

IDENTIFIKASI *HALITOSIS* BERDASARKAN TINGKATAN BERBASIS SENSOR GAS MENGGUNAKAN METODE *LEARNING VECTOR QUANTIZATION*

Anisa Irviana¹, Andrizar², Dodon Yendri³

¹Sistem Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas

²Teknik Elektronika Politeknik Negeri Padang

³Sistem Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas

anisairviana@yahoo.com¹, andrizalpoli@gmail.com², dodon@fti.unand.ac.id³

ABSTRAK

Penyakit *diabetes mellitus* dan infeksi lambung dapat dideteksi melalui bau mulut tidak sedap penderita (*halitosis*). *Halitosis* merupakan suatu keadaan di mana terciumnya bau mulut pada saat seseorang mengeluarkan nafas (biasanya tercium pada saat berbicara). Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem identifikasi dan klasifikasi kesehatan mulut (*halitosis*). Sensor gas TGS-2602 akan mendeteksi kadar gas pada mulut penderita, dan mengirim data berupa sinyal analog ke mikrokontroler ATmega 328. Dengan melakukan pemrograman baca data pada *Raspberry Pi*, data dari mikrokontroler disimpan pada sebuah file dan kemudian data tersebut diolah menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) sehingga didapatkan pola data yang diinginkan. Pola data hasil keluaran *Fast Fourier Transform* (FFT) ini akan digunakan sebagai data input pada metode jaringan saraf tiruan *Learning Vector Quantization* (LVQ). Pengujian sistem dilakukan kepada orang dengan bau mulut penderita *halitosis* dan tidak *halitosis*. Hasil penelitian diperoleh persentase tingkat keberhasilan respon sensor terhadap sampel *halitosis* ringan 25%, sampel *halitosis* sedang 50%, sampel *Halitosis* akut 50% dan sampel tidak *halitosis* 100%.

Kata Kunci: Sensor Gas TGS-2602, *Halitosis*, FFT, LVQ, *Raspberry Pi*

ABSTRACT

Diabetes mellitus and gastrointestinal infections can be detected through an unpleasant mouth odor patients (halitosis). Halitosis is a condition in which the strong smell of someone's mouth during exhale (usually smell during the speech). This research aims to create a system of identification and classification of oral health (halitosis). TGS-2602 gas sensor will detect levels of gas at the mouth of the patient, and send data in the form of an analog signal to a microcontroller ATmega 328. By doing programming read data on Raspberry Pi, data from the microcontroller is stored in a file and then the data is processed using Fast Fourier Transform (FFT) to obtain the desired data pattern. The pattern of the data output Fast Fourier Transform (FFT) will be used as input data to the neural network method Learning Vector Quantization (LVQ). System testing is done to people with bad breath halitosis and halitosis sufferers. The results were obtained percentage success rate sensor response on a sample of 25% mild halitosis, halitosis samples were 50%, 50% acute Halitosis samples and samples of halitosis is not 100%.

Keywords : Gas sensor TGS-2602, *Halitosis*, FFT, LVQ, *Raspberry Pi*

1. PENDAHULUAN

Masalah kesehatan mulut merupakan faktor yang sangat mempengaruhi kepercayaan diri seseorang yang kita kenal sebagai *halitosis*. *Halitosis* merupakan suatu istilah yang digunakan untuk menerangkan adanya bau yang tidak sedap sewaktu terhebusnya udara yang disebabkan sisa makanan yang tertinggal dalam rongga mulut.

Seseorang dapat dikategorikan mengalami *halitosis* bila memiliki kadar $H_2S > 1.5\text{ng}/10\text{ ml}$, $CH_3SH > 0.5\text{ng}/10\text{ ml}$ dan $(CH_3)_2S > 0,2\text{ ng}/10\text{ ml}$ [1]. *Halitosis* disebabkan oleh faktor *intraoral* dan *ektraoral*. *Halitosis* juga merupakan penyebab atau indikasi dari penyakit seperti *diabetes mellitus* dan infeksi lambung. Cara lain dalam mendeteksi *halitosis* ini yaitu dengan halimeter, yaitu alat yang digunakan dalam praktek dokter gigi.

Berdasarkan uraian diatas, penulis telah membuat sebuah sistem otomatis untuk mengukur kadar dari taraf *Volatile Sulfure Compounds* (VSCs) dengan menggunakan sensor gas untuk menentukan tingkatan dari *halitosis*. Penentuan tingkatan *halitosis* ini memanfaatkan sensor gas yang dapat merespon unsur yang dominan pada bau mulut yaitu *hydrogen sulfida*. Hasil deteksi sensor gas diproses melalui metode *Fast Fourier Transform* (FFT) untuk merepresentasikan sinyal dalam domain perioda/waktu dan dalam domain frekuensi. Periode dibutuhkan untuk sebuah isyarat atau gelombang untuk mencapai gelombang penuh dan dapat menentukan hasil perodesitasnya, sedangkan frekuensi untuk menentukan jumlah gelombang yang terjadi dalam 1 detik. Selanjutnya hasil FFT diolah untuk mendapatkan pola data yang akan di jadikan sebagai input untuk diproses ke dalam jaringan saraf tiruan metode LVQ.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Halitosis

Halitosis adalah bau tidak sedap yang keluar dari rongga mulut. *Halitosis* juga disebut dengan istilah *oral malodor*, *fetor ex ore* atau *fetor oris*. *Halitosis* merupakan masalah rongga mulut yang sering ditemukan pada rongga mulut setelah insidensi karies dan kerusakan jaringan periodontal. *Halitosis* disebabkan karena adanya pembentukan VSCs yang terdiri dari H_2S , CH_3SH dan $(CH_3)_2S$.

Penyebab Halitosis

Halitosis atau bau mulut secara medis dibagi atas 2 macam yakni *halitosis* yang berasal dari dalam mulut (*intraoral*) dan *halitosis* yang berasal dari luar rongga mulut (*ekstraoral*). *Halitosis intraoral* disebabkan oleh karena kurangnya perhatian untuk menjaga kebersihan gigi dan mulut secara teratur. Sedangkan *halitosis ekstraoral* disebabkan oleh penyakit saluran pencernaan, diabetes mellitus, penyakit hati dan saluran pernafasan. Penyebab *halitosis* intraoral mempunyai persentase lebih banyak dibandingkan dengan *ekstraoral*, yaitu sebesar 80-90%. Selain itu *halitosis ekstraoral* juga bisa disebabkan oleh penggunaan obat-obatan yang mempunyai efek samping membuat mulut kering seperti obat antidepresi, diabetes dan darah tinggi.

Diagnosis Halitosis

Diagnosis *halitosis* sangat perlu dilakukan untuk mengetahui etiologi dari timbulnya *halitosis* tersebut. Dengan mengetahui etiologi secara pasti maka rencana perawatan terhadap pasien *halitosis* dapat dilakukan secara optimal. Pemeriksaan secara sistemik maupun *intraoral* sangat diperlukan untuk mengetahui etiologi seseorang mengalami *halitosis*.

Metode untuk mendiagnosa *halitosis* terbagi dua yaitu metode langsung dan metode tidak langsung. Metode langsung dilakukan dengan cara menghirup secara langsung gas-gas yang berasal dari rongga mulut pasien yang mengandung sulfur penyebab timbulnya *halitosis*. Metode tidak langsung biasanya dilakukan di laboratorium untuk mengetahui jenis mikroorganisme yang berperan dalam menghasilkan *Volatile Sulfure Compounds* (VSCs) atau mengidentifikasi gas-gas yang menjadi hasil metabolisme dari suatu bakteri yang dapat menyebabkan *halitosis*.

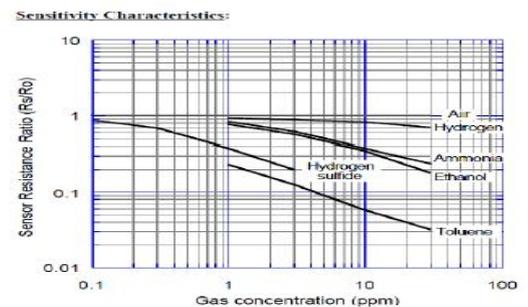
Sensor Gas

Sensor TGS-2602 memiliki tingkat sensitivitas dan selektifitas yang baik pada kontaminasi udara terhadap kadar gas di luar ruang seperti ammonia dan H_2S , konsentrasi yang rendah dari alkohol.



Gambar 1. Sensor Gas TGS-2602.

Gambar 1. Menunjukkan karakteristik sensitivitas sensor TGS-2602 untuk beberapa jenis gas. 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.



Gambar 2. Rasio hambatan sensor TGS-2602 dengan konsentrasi gas

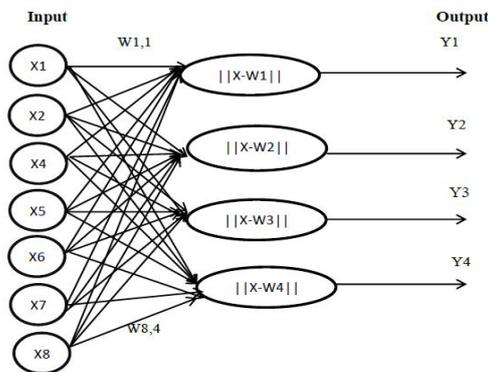
Fast Fourier Transform (FFT)

FFT merupakan algoritma transformasi *Fourier* yang dikembangkan dari algoritma *Discrete Transform Fourier* (DFT). Dengan metode FFT, laju komputasi dari perhitungan transformasi *Fourier* dapat ditingkatkan. Transformasi *Fourier* berfungsi untuk merubah sebuah sinyal domain waktu untuk ditampilkan menjadi sinyal domain frekuensi. FFT banyak diterapkan dalam berbagai bidang, seperti pengolahan sinyal digital, memecahkan permasalahan *differensial amplifier* dan untuk mengalikan bilangan bulat besar.

Metode *Learning Vector Quantization (LVQ)*

LVQ adalah suatu metode pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Suatu lapisan kompetitif digunakan untuk mengklasifikasikan vektor-vektor input. Kelas-kelas yang didapatkan sebagai hasil dari lapisan kompetitif akan tergantung pada jarak antara vektor-vektor input dengan vektor bobot. Apabila dua vektor input mendekati sama, maka lapisan kompetitif akan meletakkan kedua vektor input tersebut ke dalam kelas yang sama.

Hasil dari lapisan kompetitif ini berupa kelas, yang kemudian akan dihubungkan dengan lapisan output. Sebagai contoh ada delapan variabel dari vektor input, yaitu $X = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8,)$ dengan unit keluaran Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 serta empat vektor bobot, maka arsitektur jaringan LVQ dapat dirumuskan seperti gambar 3 berikut.

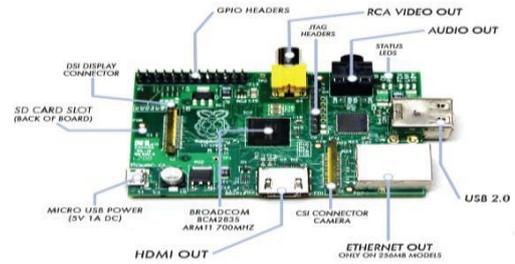


Gambar 3. Arsitektur jaringan *learning vektor quantization* dengan 8 input dan 4 vektor bobot

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa dalam LVQ terdapat dua vektor bobot yang menghubungkan setiap masukan dengan unit keluaran sehingga dapat dikatakan bahwa setiap keluaran pada LVQ berhubungan dengan sebuah vektor bobot. Pengenalan dalam metode LVQ ini terdapat dua proses, yaitu proses pembelajaran dan proses pengujian.

Raspberry Pi

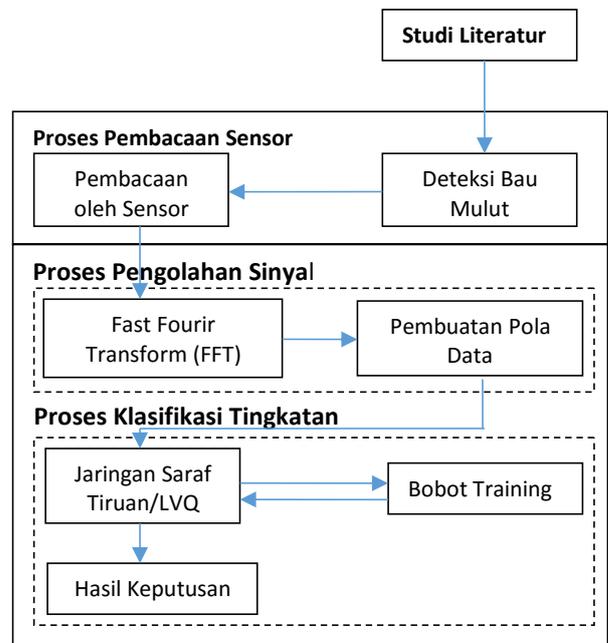
Raspberry Pi merupakan *single board* seukuran kartu kredit. Dikarenakan ukurannya yang jauh lebih kecil dari komputer biasa, kemampuan komputer mini ini pun dibawah komputer biasa. Raspberry Pi kebanyakan digunakan untuk kegiatan pembelajaran yang tidak memerlukan alokasi memori yang besar seperti belajar pemrograman.



Gambar 4. Raspberry Pi

3. METODE

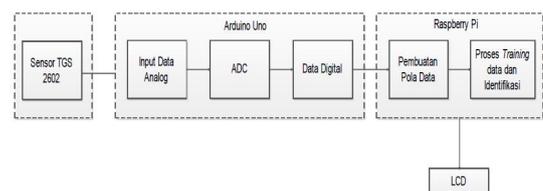
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Experimental Research* yang dilakukan dalam beberapa tahapan yakni (1) studi literatur, (2) proses pembacaan sensor, (3) proses pengolahan sinyal dan (4) proses pengklasifikasian tingkatan seperti terlihat pada pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Tahapan penelitian

Perancangan

Perancangan sistem diawali terlebih dahulu dengan membuat Blok Diagram Sistem seperti terlihat pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Blok diagram sistem

Perancangan sistem terdiri dari perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat

lunak meliputi program untuk pembacaan nilai tegangan hasil proses dari Mikrokontroler ATmega328 dan program untuk pengolahan data pada komputer untuk mendapatkan pola data gas H₂S untuk diolah kembali menggunakan metode LVQ. Hasil pengolahan data menggunakan metode LVQ akan dihasilkan keputusan apakah responden tidak menderita *halitosis*, *halitosis* ringan, *halitosis* sedang dan *halitosis* akut.

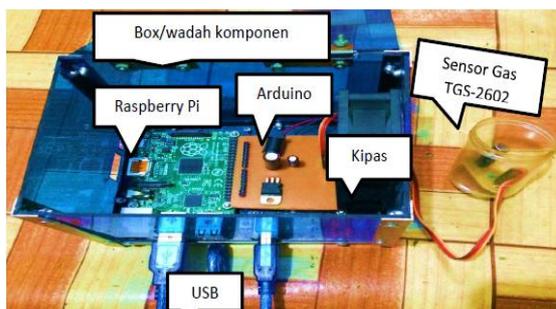
Rangkaian Arduino Uno berbasis Mikrokontroler ATmega328 digunakan untuk pembacaan data sensor TGS 2602 dan dilakukan proses konversi data dari analog ke digital oleh modul ADC. Hasil konversi data berupa data digital kemudian dikirimkan ke komputer melalui komunikasi serial serta membangkitkan sinyal pemanas pulsa.

Pada Raspberry Pi dilakukan pemrograman baca data dari mikrokontroler dan menyimpannya pada suatu file dan kemudian mengolahnya menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) sehingga didapatkan pola data yang diinginkan. Selanjutnya pola data hasil keluaran *Fast Fourier Transform* (FFT) ini akan digunakan sebagai data input pada metode jaringan saraf tiruan *Learning Vector Quantization* (LVQ) sehingga didapatkan kelas keputusan yang akan ditampilkan pada LCD.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mekanik Sistem

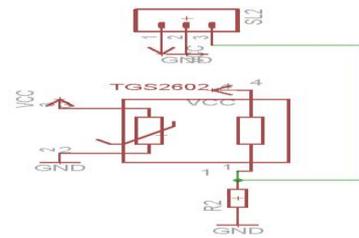
Mekanik sistem ini terdiri dari wadah tempat sensor, Arduino Uno, kabel USB Kipas, Raspberry Pi dan LCD monitor seperti terlihat pada Gambar 7 berikut.



Pengujian

Pengujian Sensor TGS 2602

Sensor TGS-2602 memiliki nilai resistansi yang berubah-ubah apabila terkena gas. Keluaran dari sensor gas ini berupa tahanan, oleh karena itu di butuhkan rangkaian pengkondisian sinyal untuk mengubah keluaran tahanan dari sensor menjadi tegangan, tegangan input yang diberikan harus konstan dengan nilai tegangan masukan 5V DC.



Gambar 8. Rangkaian pengkondisian sinyal

Pengujian rangkaian dilakukan dengan memberikan sampel nafas ke rangkaian sensor. Sensor TGS-2602 memiliki resistansi R_s yang akan berubah bila terkena bau. Untuk mencari nilai R_s , digunakan rumus berikut ini:

$$R_s = \frac{V_c \times R_l}{V_{out}} - R_l \dots\dots (1)$$

Untuk mendapatkan tahanan dalam (R_s) dapat diuji berdasarkan hasil yang telah dibuat yaitu:

Untuk nilai $V_{RL} = 0,525$ Volt, $V_c = 4,95$ Volt, dan $R_L = 10$ kOhm

$$\begin{aligned} &= \frac{0,95 \times 10 \text{ kOhm}}{0,525 \text{ V}} - 10 \text{ kOhm} \\ &= 84,28 \text{ kOhm} \end{aligned}$$

Berikut merupakan beberapa hasil uji rangkaian sensor yang dilakukan sebanyak 6 kali:

Tabel 1. Data tahanan sensor

V_{in}	V_{RL} (V)	R_L (kOhm)	R_s (kOhm)
4,95	0,525	10	84,28
4,95	0,584	10	74,76
4,95	0,592	10	73,61
4,95	0,607	10	71,54
4,95	0,618	10	70,09
4,95	0,633	10	68,19

Jadi, untuk nilai R_s berbanding terbalik dengan nilai V_{RL} . Semakin besar nilai R_s maka semakin rendah nilai V_{RL} .

Pengujian dan Analisa Rangkaian ADC

Pengujian ADC dilakukan dengan memberikan tegangan input pada Arduino Uno kemudian ditampilkan pada multimeter untuk endapatkan data yang telah dikonversi. ADC yang digunakan adalah ADC 10 bit yang terdapat pada ATmega328, sehingga nilai $1\text{LSB} = 5 \text{ V} / 2^{10} = 0,00488 \text{ V} = 4,88 \text{ mV}$.

Untuk mendapatkan nilai Out ADC berdasarkan hasil pengukuran V_{out} sensor dapat digunakan persamaan:

$$Out_{ADC} = \frac{V_{out\ sensor}}{4,88 \text{ mV}} \dots\dots (2)$$

Berikut adalah beberapa hasil uji rangkaian ADC yang dilakukan sebanyak 6 kali:

Tabel 2. Tabel pengukuran ADC

V _{out} Sensor	Out ADC (serial monitor)	Out ADC (perhitungan)
0,525	106	110
0,584	109	122
0,592	114	124
0,607	119	127
0,618	122	129
0,633	123	132

Pengujian Respon Sensor TGS-2602

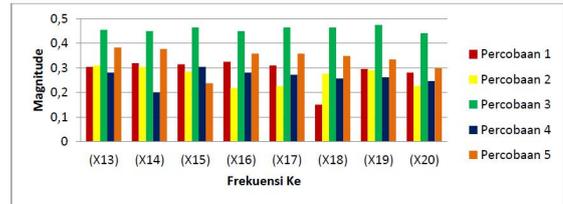
Pengujian respon sistem dilakukan dengan menggunakan Raspberry Pi. Respon sensor memperlihatkan data uji sampel yang dilakukan dengan cara meniupkan nafas kedalam ruang/wadah yang berisi sensor gas, dimana sensor akan merespon langsung gas H₂S yang keluar dari dalam mulut. Setelah sensor merespon gas H₂S, hasilnya dapat dilihat pada monitor yang mengulang (panjangnya 32 spektrum) dimana sebelumnya telah di set pada Arduino sebanyak 32 kali. Monitor dihubungkan dengan HDMI pada Raspberry Pi, kemudian data keluaran yang telah diproses di Raspberry Pi tersebut akan di *training* di Matlab dengan menggunakan laptop dan mendapatkan nilai bobot awal dan bobot akhir. Nilai bobot ini dijadikan sebagai input identifikasi pada Raspberry Pi yang akan menghasilkan keputusan apakah sampel yang diinputkan tidak *halitosis*, *halitosis* ringan, *halitosis* sedang dan *halitosis* akut.

Respon Sensor Terhadap Data Tidak Halitosis

Pengambilan data respon sensor terhadap sampel tidak *halitosis* dilakukan sampai counter ke-32. Tetapi untuk input hanya digunakan 8 input spektrum saja, karena 8 itu adalah pola unik yang telah didapat dari hasil output FFT, yakni dari counter 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20. Berikut data dan grafiknya dapat dilihat pada tabel 3 dan gambar 9 dengan 5 kali percobaan.

Tabel 3. Respon sensor terhadap data tidak *halitosis*

Percobaan	MAGNITUDE SPEKTRUM							
	(X13)	(X14)	(X15)	(X16)	(X17)	(X18)	(X19)	(X20)
1	0.304839	0.319355	0.314516	0.324194	0.309677	0.150000	0.295161	0.280645
2	0.309677	0.304839	0.285484	0.217742	0.227419	0.275806	0.290323	0.227419
3	0.454839	0.450000	0.464516	0.450000	0.464516	0.464516	0.474194	0.440323
4	0.280645	0.198387	0.304839	0.280645	0.270968	0.256452	0.26129	0.246774
5	0.382258	0.377419	0.237097	0.358065	0.358065	0.348387	0.333871	0.300000



Gambar 9. Grafik respon sensor terhadap data tidak *halitosis*

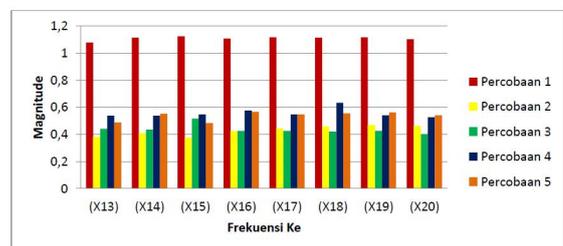
Berdasarkan tabel 3 dan gambar 9 diperoleh hasil yang bermacam-macam, seperti terlihat pada table, dari percobaan 1 sampai 5 didapatkan *magnitude spektrum* yang beragam dan unik. Data *magnitude spektrum* tersebut merupakan keluaran dari sensor gas yang telah di konversi menjadi data digital. Sensor TGS-2602 dapat memberikan respon terhadap sampel tidak *halitosis*, namun respon sensor tidak terlalu besar. Pada grafik dengan magnitude 0 sampai 0,5 dapat pula dilihat bahwa pada percobaan yang ke-3 grafiknya lebih tinggi dari yang lainnya, yaitu hampir mencapai magnitude 0,5. Pada percobaan ke-1 dan ke-2 nya mencapai nilai magnitude dari 0,2-0,3 dan pada percobaan ke-4 dan ke-5 mencapai nilai magnitude dari 0,2-0,4.

Respon Sensor terhadap data Halitosis Ringan

Pengambilan data respon sensor terhadap sampel data *halitosis* ringan sama dengan pengambilan data tidak *halitosis*. Hasil pengujian respon sensor terhadap data *halitosis* ringan dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 10 berikut.

Tabel 4. Respon sensor terhadap sampel *halitosis* ringan

Percobaan	MAGNITUDE SPEKTRUM							
	(X13)	(X14)	(X15)	(X16)	(X17)	(X18)	(X19)	(X20)
1	1.079032	1.112903	1.122581	1.108065	1.117742	1.112903	1.117742	1.103226
2	0.382258	0.41129	0.377419	0.425806	0.445161	0.459677	0.469355	0.464516
3	0.440323	0.435484	0.517742	0.425806	0.425806	0.420968	0.425806	0.401613
4	0.537097	0.537097	0.546774	0.575806	0.546774	0.633871	0.541935	0.527419
5	0.48871	0.551613	0.483871	0.566129	0.546774	0.556452	0.56129	0.541935



Gambar 10. Grafik respon sensor terhadap sampel *halitosis* ringan

Berdasarkan tabel 4 dan gambar 10 di atas dari 5 kali percobaan terhadap sampel *halitosis* ringan, dimana hasil dari *magnitude spektrum* data sampel *halitosis* ringan di dapatkan hasil yang beragam. Sensor juga mampu merespon data dari sampel *halitosis* ringan, dimana hasilnya lebih tinggi dari

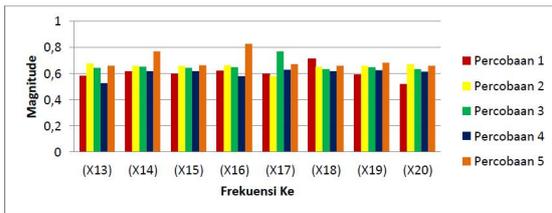
sampel tidak *halitosis*. Hal ini dapat dilihat dari nilai *magnitude* antara 0 sampai dengan 1,2. Pada percobaan ke-1 nilai *magnitude*-nya lebih tinggi dari percobaan lainnya yaitu mencapai 1,2. Pada percobaan ke-2 dan ke-3 mencapai nilai *magnitude* 0,4 dan percobaan ke-5 mencapai 0,6.

Respon Sensor terhadap data *Halitosis* Sedang

Pengambilan data respon sensor terhadap sampel data *halitosis* sedang, juga sama dengan pengambilan data tidak *halitosis* dan *halitosis* ringan. Pengujian respon sensor data *halitosis* sedang ini juga dilakukan 5 kali percobaan, berikut tampilan hasil pengujian yang dapat dilihat pada tabel 6 dan gambar 11 berikut.

Tabel 6. Respon sensor terhadap sampel *halitosis* sedang

Percobaan	MAGNITUDE SPEKTRUM							
	(X13)	(X14)	(X15)	(X16)	(X17)	(X18)	(X19)	(X20)
1	0.522581	0.517742	0.522581	0.498387	0.508065	0.503226	0.546774	0.546774
2	0.716129	0.706452	0.71129	0.706452	0.701613	0.822581	0.730645	0.740323
3	0.624194	0.682258	0.633871	0.624194	0.619355	0.648387	0.624194	0.63871
4	0.648387	0.658065	0.629032	0.648387	0.633871	0.672581	0.667742	0.643548
5	0.735484	0.662903	0.720968	0.735484	0.71129	0.808065	0.730645	0.832258



Gambar 11. Grafik respon sensor terhadap sampel *halitosis* sedang

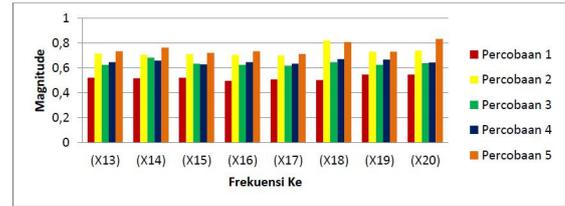
Dari tabel 6 dan gambar 11, terlihat bahwa dari pengambilan data yang dilakukan selama 5 kali percobaan, didapatkan hasil yang berbeda. Hal ini dapat dilihat pada *magnitude spektrum* sampel *halitosis* sedang berupa data digital yang telah didapatkan dari hasil konversi sebelumnya. Grafik tertinggi terletak pada percobaan ke-5 pada counter ke-16.

Respon Sensor terhadap data *halitosis* akut/berat

Pada pengujian ini, pengambilan data respon sensor terhadap sampel data *halitosis* akut juga sama dengan pengambilan data sebelumnya. Adapun hasil uji respon data *halitosis* akut yang dilakukan 5 kali percobaan dapat dilihat pada tabel 7 dan gambar 12.

Tabel 7. Respon sensor terhadap sampel *halitosis* akut

Percobaan	MAGNITUDE SPEKTRUM							
	(X13)	(X14)	(X15)	(X16)	(X17)	(X18)	(X19)	(X20)
1	0.580645	0.614516	0.595161	0.619355	0.595161	0.71129	0.590323	0.517742
2	0.677419	0.658065	0.658065	0.662903	0.580645	0.653226	0.658065	0.672581
3	0.643548	0.653226	0.643548	0.648387	0.769355	0.633871	0.648387	0.633871
4	0.527419	0.619355	0.619355	0.580645	0.629032	0.619355	0.624194	0.614516
5	0.658065	0.769355	0.662903	0.827419	0.672581	0.658065	0.682258	0.658065



Gambar 12. Grafik respon sensor terhadap sampel *halitosis* akut

Dari hasil uji yang disajikan pada tabel 7 dan gambar 12, dari kelima percobaan diatas didapatkan hasil yang berbeda. Jarak *magnitude* yang didapatkan dari 0 sampai 1. Grafik respon sensor tertinggi terdapat pada percobaan ke-2 yang diikuti percobaan ke-5 pada counter ke-18 dan ke-20 yang nilai *magnitude* spektrumnya melewati angka 0,8.

Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dengan menggunakan metode LVQ. Input yang digunakan sebanyak 8 yang berasal dari keluaran FFT dan 4 output. Digunakan sebanyak 4 output karena kategori hasil yang diinginkan yaitu tidak *halitosis*, *halitosis* ringan, *halitosis* sedang dan *halitosis* akut.

Uji Training Learning Vector Quantization

Proses *training* yang dilakukan pada metode LVQ terhadap sampel tidak *halitosis*, *halitosis* ringan, *halitosis* sedang dan *halitosis* akut, dimana input data diambil dari nilai *magnitude* 32 counter dari hasil output FFT.

Delapan input untuk proses *training*, yaitu counter ke 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, dan 20 yang merupakan pola unik yang telah didapat dari output FFT. Tabel 8 memperlihatkan data bobot awal *training* yang akan digunakan pada proses uji LVQ.

Tabel 8. Bobot awal *training*

DATA	BOBOT AWAL TRAINING								KELAS
	X1(13)	X2(14)	X3(15)	X4(16)	X5(17)	X6(18)	X7(19)	X8(20)	
1	0.309677	0.304839	0.285484	0.217742	0.227419	0.275806	0.290323	0.227419	1
2	0.382258	0.41129	0.377419	0.425806	0.445161	0.459677	0.469355	0.464516	2
3	0.716129	0.706452	0.71129	0.706452	0.701613	0.822581	0.730645	0.740323	3
4	0.677419	0.658065	0.658065	0.662903	0.580645	0.653226	0.658065	0.672581	4

Nilai bobot awal didapatkan dari hasil deviasi seluruh sampel dari 5 percobaan yang telah dilakukan sebelumnya. Pada proses *training* ini terlebih dahulu ditentukan nilai *alpha* sebesar 0,05 dengan penurunan tingkat pembelajaran sebesar $0,1 * alpha$ dan maksimum *epoch*-nya sebesar 100. Proses *training* LVQ dilakukan menggunakan pemrograman Matlab untuk mendapatkan nilai bobot. Pada proses *training*, target kelas ditentukan untuk dijadikan hasil identifikasi terhadap sampel yang akan diuji. Kelas ditentukan berdasarkan 4 inputan sampel yang diambil. Bobot hasil setelah *training* menggunakan Matlab dapat dilihat pada table 9 berikut.

Tabel 9. Bobot akhir hasil *training* pada matlab

W(1)	W(2)	W(3)	W(4)
0.3916	-0.1441	0.4810	1.0910
0.4300	0.0207	0.4020	0.6561
0.2373	-0.2407	0.3942	0.7930
0.2016	0.1207	0.4295	0.6743
0.2376	0.2540	0.2411	-0.0210
0.4503	0.2991	1.1379	0.4379
0.3518	0.3604	0.5654	0.6742
0.2404	0.4470	0.7217	0.7732

Bobot akhir *training* ini akan menjadi bobot identifikasi yang selanjutnya akan digunakan sebagai identifikasi hasil keputusan semua sampel uji pola data FFT yang telah didapatkan, apakah tidak *halitosis*, *halitosis* ringan, *halitosis* sedang dan *halitosis* akut. Berikut adalah hasil uji Bobot Akhir Hasil *Training* LVQ dengan input hasil FFT yang dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Bobot akhir hasil training LVQ

DATA	BOBOT AKHIR							
	0.3916	0.43	0.2373	0.2016	0.2376	0.4503	0.3518	0.2404
1	-0.1441	0.0207	-0.2407	0.1207	0.254	0.2991	0.3604	0.447
2	0.481	0.402	0.3942	0.4295	0.2411	1.1379	0.5654	0.7217
3	1.091	0.6561	0.793	0.6743	-0.0201	0.4379	0.6742	0.7732

Uji Identifikasi

Proses identifikasi yang dilakukan hampir sama dengan proses *training*, proses ini dilakukan untuk mencari selisih terkecil atau jarak minimum antara vektor input dengan bobot akhir hasil *training*. Kelas ditentukan berdasarkan data input sampel mana yang diambil. Karena terdapat 4 sampel maka kelas yang digunakan juga 4, dimana masing-masing kelas mewakili ouput dari hasil identifikasi. Kelas 1 = tidak *halitosis*, kelas 2 = *halitosis* ringan, kelas 3 = *halitosis* sedang dan kelas 4 = *halitosis* akut.

Tidak Halitosis

Uji identifikasi sampel tidak *halitosis* dilakukan dengan 4 kali percobaan masing-masing 8 buah input *spektrum* dan 4 buah output proses identifikasi yaitu Y1 (tidak *halitosis*), Y2 (*halitosis* ringan), Y3 (*halitosis* sedang) dan Y4 (*halitosis* akut). Hasil uji sampel tidak *halitosis* ini dihasilkan suatu keputusan bahwa sampel teridentifikasi tidak *halitosis* 100%. Karena dari ke-4 pengujian didapatkan jarak terpendeknya terletak pada Y1 yang mewakili kelas (tidak *halitosis*) terdapat sebanyak 4 kali atau semuanya terpenuhi, yakni pengujian ke-1 didapatkan Y1= 0.9973, pengujian ke-2 Y1= 1.0116, pengujian ke-3 Y1= 0,9937 dan pengujian ke-4 Y1= 0,9732. Berikut adalah hasil identifikasi sampel tidak *halitosis* yang disajikan pada tabel 11 berikut.

Tabel 11. Identifikasi sampel tidak *halitosis*

No Uji	Jenis Sampel	Input Ke-	Nilai FFT	Input	Output Proses Identifikasi	Kelas Identifikasi	Hasil Identifikasi
1.	Tidak Halitosis	1	0.30483871	Y1= 0,9973	1	Tidak Halitosis	
		2	0.319354839	Y2= 1.0195			
		3	0.314516129	Y3= 1.1818			
		4	0.324193548	Y4= 1.1628			
		5	0.309677419				
		6	0.150000000				
		7	0.29516129				
		8	0.280645161				
2.	Tidak Halitosis	1	0.45483871	Y1= 1,0116	1	Tidak Halitosis	
		2	0.450000000	Y2= 1.0165			
		3	0.464516129	Y3= 1.0716			
		4	0.450000000	Y4= 1.0760			
		5	0.464516129				
		6	0.464516129				
		7	0.474193548				
		8	0.440322581				
3.	Tidak Halitosis	1	0.280645161	Y1= 0,9937	1	Tidak Halitosis	
		2	0.198387097	Y2= 1,0228			
		3	0.30483871	Y3= 1,1864			
		4	0.280645161	Y4= 1,1784			
		5	0,270967742				
		6	0,256451613				
		7	0,261290323				
		8	0,246774194				
4.	Tidak Halitosis	1	0.382258065	Y1= 0,9732	1	Tidak Halitosis	
		2	0.377419355	Y2= 1,0141			
		3	0.237096774	Y3= 1,1444			
		4	0.358064516	Y4= 1,1434			
		5	0.358064516				
		6	0.348387097				
		7	0,333870968				
		8	0,300000000				
Tingkat Keberhasilan Identifikasi Sampel Tidak Halitosis 100%							

Halitosis Ringan

Uji identifikasi sampel *halitosis* dilakukan sama caranya dengan sampel tidak *halitosis*. Hasil uji menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan identifikasi sampel *halitosis* ringan adalah sebesar 25%. Hal ini dapat dilihat dari ouput hasil identifikasi dimana Y2-nya muncul dengan nilai terkecil satu kali Y2=1.0362 yang mewakili kelas *halitosis* ringan hanya teridentifikasi satu kali yaitu pada pengujian yang ke-4.

Halitosis Sedang

Hasil uji sampel *halitosis* sedang menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan identifikasi sampel *halitosis* sedang adalah sebesar 50%. Hal ini diperoleh karena terdapat dua kali nilai Y3-nya muncul dengan nilai paling kecil, yakni Y3=1,0322 pada pengujian ke-3 dan Y3=1,0347 pada pengujian ke-4.

Halitosis Akut

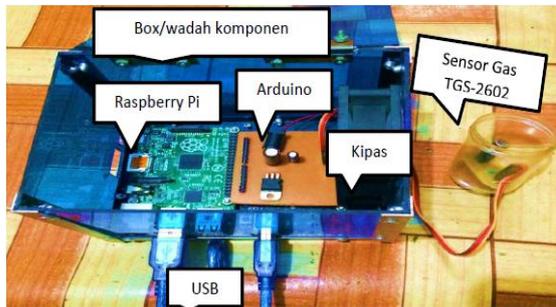
Uji identifikasi sampel *halitosis* akut dilakukan sama caranya dengan sampel *halitosis* ringan. Hasil

uji menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan identifikasi sampel *halitosis* akut adalah sebesar 50%. Hal ini dapat dilihat dari output hasil identifikasi dimana Y4-nya muncul dua kali dengan nilai terkecil Y4=1,0406 pada pengujian ke-2 dan Y4=1,0329 pada pengujian ke-4 yang mewakili kelas *halitosis* akut.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mekanik Sistem

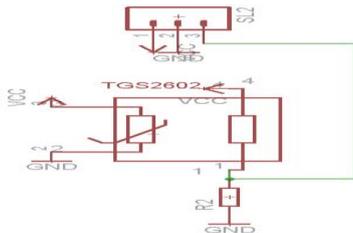
Mekanik sistem ini terdiri dari wadah tempat sensor, Arduino Uno, kabel USB Kipas, Raspberry Pi dan LCD monitor seperti terlihat pada Gambar 13 berikut.



Pengujian

Pengujian Sensor TGS 2602

Sensor TGS-2602 memiliki nilai resistansi yang berubah-ubah apabila terkena gas. Keluaran dari sensor gas ini berupa tahanan, oleh karena itu di butuhkan rangkaian pengkondisian sinyal untuk mengubah keluaran tahanan dari sensor menjadi tegangan, tegangan input yang diberikan harus konstan dengan nilai tegangan masukan 5V DC.



Gambar 14. Rangkaian pengkondisian sinyal

Pengujian rangkaian dilakukan dengan memberikan sampel nafas ke rangkaian sensor. Sensor TGS-2602 memiliki resistansi R_s yang akan berubah bila terkena bau. Untuk mencari nilai R_s , digunakan rumus berikut ini:

$$R_s = \frac{V_c \times R_l}{V_{out}} - R_l \dots\dots(4)$$

Untuk mendapatkan tahanan dalam (R_s) dapat diuji berdasarkan hasil yang telah dibuat yaitu: Untuk nilai $V_{RL} = 0,525$ Volt, $V_c = 4,95$ Volt, dan $R_L = 10$ kOhm

$$= \frac{0,95 \times 10 \text{ kOhm}}{0,525 \text{ V}} - 10 \text{ kOhm}$$

$$= 84,28 \text{ kOhm}$$

Berikut merupakan beberapa hasil uji rangkaian sensor yang dilakukan sebanyak 6 kali:

Tabel 12. Data tahanan sensor

V_{in}	V_{RL} (V)	R_L (kOhm)	R_s (kOhm)
4,95	0,525	10	84,28
4,95	0,584	10	74,76
4,95	0,592	10	73,61
4,95	0,607	10	71,54
4,95	0,618	10	70,09
4,95	0,633	10	68,19

Jadi, untuk nilai R_s berbanding terbalik dengan nilai V_{RL} . Semakin besar nilai R_s maka semakin rendah nilai V_{RL} .

Pengujian dan Analisa Rangkaian ADC

Pengujian ADC dilakukan dengan memberikan tegangan input pada Arduino Uno kemudian ditampilkan pada multimeter untuk endapatkan data yang telah dikonversi. ADC yang digunakan adalah ADC 10 bit yang terdapat pada ATmega328, sehingga nilai 1LSB = $5 \text{ V} / 2^{10} = 0,00488 \text{ V} = 4,88 \text{ mV}$.

Untuk mendapatkan nilai Out ADC berdasarkan hasil pengukuran V_{out} sensor dapat digunakan persamaan:

$$Out_{ADC} = \frac{V_{out \text{ sensor}}}{4,88 \text{ mV}} \dots\dots(3)$$

Berikut adalah beberapa hasil uji rangkaian ADC yang dilakukan sebanyak 6 kali:

Tabel 2. Tabel pengukuran ADC

V_{out} Sensor	Out ADC (serial monitor)	Out ADC (perhitungan)
0,525	106	110
0,584	109	122
0,592	114	124
0,607	119	127
0,618	122	129
0,633	123	132

Pengujian Respon Sensor TGS-2602

Pengujian respon sistem dilakukan dengan menggunakan Raspberry Pi. Respon sensor memperlihatkan data uji sampel yang dilakukan dengan cara meniupkan nafas kedalam ruang/wadah yang berisi sensor gas, dimana sensor akan merespon langsung gas H_2S yang keluar dari dalam mulut. Setelah sensor merespon gas H_2S , hasilnya dapat dilihat pada monitor yang mengulang

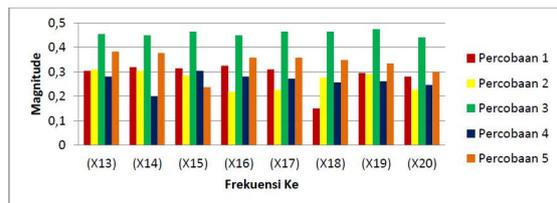
(panjangnya 32 spektrum) dimana sebelumnya telah di set pada Arduino sebanyak 32 kali. Monitor dihubungkan dengan HDMI pada Raspberry Pi, kemudian data keluaran yang telah diproses di Raspberry Pi tersebut akan di *training* di Matlab dengan menggunakan laptop dan mendapatkan nilai bobot awal dan bobot akhir. Nilai bobot ini dijadikan sebagai input identifikasi pada Raspberry Pi yang akan menghasilkan keputusan apakah sampel yang diinputkan tidak *halitosis*, *halitosis* ringan, *halitosis* sedang dan *halitosis* akut.

Respon Sensor Terhadap Data Tidak Halitosis

Pengambilan data respon sensor terhadap sampel tidak *halitosis* dilakukan sampai counter ke-32. Tetapi untuk input hanya digunakan 8 input spektrum saja, karena 8 itu adalah pola unik yang telah didapat dari hasil output FFT, yakni dari counter 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20. Berikut data dan grafiknya dapat dilihat pada tabel 3 dan gambar 9 dengan 5 kali percobaan.

Tabel 3. Respon sensor terhadap data tidak *halitosis*

Percobaan	MAGNITUDE SPEKTRUM							
	(X13)	(X14)	(X15)	(X16)	(X17)	(X18)	(X19)	(X20)
1	0,304839	0,319355	0,314516	0,324194	0,309677	0,150000	0,295161	0,280645
2	0,309677	0,304839	0,285484	0,217742	0,227419	0,275806	0,290323	0,227419
3	0,454839	0,450000	0,464516	0,450000	0,464516	0,464516	0,474194	0,440323
4	0,280645	0,198387	0,304839	0,280645	0,270968	0,256452	0,26129	0,246774
5	0,382258	0,377419	0,237097	0,358065	0,358065	0,348387	0,333871	0,300000



Gambar 9. Grafik respon sensor terhadap data tidak *halitosis*

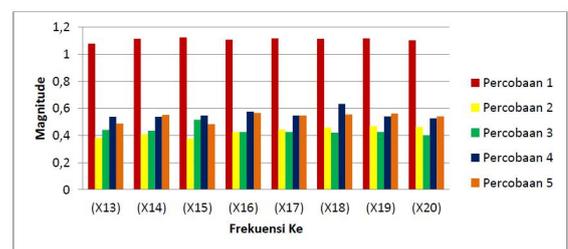
Berdasarkan tabel 3 dan gambar 9 diperoleh hasil yang bermacam-macam, seperti terlihat pada table, dari percobaan 1 sampai 5 didapatkan *magnitude spektrum* yang beragam dan unik. Data *magnitude spektrum* tersebut merupakan keluaran dari sensor gas yang telah di konversi menjadi data digital. Sensor TGS-2602 dapat memberikan respon terhadap sampel tidak *halitosis*, namun respon sensor tidak terlalu besar. Pada grafik dengan *magnitude* 0 sampai 0,5 dapat pula dilihat bahwa pada percobaan yang ke-3 grafiknya lebih tinggi dari yang lainnya, yaitu hampir mencapai *magnitude* 0,5. Pada percobaan ke-1 dan ke-2 nya mencapai nilai *magnitude* dari 0,2-0,3 dan pada percobaan ke-4 dan ke-5 mencapai nilai *magnitude* dari 0,2-0,4.

Respon Sensor terhadap data Halitosis Ringan

Pengambilan data respon sensor terhadap sampel data *halitosis* ringan sama dengan pengambilan data tidak *halitosis*. Hasil pengujian respon sensor terhadap data *halitosis* ringan dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 10 berikut.

Tabel 4. Respon sensor terhadap sampel *halitosis* ringan

Percobaan	MAGNITUDE SPEKTRUM							
	(X13)	(X14)	(X15)	(X16)	(X17)	(X18)	(X19)	(X20)
1	1,079032	1,112903	1,122581	1,108065	1,117742	1,112903	1,117742	1,103226
2	0,382258	0,41129	0,377419	0,425806	0,445161	0,459677	0,469355	0,464516
3	0,440323	0,435484	0,517742	0,425806	0,425806	0,420968	0,425806	0,401613
4	0,537097	0,537097	0,546774	0,575806	0,546774	0,633871	0,541935	0,527419
5	0,48871	0,551613	0,483871	0,566129	0,546774	0,556452	0,56129	0,541935



Gambar 10. Grafik respon sensor terhadap sampel *halitosis* ringan

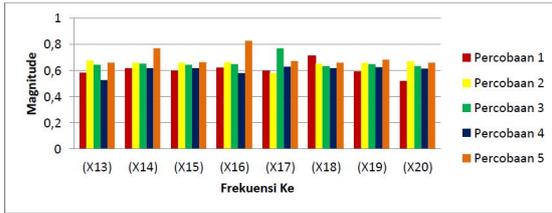
Berdasarkan tabel 4 dan gambar 10 di atas dari 5 kali percobaan terhadap sampel *halitosis* ringan, dimana hasil dari *magnitude spektrum* data sampel *halitosis* ringan di dapatkan hasil yang beragam. Sensor juga mampu merespon data dari sampel *halitosis* ringan, dimana hasilnya lebih tinggi dari sampel tidak *halitosis*. Hal ini dapat dilihat dari nilai *magnitude* antara 0 sampai dengan 1,2. Pada percobaan ke-1 nilai *magnitude*-nya lebih tinggi dari percobaan lainnya yaitu mencapai 1,2. Pada percobaan ke-2 dan ke-3 mencapai nilai *magnitude* 0,4 dan percobaan ke-5 mencapai 0,6.

Respon Sensor terhadap data Halitosis Sedang

Pengambilan data respon sensor terhadap sampel data *halitosis* sedang, juga sama dengan pengambilan data tidak *halitosis* dan *halitosis* ringan. Pengujian respon sensor data *halitosis* sedang ini juga dilakukan 5 kali percobaan, berikut tampilan hasil pengujian yang dapat dilihat pada tabel 6 dan gambar 11 berikut.

Tabel 6. Respon sensor terhadap sampel *halitosis* sedang

Percobaan	MAGNITUDE SPEKTRUM							
	(X13)	(X14)	(X15)	(X16)	(X17)	(X18)	(X19)	(X20)
1	0,522581	0,517742	0,522581	0,498387	0,508065	0,503226	0,546774	0,546774
2	0,716129	0,706452	0,71129	0,706452	0,701613	0,822581	0,730645	0,740323
3	0,624194	0,682258	0,633871	0,624194	0,619355	0,648387	0,624194	0,63871
4	0,648387	0,658065	0,629032	0,648387	0,633871	0,672581	0,667742	0,643548
5	0,735484	0,662903	0,720968	0,735484	0,71129	0,808065	0,730645	0,832258



Gambar 11. Grafik respon sensor terhadap sampel *halitosis* sedang

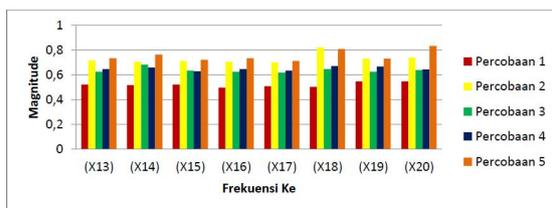
Dari tabel 6 dan gambar 11, terlihat bahwa dari pengambilan data yang dilakukan selama 5 kali percobaan, didapatkan hasil yang berbeda. Hal ini dapat dilihat pada *magnitude spektrum* sampel *halitosis* sedang berupa data digital yang telah didapatkan dari hasil konversi sebelumnya. Grafik tertinggi terletak pada percobaan ke-5 pada counter ke-16.

Respon Sensor terhadap data *halitosis* akut/berat

Pada pengujian ini, pengambilan data respon sensor terhadap sampel data *halitosis* akut juga sama dengan pengambilan data sebelumnya. Adapun hasil uji respon data *halitosis* akut yang dilakukan 5 kali percobaan dapat dilihat pada tabel 7 dan gambar 12.

Tabel 7. Respon sensor terhadap sampel *halitosis* akut

Percobaan	MAGNITUDE SPEKTRUM							
	(X13)	(X14)	(X15)	(X16)	(X17)	(X18)	(X19)	(X20)
1	0.580645	0.614516	0.595161	0.619355	0.595161	0.71129	0.590323	0.517742
2	0.677419	0.658065	0.658065	0.662903	0.580645	0.653226	0.658065	0.672581
3	0.643548	0.653226	0.643548	0.648387	0.769355	0.633871	0.648387	0.633871
4	0.527419	0.619355	0.619355	0.580645	0.629032	0.619355	0.624194	0.614516
5	0.658065	0.769355	0.662903	0.827419	0.672581	0.658065	0.682258	0.658065



Gambar 12. Grafik respon sensor terhadap sampel *halitosis* akut

Dari hasil uji yang disajikan pada tabel 7 dan gambar 12, dari kelima percobaan diatas didapatkan hasil yang berbeda. Jarak *magnitude* yang di dapatkan dari 0 sampai 1. Grafik respon sensor tertinggi terdapat pada percobaan ke-2 yang diikuti percobaan ke-5 pada counter ke-18 dan ke-20 yang nilai *magnitude* spektrumnya melewati angka 0,8.

Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dengan menggunakan metode LVQ. Input yang digunakan sebanyak 8 yang berasal dari keluaran FFT dan 4 output. Digunakan sebanyak 4 output karena kategori hasil yang diinginkan yaitu tidak *halitosis*, *halitosis* ringan, *halitosis* sedang dan *halitosis* akut.

Uji Training Learning Vector Quantization

Proses *training* yang dilakukan pada metode LVQ terhadap sampel tidak *halitosis*, *halitosis* ringan, *halitosis* sedang dan *halitosis* akut, dimana input data diambil dari nilai *magnitude* 32 counter dari hasil output FFT.

Delapan input untuk proses *training*, yaitu counter ke 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, dan 20 yang merupakan pola unik yang telah didapat dari output FFT. Tabel 8 memperlihatkan data bobot awal *training* yang akan digunakan pada proses uji LVQ.

Tabel 8. Bobot awal *training*

DATA	BOBOT AWAL TRAINING								KELAS
	X1(13)	X2(14)	X3(15)	X4(16)	X5(17)	X6(18)	X7(19)	X8(20)	
1	0.309677	0.304839	0.285484	0.217742	0.227419	0.275806	0.290323	0.227419	1
2	0.382258	0.41129	0.377419	0.425806	0.445161	0.459677	0.469355	0.464516	2
3	0.716129	0.706452	0.71129	0.706452	0.701613	0.822581	0.730645	0.740323	3
4	0.677419	0.658065	0.658065	0.662903	0.580645	0.653226	0.658065	0.672581	4

Nilai bobot awal didapatkan dari hasil deviasi seluruh sampel dari 5 percobaan yang telah dilakukan sebelumnya. Pada proses *training* ini terlebih dahulu ditentukan nilai *alpha* sebesar 0,05 dengan penurunan tingkat pembelajaran sebesar 0,1**alpha* dan maksimum *epoch*-nya sebesar 100.

Proses *training* LVQ dilakukan menggunakan pemrograman Matlab untuk mendapatkan nilai bobot. Pada proses *training*, target kelas ditentukan untuk dijadikan hasil identifikasi terhadap sampel yang akan diuji. Kelas ditentukan berdasarkan 4 inputan sampel yang diambil. Bobot hasil setelah *training* menggunakan Matlab dapat dilihat pada table 9 berikut.

Tabel 9. Bobot akhir hasil *training* pada matlab

W(1)	W(2)	W(3)	W(4)
0.3916	-0.1441	0.4810	1.0910
0.4300	0.0207	0.4020	0.6561
0.2373	-0.2407	0.3942	0.7930
0.2016	0.1207	0.4295	0.6743
0.2376	0.2540	0.2411	-0.0210
0.4503	0.2991	1.1379	0.4379
0.3518	0.3604	0.5654	0.6742
0.2404	0.4470	0.7217	0.7732

Bobot akhir *training* ini akan menjadi bobot identifikasi yang selanjutnya akan digunakan sebagai identifikasi hasil keputusan semua sampel uji pola data FFT yang telah didapatkan, apakah tidak *halitosis*, *halitosis* ringan, *halitosis* sedang dan *halitosis* akut. Berikut adalah hasil uji Bobot Akhir Hasil *Training* LVQ dengan input hasil FFT yang dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Bobot akhir hasil *training* LVQ

DATA	BOBOT AKHIR							
	0.3916	0.43	0.2373	0.2016	0.2376	0.4503	0.3518	0.2404
1	-0.1441	0.0207	-0.2407	0.1207	0.254	0.2991	0.3604	0.447
3	0.481	0.402	0.3942	0.4295	0.2411	1.1379	0.5654	0.7217
4	1.091	0.6561	0.793	0.6743	-0.0201	0.4379	0.6742	0.7732

Uji Identifikasi

Proses identifikasi yang dilakukan hampir sama dengan proses *training*, proses ini dilakukan untuk

mencari selisih terkecil atau jarak minimum antara vektor input dengan bobot akhir hasil *training*. Kelas ditentukan berdasarkan data input sampel mana yang diambil. Karena terdapat 4 sampel maka kelas yang digunakan juga 4, dimana masing-masing kelas mewakili output dari hasil identifikasi. Kelas 1 = tidak *halitosis*, kelas 2 = *halitosis* ringan, kelas 3 = *halitosis* sedang dan kelas 4 = *halitosis* akut.

Tidak Halitosis

Uji identifikasi sampel tidak *halitosis* dilakukan dengan 4 kali percobaan masing-masing 8 buah input *spektrum* dan 4 buah output proses identifikasi yaitu Y1 (tidak *halitosis*), Y2 (*halitosis* ringan), Y3 (*halitosis* sedang) dan Y4 (*halitosis* akut). Hasil uji sampel tidak *halitosis* ini dihasilkan suatu keputusan bahwa sampel teridentifikasi tidak *halitosis* 100%. Karena dari ke-4 pengujian didapatkan jarak terpendeknya terletak pada Y1 yang mewakili kelas (tidak *halitosis*) terdapat sebanyak 4 kali atau semuanya terpenuhi, yakni pengujian ke-1 didapatkan Y1= 0,9973, pengujian ke-2 Y1= 1,0116, pengujian ke-3 Y1= 0,9937 dan pengujian ke-4 Y1= 0,9732. Berikut adalah hasil identifikasi sampel tidak *halitosis* yang disajikan pada tabel 11 berikut.

Tabel 11. Identifikasi sampel tidak *halitosis*

No Uji	Jenis Sampel	Input Ke-	Nilai Input FFT	Output Proses Identifikasi	Kelas Identifikasi	Hasil Identifikasi
1.	Tidak Halitosis	1	0,30483871	Y1= 0,9973	1	Tidak Halitosis
		2	0,319354839	Y2= 1,0195		
		3	0,314516129	Y3= 1,1818		
		4	0,324193548	Y4= 1,1628		
		5	0,309677419			
		6	0,150000000			
		7	0,29516129			
		8	0,280645161			
2.	Tidak Halitosis	1	0,45483871	Y1= 1,0116	1	Tidak Halitosis
		2	0,450000000	Y2= 1,0165		
		3	0,464516129	Y3= 1,0716		
		4	0,450000000	Y4= 1,0760		
		5	0,464516129			
		6	0,464516129			
		7	0,474193548			
		8	0,440322581			
3.	Tidak Halitosis	1	0,280645161	Y1= 0,9937	1	Tidak Halitosis
		2	0,198387097	Y2= 1,0228		
		3	0,30483871	Y3= 1,1864		
		4	0,280645161	Y4= 1,1784		
		5	0,270967742			
		6	0,256451613			
		7	0,261290323			
		8	0,246774194			

4.	Tidak Halitosis	1	0,382258065	Y1= 0,9732	1	Tidak Halitosis
		2	0,377419355	Y2= 1,0141		
		3	0,237096774	Y3= 1,1444		
		4	0,358064516	Y4= 1,1434		
		5	0,358064516			
		6	0,348387097			
		7	0,333870968			
		8	0,300000000			
Tingkat Keberhasilan Identifikasi Sampel Tidak Halitosis 100%						

Halitosis Ringan

Uji identifikasi sampel *halitosis* dilakukan sama caranya dengan sampel tidak *halitosis*. Hasil uji menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan identifikasi sampel *halitosis* ringan adalah sebesar 25%. Hal ini dapat dilihat dari output hasil identifikasi dimana Y2-nya muncul dengan nilai terkecil satu kali Y2=1,0362 yang mewakili kelas *halitosis* ringan hanya teridentifikasi satu kali yaitu pada pengujian yang ke-4.

Halitosis Sedang

Hasil uji sampel *halitosis* sedang menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan identifikasi sampel *halitosis* sedang adalah sebesar 50%. Hal ini diperoleh karena terdapat dua kali nilai Y3-nya muncul dengan nilai paling kecil, yakni Y3=1,0322 pada pengujian ke-3 dan Y3=1,0347 pada pengujian ke-4.

Halitosis Akut

Uji identifikasi sampel *halitosis* akut dilakukan sama caranya dengan sampel *halitosis* ringan. Hasil uji menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan identifikasi sampel *halitosis* akut adalah sebesar 50%. Hal ini dapat dilihat dari output hasil identifikasi dimana Y4-nya muncul dua kali dengan nilai terkecil Y4=1,0406 pada pengujian ke-2 dan Y4=1,0329 pada pengujian ke-4 yang mewakili kelas *halitosis* akut.

6. KESIMPULAN

Kesimpulan

1. *Hydrogen Sulfida* (H2S) merupakan indikator yang dominan dari terjadinya *halitosis*.
2. Sensor TGS-2602 memiliki sensitivitas dan selektifitas yang baik pada kontaminasi udara terhadap kadar gas diluar ruang seperti Hidrogen Sulfida (H2S).
3. Tingkat keberhasilan sensor terhadap identifikasi sampel tidak *halitosis* 100%, sampel *halitosis* ringan 25%, sampel *halitosis* sedang 50% dan sampel *halitosis* akut 50%.

Saran

1. Sebelum pengambilan data dilakukan, pastikan ruang sensor tertutup rapat agar data lebih akurat.
2. Untuk memberikan hasil yang optimal, sebaiknya menggunakan lebih dari satu sensor.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Alee, Ranjam. 2013. *Reading Data From a Digital Multimeter Using Raspberry Pi*. Turku University Of Applied Sciences.
- Anonim. Tanpa tahun. *Gas Sensor TGS 2602*, <http://www.figarosensor.com/>. Diakses tanggal 19 Februari 2015
- Anonim. Tanpa tahun. *Gas Sensor TGS 2602*, <http://www.figarosensor.com/>. Diakses tanggal 19 Februari 2015
- Gunardi, Indrayadi, Yuniardini S Wimardhani. 2009. *Oral Probiotik: Pendekatan Baru*
- Nasir, M, Syahroni, M, *Pengujian Kualitas Sidik Jari Kotor Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ)* Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negri Lhokseumawe.
- OhO, T., Yoshida, Y., Shimazaki, Y., Yamashita, Y., Koga, T. 2001. *Characteristics of patients complaining of halitosis and the usefulness of gas chromatography for diagnosing halitosis*. Fukuoka Japan Kyushu University. Vol. 91 No. 5 May 2001.
- Putra, D.A. 2013. *Identifikasi Penyakit Halitosis dengan Sensor Gas menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Metode Pembelajaran Backpropagation*. Sistem Komputer Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas.
- Widagdo, Yanuaris, Suntya, Krisna. *Volatile Sulfure Compounds sebagai penyebab halitosis*. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Mahasaraswati Denpasar.
- Tallamma, F, *Efektifitas Ekstrak Daun Kemangi (Ocimum Basilicum L) Terhadap Penurunan Kadar Volatile Sulfure Compounds (VSCS)* Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin Makassar.