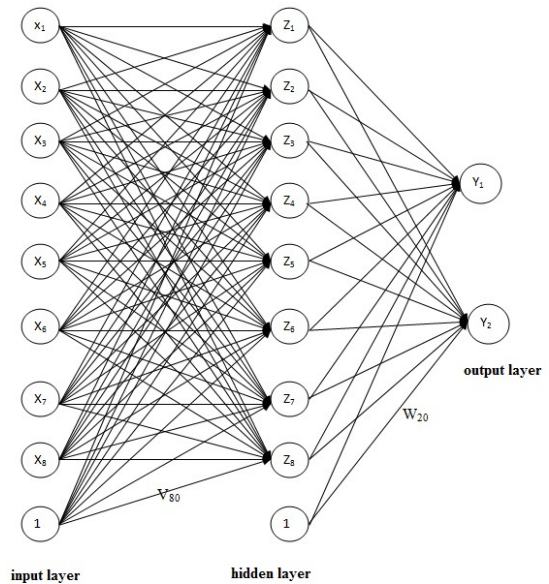
Jaringan syaraf tiruan adalah paradigma pengolahan informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi, seperti proses informasi pada otak manusia, cara kerja jaringan syaraf tiruan sama dengan cara kerja manusia yaitu belajar melalui contoh<sup>[8],[10]</sup>. *Backpropagation* melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan, serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa (tapi tidak sama) dengan pola yang dipakai selama pelatihan<sup>[9],[10]</sup>.

Pelatihan *Backpropagation* meliputi 3 fase. Fase pertama adalah fase maju. Pola masukan dihitung maju mulai dari layar masukan hingga layar keluaran menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Fase kedua adalah fase mundur. Selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Kesalahan tersebut dipropagasikan mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit dilayar keluaran. Fase ketiga adalah modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi.

### III. METODOLOGI DAN PERANCANGAN

Metodologi penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah :

1. Studi literatur
2. Pra Proses, meliputi : pengelompokan pola data hasil dari identifikasi gas H<sub>2</sub>S dengan sensor gas melalui metode FFT kemudian akan di uji dengan jaringan syaraf tiruan metode *backpropagation*.
3. Proses identifikasi penyakit halitosis
  - a. Arsitektur *backpropagation*

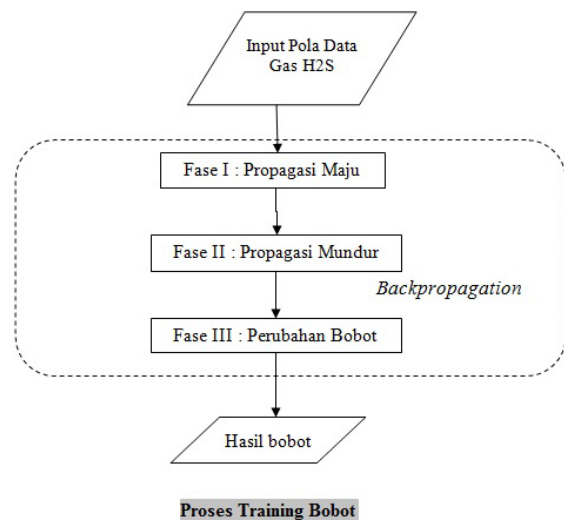


Gambar 2. Arsitektur *Backpropagation*

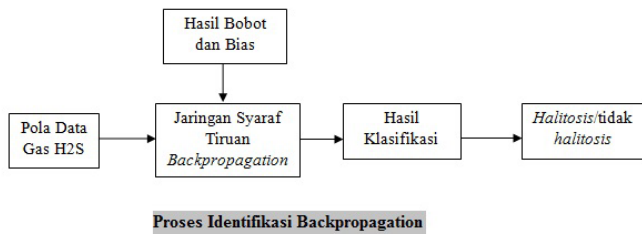
Perancangan *backpropagation* menggunakan 8 unit *input*, 8 *hidden layer*, dan 2 unit *output*.

- b. Rancangan pembelajaran (*training*) *backpropagation* :  
*Input* pola data – *backpropagation* – hasil bobot *training*
- c. Rancangan proses identifikasi *backpropagation* :  
*Input* pola data – hasil bobot *training* – hasil keputusan

#### A. Perancangan Software



Gambar 3(a). Proses *Training* Bobot

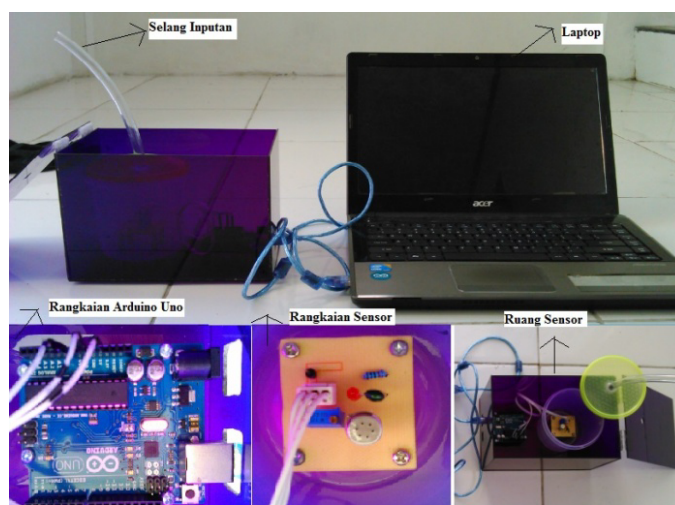


Gambar 3(b). Proses Identifikasi *Backpropagation*

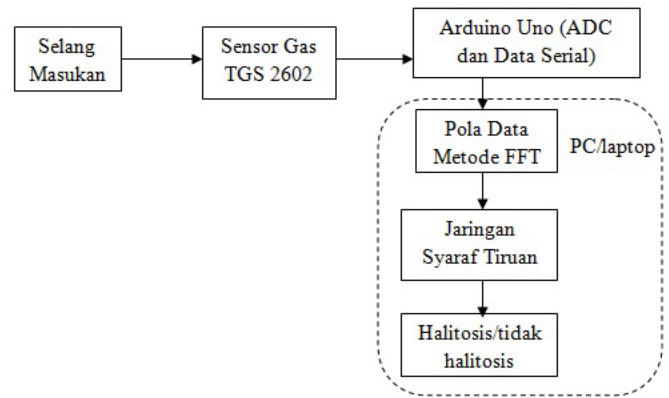
Secara garis besar, proses dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu proses *training* (pelatihan) dan proses identifikasi *halitosis*. Proses pelatihan berguna untuk melatih sistem dengan memasukkan data-data inputan ke jaringan syaraf tiruan kemudian diolah menggunakan metode *backpropagation*.

### B. Perancangan Sistem

Mekanik sistem ini terdiri dari selang *input*, ruang sensor, Arduino Uno, dan PC. Selang *input* digunakan sebagai saluran untuk memasukkan sampel nafas ke ruang sensor gas. Ketika sampel nafas telah masuk ke ruang sensor, maka sensor gas akan membaca sinyal data dalam bentuk analog dan mengirimkannya ke rangkaian sistem minimum untuk diolah menjadi sinyal digital. Setelah data diolah menjadi sinyal digital pada ADC, maka data akan dikirimkan lagi ke PC untuk dibuatkan pola datanya dengan menggunakan antarmuka data serial yang terdapat pada rangkaian sistem minimum. Pola data tadi akan diolah di PC sehingga muncul dalam bentuk grafik. Selanjutnya akan diolah menggunakan jaringan syaraf tiruan sehingga muncul apakah orang tersebut *halitosis* atau tidak.



Gambar 4(a). Perancangan Mekanik



Gambar 4(b). Blok Diagram Sistem

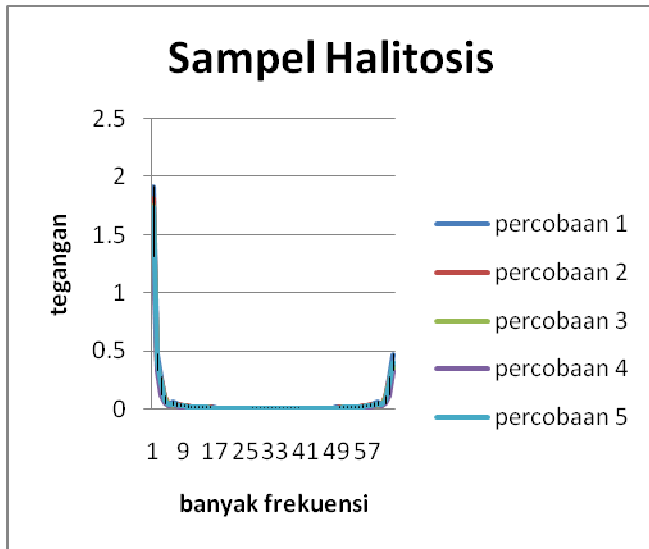
Pada perancangan blok diagram sistem ini menjelaskan tentang cara sistem berjalan. Rangkaian *Arduino Uno* digunakan untuk pembacaan data sensor dan dilakukan proses konversi data dari analog ke digital kemudian data dikirimkan ke komputer menggunakan komunikasi serial dari *Arduino Uno*. Sistem pada mikrokontroler ini sudah memiliki ADC dan komunikasi serialnya sendiri. Komputer digunakan untuk menganalisa data yang diperoleh dari mikrokontroler kemudian dilakukan pembacaan data, penyimpanan, dan mengolah data tersebut dengan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) sehingga didapatkan suatu pola data. Pola data ini akan diproses lebih lanjut dengan jaringan syaraf tiruan metode *backpropagation* untuk mengetahui apakah seseorang menderita *halitosis* atau tidak. Hasil identifikasi ini akan dimunculkan pada PC/laptop.

## IV. HASIL PENELITIAN

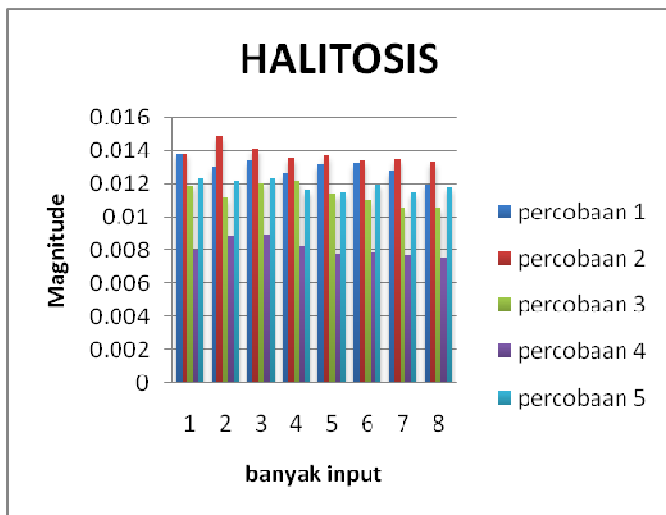
Pengujian *halitosis* dilakukan dengan cara menghembuskan nafas ke selang inputan yang telah terhubung langsung dengan rangkaian sensor. Rangkaian ini dihubungkan dengan komputer menggunakan kabel USB Board Arduino dan sebelumnya telah dilakukan pemanasan terhadap sensor selama 5-7 menit atau sampai nilai tegangan bernilai 0,25 V. Setelah pemanasan ini, baru dihembuskan nafas tadi, sehingga sensor dapat membaca data lalu di tampilkan di PC/laptop. Pengambilan data respon sensor terhadap sampel *halitosis* dilakukan sampai counter ke-64. Sampel

yang dideteksi dihembuskan ke dalam selang inputan dan berada dalam ruangan tertutup, agar sensor dapat membaca data dengan baik.

Berdasarkan respon yang ditunjukkan oleh gambar 5(a) diperoleh bahwa respon sensor terhadap sampel *halitosis* stabil pada frekuensi ke-22 sampai frekuensi ke-45. Untuk proses lebih lanjut dengan *backpropagation* yang memakai 8 input, maka frekuensi ke-22 sampai frekuensi ke-29 yang digunakan sebagai nilai input untuk *training* yang dapat dilihat pada gambar 5(b).



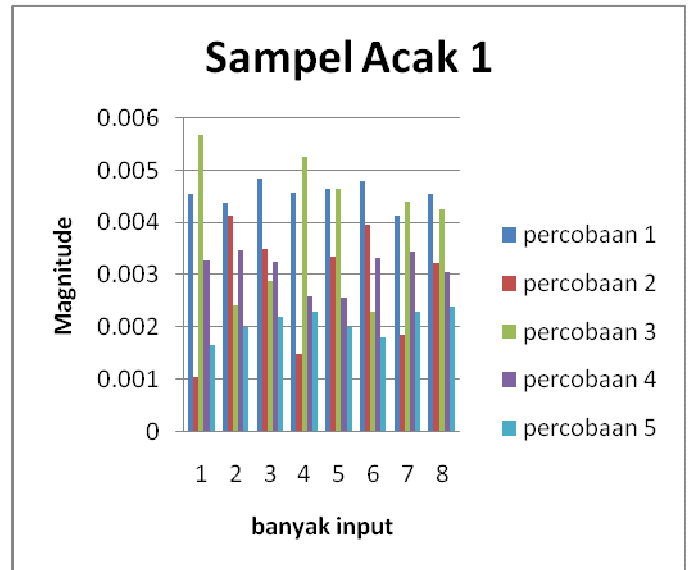
Gambar 5(a). Respon Sensor terhadap Sampel Halitosis sebanyak 64 frekuensi



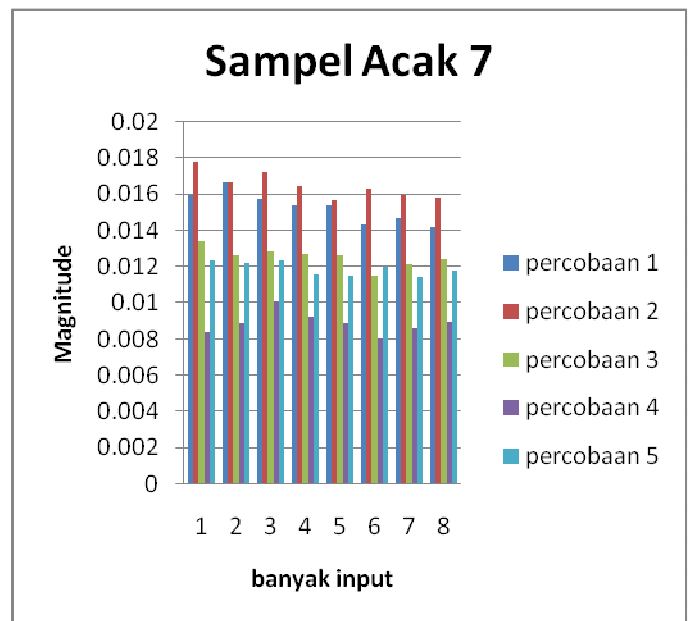
Gambar 5(b). Grafik Respon Sensor Sampel Halitosis

Pengambilan data respon sensor terhadap sampel acak juga sama dengan pengambilan sampel *halitosis*. Pengambilannya juga dilakukan sampai

frekuensi ke-64. Sampel yang dideteksi dihembuskan ke dalam selang inputan dan berada dalam ruangan tertutup, agar sensor dapat membaca data dengan baik. Grafik respon sensor terhadap sampel acak dapat dilihat pada gambar 5(c) dan 5(d) dibawah ini :



Gambar 5(c). Grafik Respon Sensor Sampel Acak 1



Gambar 5(d). Grafik Respon Sensor Sampel Acak 7

Pada gambar 5(c) memberikan respon bahwa sampelnya tidak *halitosis*, sedangkan pada gambar 5(d) memberikan respon bahwa sampel yang dihembuskan *halitosis*.

Berikut ini tabel hasil pengujian sampel *halitosis* dan sampel acak :

Tabel 1(a). Hasil Pengujian Sampel Halitosis

Pengujian ke-	1	2	3	4	5
Halitosis	√	√	√	—	√

Tabel 1(b). Hasil Pengujian Sampel Acak

Pengujian ke-	1	2	3	4	5
Sampel 1	—	—	—	—	—
Sampel 2	—	—	—	—	—
Sampel 3	—	—	—	—	—
Sampel 4	—	—	—	—	—
Sampel 5	—	—	—	—	—
Sampel 6	—	—	—	—	—
Sampel 7	√	√	√	√	√
Sampel 8	—	—	—	—	—
Sampel 9	√	√	√	√	√
Sampel 10	—	—	—	—	—

Keterangan :

(√) = halitosis

(—) = tidak halitosis

#### PEMBAHASAN

Proses *training* menggunakan 1 sampel data *halitosis* yang diambil dari 2 pasien yang menderita *halitosis* secara medis. Sampel yang diambil adalah sampel yang memiliki nilai *magnitude* stabil dari 64 counter tersebut, dimana nilai itu berasal dari hasil output FFT dan digunakan sebagai data input. Dalam hal ini, frekuensi ke-22 sampai frekuensi ke-29 yang dijadikan sebagai input *training*. Sampel yang dijadikan nilai input *training* yaitu sampel data *halitosis* pada percobaan ke-3 karena dari 5 kali percobaan, 4 percobaan mendekati *halitosis*. Dari keempat percobaan tersebut, percobaan ke-3 yang memiliki batas nilai terkecil. Sedangkan untuk sampel tidak *halitosis* diambil dari sampel acak yang berada dibawah range terkecil sampel *halitosis*. Pada penelitian ini diambil sampel acak 5 percobaan ke-4. Berikut sampel data yang digunakan pada proses *training* :

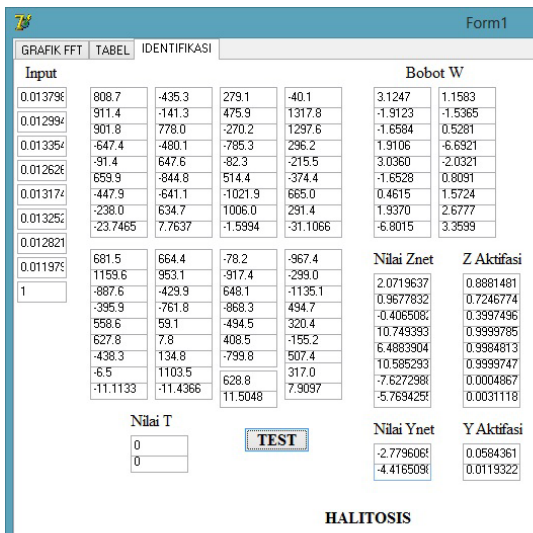
Tabel 2. Sampel Data Training

Sample Data	Input								Target	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	t1	t2
Halitosis	0.01187 4442	0.01112 8454	0.01207 3584	0.01218 2279	0.01139 8241	0.01098 2318	0.01060 3959	0.01059 1344	0	0
Acak	0.00732 6844	0.00826 0343	0.00814 0176	0.00764 2895	0.00651 1214	0.00681 6445	0.00704 6748	0.00643 3701	0	1

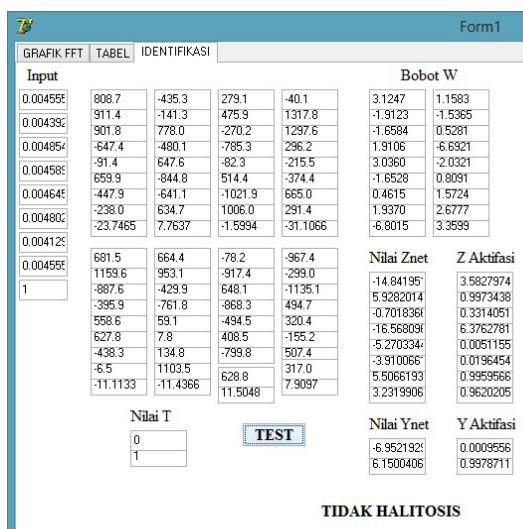
Proses *training* ini diperoleh dengan menggunakan pemrograman Matlab dengan nilai MSE 0.0001 dan laju pemahaman sebesar 0.1. Penentuan nilai tersebut diperoleh untuk mendapatkan nilai bobot baru yang akan digunakan untuk proses identifikasi. Pada *training* tersebut, nilai MSE 0.0001 dicapai pada epoch ke-3 dengan set defaults 100 epoch.

Proses identifikasi yang dilakukan hampir sama dengan proses *training*, hanya saja pada tahap ini yang dilakukan hanya proses perambatan maju (*forward identification*). Jika data yang diidentifikasi sesuai dengan bobot yang telah ditetapkan, maka program akan menampilkan langsung hasil dari identifikasi tersebut. Untuk melakukan proses identifikasi, ada beberapa prosedur yang harus dilakukan agar proses ini berjalan dengan baik, yaitu :

1. Selang inputan dan rangkaian alat sensor disiapkan.
2. Rangkaian alat sensor disambungkan ke komputer menggunakan kabel USB Board Arduino Uno.
3. *Software* dijalankan
4. Pengujian online dilakukan dengan menjalankan program pengambilan sampel data yang sebelumnya dilakukan pemanasan terhadap sensor. Setelah tegangan stabil dengan nilai 0,25 V, nafas dihembuskan ke selang inputan pada counter ke-10 lalu sampai pada counter ke-54 ruang penutup dibuka, kemudian muncul hasil output FFT yang akan menjadi input untuk identifikasi. Setelah mendapatkan input dan nilai bobot baru, dilakukan pengujian terhadap sampel yang diambil dengan menekan button TEST, sehingga dapat diketahui hasilnya.
5. Proses identifikasi ini dilakukan sebanyak 5 kali percobaan untuk sampel *halitosis* dan 10 sampel data untuk sampel acak.



Gambar 6(a). Hasil Identifikasi Sampel Halitosis



Gambar 6(b). Hasil Identifikasi Sampel Acak

Sampel data hasil keluaran FFT yang akan dijadikan data input untuk proses *training* diambil data sampel pertama pada percobaan yang ke-3 dari sampel *halitosis* dan sampel acak 5 percobaan ke-4 yang akan dijadikan pembanding untuk mendapatkan nilai bobot identifikasi. Pada sampel *halitosis*, dari 5 percobaan yang dilakukan terdapat 4 percobaan yang berhasil mendekati *halitosis*. Diantara 4 percobaan tersebut data ke-3 memiliki nilai terkecil. Pada sampel acak 5 percobaan ke-4, nilai tersebut yang diambil karena berada dibawah batas range sampel *halitosis* yang terkecil. Setiap data tersebut diberikan nilai target, untuk data

*halitosis* diberikan target 0-0 dan untuk sampel acak tadi diberikan target 0-1.

Setelah proses *training* sistem terhadap data input *halitosis*, maka dilakukan uji terhadap 10 sampel acak yang belum diketahui apakah *halitosis* atau tidak. Dari 10 sampel acak yang diambil masing-masing dengan 5 kali percobaan, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\frac{\text{jumlah data yang berhasil diidentifikasi}}{\text{banyak percobaan}} \times 100\%$$

Maka diperoleh 2 sampel mengalami *halitosis* dengan tingkat keberhasilan 100% dan 80%, serta 8 sampel tidak mengalami *halitosis* dengan tingkat keberhasilan 100%.

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Setelah sampel didapatkan, lalu dilakukan pengujian dan analisa pada tugas akhir ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Sensor TGS 2602 memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap unsur gas  $H_2S$  yang ada pada penderita *halitosis*.
2. Nilai magnitude hasil output FFT yang diberi sampel *halitosis* memiliki nilai yang stabil pada counter ke-22 sampai counter ke-45
3. Nilai input yang diambil untuk *training backpropagation* adalah nilai output yang stabil pada counter ke-22 sampai counter ke-45, dalam hal ini hanya dibutuhkan 8 input yaitu dari frekuensi ke-22 sampai frekuensi ke-29 dari sampel nafas *halitosis*.
4. Berdasarkan uji sistem terhadap 10 sampel acak, dapat diidentifikasi 8 sampel tidak *halitosis* dengan tingkat keberhasilan 100% dan 2 sampel mengalami *halitosis* dengan tingkat keberhasilan masing-masing 100% dan 80%.
5. Metode Jaringan Syaraf Tiruan dengan *training Backpropagation* dapat digunakan untuk mengidentifikasi apakah seseorang menderita *halitosis* atau tidak dengan inputan yang

berasal dari nilai *magnitude* hasil output metode FFT.

#### B. Saran

Beberapa saran yang diharapkan untuk pengembangan tugas akhir ini :

1. Sebelum pengambilan sampel data, sebaiknya menggunakan kipas angin agar sensor dapat stabil dan proses penstabilan tegangan dapat dilakukan lebih cepat karena hal ini juga akan berpengaruh terhadap nilai *magnitude* yang dihasilkan.
2. Agar pengambilan data lebih akurat, sebaiknya dipastikan dahulu ruang sensor tertutup dengan rapat dan tidak terpengaruh oleh unsur gas yang sensitif terhadap sensor.
3. Untuk penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan mengukur tingkatan *halitosis* berupa *halitosis* ringan dan *halitosis* akut.

#### REFERENSI

- [1] Herawati D. 2003. Mengenali Halitosis Patologis Berdasarkan Lokasi Asal untuk Keberhasilan Perawatan Mal-odor Oral. *Majalah Ceramah Ilmiah FKG UGM Yogyakarta*. Vol. 3 : 118-121.
- [2] Widagdo, Yanuaris, K.Suntya. Tanpa tahun. *Volatile Sulfur Compounds sebagai Penyebab Halitosis*. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Mahasaraswati Denpasar.
- [3] Anonymous. Tanpa tahun. *Kiat Jitu Menghadapi Bau Mulut*, [http://www.google.com/bakteriostatis\\_gingivitis\\_halitosis\\_dokter\\_gigi\\_bau\\_mulut\\_air\\_ludah.htm](http://www.google.com/bakteriostatis_gingivitis_halitosis_dokter_gigi_bau_mulut_air_ludah.htm). Diakses tanggal 20 Februari 2013.
- [4] Gunardi, Indrayadi and Y.S.Wimardhani. 2009. Oral Probiotik : Pendekatan Baru Terapi Halitosis. *Indonesian Journal of Dentistry*. Vol 16 (1): 64-71.
- [5] Anonim. 2001. Datasheet TGS 2602 – for the detection of Air Contaminants. USA : FIGARO.
- [6] Anonymous. Tanpa tahun. *Rangkaian Elektronika : Rangkaian Pembagi Tegangan*, <http://rangkaianelektronika.biz/rangkaian-pembagi-tegangan.htm>. Diakses tanggal 03 November 2013.
- [7] Iqbal, Muhammad. 2012. *Pembuatan Sistem Pendeteksi Wajah Menggunakan Sensor Kamera Face Detector Berbasis Arduino Atmega328*. Universitas Pendidikan Indonesia. Repository. Upi. Edu.
- [8] Sutojo, T. Mulyanto Edy, dan Suhartono Vincent. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta : Andi Offset
- [9] Jong Jek Siang. 2009. *Pengantar Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan MATLAB*. Jakarta.
- [10] Utami, Endrina. 2013. *Identifikasi Penyakit Diabetes melalui Bau Urine dengan Sensor Gas menggunakan Metoda Pembelajaran Backpropagation*. Padang : Universitas Andalas.