

Implementasi Preconcentrator Pada e-Nose Untuk Mendeteksi Polutan Udara

by Eddy Lybrech Talakua

Submission date: 24-Apr-2019 11:33AM (UTC+0700)

Submission ID: 1118130194

File name: i_Preconcentrator_Pada_e-Nose_Untuk_Mendeteksi_Polutan_Udara.pdf (419.74K)

Word count: 2783

Character count: 17042

Implementasi Preconcentrator Pada e-Nose Untuk Mendeteksi Polutan Udara

Eddy Lybrech Talakua^{1*}, Muhammad Rivai.²

16

Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia^{1*}

22

Emai: eddytalakua@yahoo.com

Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia²

Abstrak

19

Polusi udara berkontribusi pada sekitar tujuh juta kematian diseluruh dunia pada tahun 2012 menurut data World Health Organization (WHO), sehingga polusi udara menjadi masalah penting yang dapat mengancam kehidupan manusia. Sumber polusi udara bisa berasal dari asap kendaraan bermotor, limbah industri dan rumah tangga. Oleh sebab itu, diperlukan suatu sistem monitoring dan peringatan dini (Early Warning System) terhadap beberapa polutan yang berkonsentrasi rendah. Hidung elektronik (e-Nose) digunakan sebagai sistem deteksi dan monitoring kadar polutan berbasis deret sensor gas tidak dapat bekerja dengan baik saat polutan berkonsentrasi rendah. Pada penelitian ini digunakan sistem e-Nose yang terdiri dari deret sensor gas semikonduktor MQ-131, MQ-136 dan MQ-137. Untuk meningkatkan konsentrasi sampel gas polutan, maka digunakan preconcentrator yang berbentuk tabung kaca berukuran panjang 3.5 inci berdiameter 0.25 inci yang didalamnya terdapat bahan Tenax GR 60/80. Pada tahap absorption suhu preconcentrator adalah 20 °C, sedangkan pada tahap desorption adalah 250 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa deret sensor yang digunakan pada sistem e-Nose ini dapat mendeteksi dan mengenal jenis gas polutan karbon monoksida (CO) dan benzene yang berkonsentrasi rendah dibawah 1 ppm. Neural network digunakan sebagai sistem pengenalan pola sensor gas sehingga e-Nose dapat mengenali jenis polutan secara otomatis.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi e-Nose sebagai sistem deteksi kadar polutan di udara menggunakan beberapa sensor gas serta pengenalan pola neural network telah banyak dilakukan. Meskipun hasilnya baik, tetapi kurang sempurna untuk pendeteksian dan pengenalan jenis polutan yang berkonsentrasi rendah. Untuk beberapa bidang aplikasi seperti pada monitoring keadaan lingkungan, bidang produksi makanan dan minuman yang beraroma, pendeteksian zat terlarang dan berbahaya pada bidang militer dan kedokteran sangat memerlukan sistem pengenalan jenis gas yang mempunyai kemampuan diskriminatif. Pada penelitian ini, penambahan preconcentrator selain untuk meningkatkan sensitifitas dari sistem e-Nose, juga mampu mengenal jenis polutan yang berkonsentrasi rendah.

2. Tinjauan pustaka.

2.1 Preconcentrator

Preconcentrator berbentuk tabung kaca berukuran panjang 3.5 inci berdiameter 0.25 inci. Didalamnya terdapat bahan Tenax GR 60/80. Tenax GR adalah material komposit dari Tenax TA dan 30 % grafit. Percampuran bahan tersebut membuat Tenax GR adsorben ideal untuk mengikat volatil dari udara, air dan sampel padat. Tenax GR sangat berguna untuk membersihkan volatil dari sampel kadar air tinggi termasuk analisis senyawa organik yang mudah menguap dalam air. Karena kepadatannya dua kali lebih

besar dari Tenax TA, sehingga dimungkinkan untuk menempatkan jumlah yang lebih besar dari resin Tenax GR ke dalam tabung preconcentrator, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Preconcentrator tipe tabung

8

2.2 Sensor gas

Sensor gas semikonduktor terdiri dari elemen sensor, dasar sensor dan tudung sensor. Elemen sensor terdiri dari bahan sensor dan bahan pemanas untuk memanaskan elemen. Elemen sensor menggunakan bahan seperti timah (IV) oksida SnO₂ wolfram (VI) oksida WO₃ dan lainnya, tergantung pada gas yang hendak dideteksi, seperti ditunjukkan pada gambar 2.

Bila suatu kristal oksida logam seperti SnO₂ dipanaskan pada suhu tinggi, oksigen akan teradsorpsi pada permukaan kristal dengan muatan negatif. Elektron-elektron donor pada permukaan kristal ditransfer ke oksigen teradsorpsi, sehingga menghasilkan suatu lapisan ruang bermuatan positif. Akibatnya potensial permukaan terbentuk yang akan menghambat aliran elektron. Di dalam sensor, arus listrik mengalir melalui bagian penghubung (batas butir) kristal-kristal mikro SnO₂. Pada batas antar butir, oksigen yang teradsorpsi membentuk penghalang potensial yang menghambat muatan bebas yang bergerak[1]

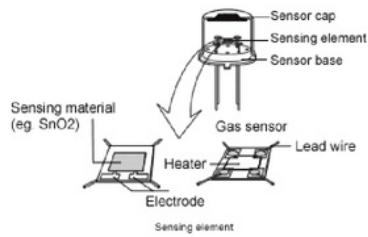
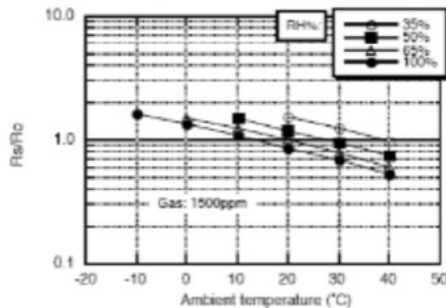


Fig. 1 - Sensor structure

Gambar 2. Susunan Dasar Sensor Gas [1]

Prinsip pendeteksian gas menggunakan sensor semikonduktor merupakan proses adsorpsi dan desorpsi gas pada permukaan sensor. Akibatnya, temperatur sekitar akan mempengaruhi karakteristik sensitivitas sensor karena perubahan laju adsorpsi dan desorpsi [2][3][4]. Demikian juga kelembaban akan menurunkan resistansi karena gas teradsorpsi pada permukaan sensor. Gambar 3 merupakan suatu pengaruh temperatur dan kelembaban pada R_s/R_o .



Gambar 3. Pengaruh Temperatur dan Kelembaban

2.3 Back Propagation Neural Network (BPNN)

BPNN adalah algoritma terbimbing yang mempunyai banyak lapisan. BPNN menggunakan error output untuk mengubah nilai bobotnya dalam arah mundur. Untuk memperoleh error ini maka tahap forward propagation dilakukan terlebih dahulu.

Metode pengenalan merupakan proses inialisasi data yang akan diolah oleh BPNN. Masing-masing data mempunyai target yang disajikan dalam bentuk vektor yang akan menunjukan lokasi dari vektor masukan. Sedangkan metode pelatihan merupakan proses mengenali data dan menyimpan informasi yang didapat ke dalam bobot [5].

Pada BPNN terdapat tiga tahap pelatihan yaitu : tahap feed forward, back propagation dan modifikasi bobot pada tahap back propagation, masing-masing output menerima target pola yang berhubungan dengan pola input untuk diperoleh nilai errornya. Nilai error tersebut akan di propagasikan mundur. Ketiga tahap tersebut dilakukan berulang sampai kondisi penghentian

diperoleh. Selama proses pelatihan, bobot-bobot diatur secara iteratif untuk meminimumkan error yang terjadi. Error dihitung berdasarkan mean square error (MSE). MSE juga dijadikan dasar perhitungan unjuk kerja fungsi aktivasi. Sebagian besar pelatihan untuk jaringan feedforward menggunakan gradien dari fungsi aktivasi untuk menentukan bagaimana mengatur bobot-bobot dalam rangka meminimumkan error.

Algoritma backpropagation [5]:

Feedforward:

- Tiap unit input (x_i , $i=1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal x_i dan meneruskannya pada unit tersembunyi (Hidden Layer).
- Tiap unit tersembunyi (z_j , $j=1,2,3,\dots,p$) menjumlahkan sinyal-sinyal input terbobot:

$$z_{in_j} = v_0 + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (1)$$

Untuk menghitung sinyal outputnya digunakan fungsi aktivasi :

$$z_j = f(z_{in_j}) \quad (2)$$

Kemudian output sinyal tersebut dikirimkan ke semua unit dilapisan atasnya (unit-unit output).

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

$$z_{in_k} = v_0 + \sum_{i=1}^n x_i v_{ik} \quad (3)$$

Untuk menghitung sinyal outputnya digunakan fungsi aktivasi :

$$y_k = f(z_{in_k}) \quad (4)$$

Kemudian output sinyal tersebut dikirimkan ke semua unit dilapisan atasnya (unit-unit output).

Backpropagation:

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

$$\sum_k (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad (5)$$

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

$$\Delta w_{jk} = \alpha \sigma_{z_j} \quad (6)$$

Menghitung koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai w_{0k} :

$$\Delta w_{jk} = \alpha \sigma_k \quad (7)$$

mengirim σ_k ini ke unit-unit yang ada dilapisan bawahnya.

• Tiap-tiap unit tersembunyi (z_j) $j=1,2,3,\dots,p$) menjumlahkan delta inputnya (dari unit-unit yang berada pada lapisan di atasnya) :

$$z_{in_j} = v_{0_j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (8)$$

mengalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi error:

$$\sigma_j = \sigma_{in_j} f'(z_{in_j}) \quad (9)$$

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

$$\Delta v_{jk} = \alpha \sigma_j x_k \quad (10)$$

Menghitung koreksi bias (yang nantinya akan digunakan untuk memperbaiki nilai v_{0_j}):

$$\Delta v_{0_j} = \alpha \sigma_j \quad (11)$$

Tiap unit output (y_k), $k=1,2,3,\dots,m$) memperbaiki bias dan bobotnya ($j=0,1,2,3,\dots,p$):

$$W_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (12)$$

Tiap-tiap unit tersembunyi (z_j), $j=1,2,3,\dots,p$) memperbaiki bias dan bobotnya ($i=0,1,2,3,\dots,n$)

$$V_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (13)$$

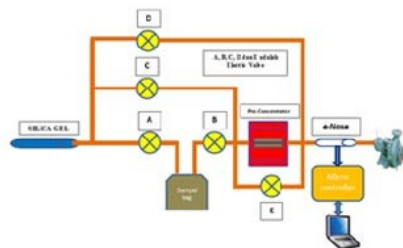
• Tes kondisi berhenti.

Demikian selanjutnya tahapan yang dilakukan untuk semua sampel gas. Perulangan akan berhenti saat mencapai error yang telah ditentukan.

3. Perancangan Sistem

3.1 Perancangan Sistem Saluran Gas

Sistem saluran gas yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 4, dimana terdapat tiga saluran gas yaitu jalur pembersihan e-Nose, jalur deteksi gas tanpa preconcentrator dan jalur deteksi gas menggunakan preconcentrator.

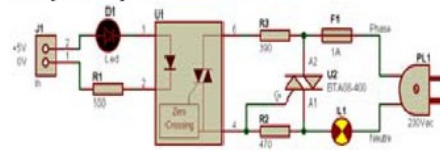


Gambar 4. Sistem Saluran Gas

Untuk jalur pembersihan e-Nose, maka electric valve yang aktif adalah D, untuk jalur deteksi gas tanpa preconcentrator, maka electric valve yang aktif adalah A dan E, sedangkan untuk jalur deteksi gas yang menggunakan preconcentrator, maka electric valve yang aktif adalah A, B kemudian C.

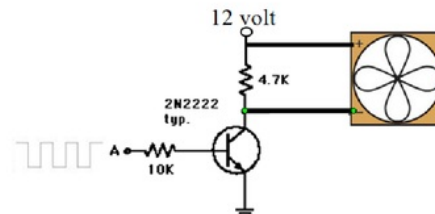
3.2 Perancangan Sistem Preconcentrator

Pemanas preconcentrator tersusun dari delapan elemen pemanas berbentuk nikelin berbentuk spiral yang mempunyai nilai tahanan sebesar 5 Ohm terangkai secara seri, sehingga tahanan total pemanas adalah sebesar 40 ohm. Elemen pemanas terpasang pada holder berbentuk tabung mengelilingi preconcentrator, sehingga panas dapat merata pada permukaan preconcentrator. Untuk rangkaian driver pemanas menggunakan rangkaian seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Driver Pemanas

Untuk pendinginan preconcentrator digunakan kipas dengan supply tegangan 12 Volt dc yang terpasang pada dua sisi kanan dan kiri preconcentrator. Suhu pendinginan yang dibutuhkan sebesar 20 °C [6][7][8]. Untuk rangkaian driver pendingin menggunakan rangkaian yang ditunjukkan pada Gambar 6, dimana inputan A didapat dari Pulse Width Modulation (PWM) microcontroller dan output rangkaian dihubungkan ke kipas.



Gambar 6. Rangkaian Driver Pendingin

3.3 Perancangan Kontrol Suhu

Sensor suhu yang digunakan untuk mengontrol suhu pada preconcentrator menggunakan sensor resistansi temperature detector (RTD) Pt.100. Dengan demikian temperatur pada preconcentrator dapat dikendalikan menggunakan komputer melalui mikrokontroler Atmega 16. Pada suhu 0°C, resistansi RTD adalah 100 ohm, sehingga pada arus 1 mA tegangan keluaran sensor sebesar 100

mVolt. Ketika suhu naik menjadi 1°C, resistansi RTD adalah 100,385 ohm, sehingga tegangan keluaran sensor adalah 100.385 mVolt. Dengan demikian konversi dari tegangan menjadi suhu adalah:

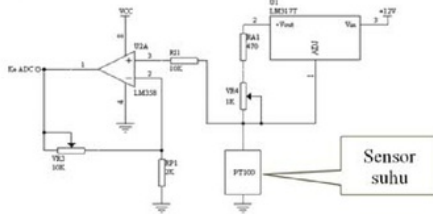
$$\text{Suhu} = (V_s - 100) / 0,385 \quad (14)$$

Rangkaian driver sensor suhu ditunjukkan pada Gambar 7. Perancangan sistem kontrol suhu pada preconcentrator dilakukan dengan menggunakan kontrol proportional. Temperatur adalah variabel yang akan dikontrol dan mengatur power suplai pada electric heater. Jika pemanas dimodelkan sebagai suatu beban resistif, maka besarnya kalor per unit waktu adalah :

$$P = V_h^2 / R_h \quad (15)$$

Keterangan :

P daya heater, V_h tegangan efektif pada heater, R_h resistansi heater.



Gambar 7. Rangkaian Driver Sensor Suhu

3.4 Proses Pengenalan Jenis Polutan Berkonsentrasi Rendah

Sesuai dengan sistem saluran gas pada Gambar 4, maka pertama pengumpulan udara kering (bebas dari gas air) dengan mengisi sample bag dari keluaran pompa penghisap. Udara kering tersebut diketahui dengan melihat respon e-Nose pada tampilan monitor. Jika respon e-Nose dibawah threshold 1 volt, maka dikatakan bahwa gas yang keluar dari pompa adalah gas yang bebas dari kadar air maupun yang lainnya, ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Respon Sensor Terhadap Udara Kering

Setelah sampel bag terisi penuh, kemudian diberi inputan salah satu sampel gas yang akan diuji

sebesar 0.1mL dengan cara disuntikkan melalui lubang injeksi. Selanjutnya diujikan ke sistem pengenalan jenis gas tanpa menggunakan preconcentrator dan dengan menggunakan preconcentrator. Dengan demikian dapat diketahui respon sensor yang selanjutnya diinputkan ke sistem pengenalan jenis gas dengan menggunakan BPNN [9][10].

Tahap pengenalan jenis gas dilakukan dengan mengambil data dari masing-masing sampel gas dimana dari masing-masing sampel gas diujicobakan ke dalam sistem yang tanpa menggunakan preconcentrator dan menggunakan preconcentrator

4. Hasil Pengujian Dan Pembahasan

4.1 Pengujian Sistem Saluran Gas

Pengujian sistem saluran gas dilakukan dengan memberikan inputan udara dengan menggunakan pompa pendorong. Kemudian diukur berapa besar laju aliran dengan menggunakan flow meter. Apabila besarnya laju aliran antara input dan output adalah sama, maka dapat disimpulkan bahwa sistem saluran gasnya tidak terdapat kebocoran.

4.2 Pengujian Sistem Kontrol Suhu

Pengujian rangkaian pemanas adalah dengan memberikan tegangan penuh pada heater dan mencatat setiap perubahan suhu dalam skala per 50 °C untuk waktu yang dibutuhkan. Berikut adalah data pengukuran untuk pengujian rangkaian pemanas.

Tabel 1. Pencapaian Suhu Oleh Pemanas

No.	Suhu (°C)	Waktu (detik)
1.	50	04.23
2.	100	06.57
3.	150	08.46
4.	200	09.94
5.	250	11.34
6.	300	12.46

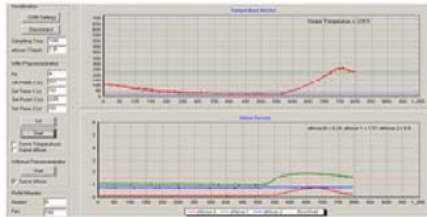
Pengujian rangkaian driver pendingin adalah dengan memberikan tegangan bias pada transistor switch sehingga beda potensial yang terdapat pada kipas adalah sebesar 12 volt. Pemberian besar kecilnya tegangan bias pada basis transistor dilakukan dengan mengatur output PWM yang diolah microcontroller.

Pengujian rangkaian driver sensor suhu dilakukan dengan mengukur tegangan output dari rangkaian driver pada saat RTD diberi variasi suhu. Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran output sensor suhu.

Tabel 2. Data Output Tegangan Rangkaian Sensor Suhu

No.	Suhu (°C)	Tegangan (Volt)
1.	17	1.3
2.	104	1.55
3.	225	1.85

Pengujian rangkaian pengontrol suhu dilakukan dengan memberikan nilai suhu pada inputan menu tampilan pada software seperti ditunjukkan pada Gambar 9. Dapat dilihat nilai suhu yang diinputkan adalah sebesar 225 °C. Ketika respon suhu sudah mencapai nilai 225°C, maka nilai PWM adalah sebesar 0 %, sebaliknya ketika suhu mendekati nilai 10 °C, maka nilai PWM adalah sebesar 94%. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu sebesar 225 °C adalah sekitar 10.64 detik.

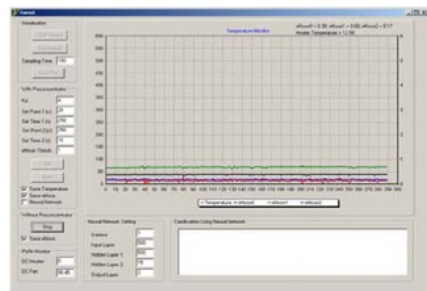


Gambar 9. Respon Suhu.

4.3 Pengujian Sistem Pengenalan Jenis Gas

Pada pengujian sistem pengenalan jenis gas dilakukan dengan pengujian sampel sebanyak empat jenis sampel gas yaitu benzene, etanol, acetone dan karbon monoksida.

Semua sampel gas tersebut diujicobakan pada sistem yang tanpa menggunakan preconcentrator. Hasil dari pengujian sampel gas adalah sebagai berikut. Sampel gas karbon monoksida yang berkonsentrasi 468 ppm pada volume 0.1 mL yang diencerkan dengan udara bersih bervolume 2000 mL, laju aliran gas 0.4 L/mnt, suhu pemanasan 10°C. Respon sensor ditunjukkan pada Gambar 10.

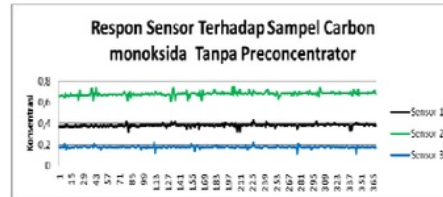


Gambar 10. Respon Sensor Terhadap Sampel Karbon monoksida Tanpa Preconcentrator.

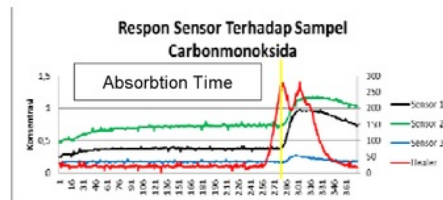
Selanjutnya ke empat sampel gas tersebut diujicobakan pada sistem yang menggunakan preconcentrator. Hasil dari pengujian sampel gas adalah sebagai berikut :

untuk sampel gas karbon monoksida dengan nilai konsentrasi 468 ppm pada volume 0.1 mL diencerkan dengan udara bersih 2000 mL yang ditempatkan pada kantong plastik berukuran 2

liter, laju aliran gas 0.05 L/mnt, suhu pendinginan 20 °C selama 250 detik, suhu pemanasan 250°C selama 10 detik, respon sensor ditunjukkan pada Gambar 12. Sistem implementasi preconcentrator pada e-Nose dapat mendeteksi gas berpolutan pada konsentrasi minimal $\frac{0.1}{2000} \times 468 = 0.0234 \text{ ppm}$

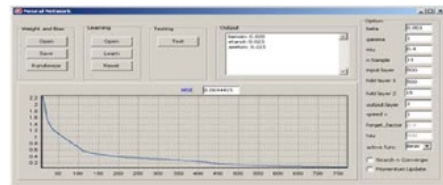


Gambar 11. Respon Sensor Terhadap Sampel Karbon monoksida Tanpa Preconcentrator.



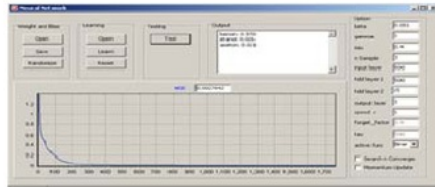
Gambar 12. Respon Sensor Terhadap Sampel Karbon monoksida Menggunakan Preconcentrator

Kemudian output dari sistem yang tidak menggunakan preconcentrator diinputkan ke sistem pengenalan jenis gas pada BPNN dengan menentukan nilai bobot dari hasil pembelajaran selama 250.000 kali iterasi sehingga didapatkan hasil percobaan seperti ditunjukkan pada Gambar 13. Dari hasil testing pada sistem pengenalan jenis gas tidak dapat mengenal jenis gas. Selanjutnya keempat output dari sistem yang menggunakan preconcentrator diinputkan ke sistem pengenalan jenis gas pada BPNN dengan menentukan nilai bobot dari hasil pembelajaran dan dilakukan selama 250.000 kali iterasi, sehingga didapatkan hasil percobaan seperti ditunjukkan pada Gambar 14. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem BPPN dapat mengenal ke empat jenis gas .



Gambar 13 Respon pengenalan jenis gas dengan inputan tanpa Preconcentrator.

Hasil dari sistem yang menggunakan preconcentrator ditunjukkan pada Gambar 14. Sistem BPPN setelah mencapai nilai MSE sebesar 0.0001 pada iterasi ke 1700 dapat mengenali jenis gas yang dideteksi.



Gambar 14. Respon pengenalan jenis gas dengan inputan menggunakan preconcentrator

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk volume sampel gas yang diujikan maksimal bernilai 0.1 mL pada konsentrasi 468 ppm yang diencerkan pada udara kering bervolume 2000 mL, karena nilai tersebut e-Nose tidak dapat mendeteksi tanpa tambahan preconcentrator. Laju aliran gas sampel pada sistem adalah sebesar maksimal 0.025 L/menit. Waktu akumulasi sampel pada saat pendinginan preconcentrator adalah minimal 250 detik, untuk menghabiskan seluruh gas yang ada pada sampel bag. Besarnya nilai pemanasan preconcentrator adalah minimal sebesar 200 °C selama 10 detik. Sistem implementasi preconcentrator pada e-Nose dapat mendeteksi gas berpolutan pada konsentrasi minimal 0.0234 ppm.

6. Pustaka

- [1] Andrew Oktorizal, "Studi Sensor Gas Berbasis Surface Acoustic Wave untuk Penerapan pada Sistem Identifikasi Gas", skripsi fakultas Teknik Universitas Indonesia 2010.
- [2] T. Nakamoto, Y. Isaka, T. Ishige, T. Moriizumi, "Odor-sensing system using preconcentrator with variable temperature", *Sensor and Actuator*, Elsevier Science 2000.
- [3] E.H. M. Camara, P. Breuil, D. Briand, L. Guillot, C. Pijolat and N. F. de Rooij, "A micro gas pre-concentrator with improved performance for environmental monitoring", *Transducers 2009 IEEE*, Denver, CO, USA, *Volume 2*, 2009.
- [4] Xuntao Xu, Fengchun Tian, Simon X. Yang, Qi Li, Jia Yan and Jianwei Ma, "A Solid Trap and Thermal Desorption System with Application to a Medical Electronic Nose", *Sensors* 2008, *8*, 6885-6898; DOI: 10.3390/s811688.
- [5] Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- [6] Paul E. Keller, Lars J. Kangas, Lars H. Liden, Sherif Hashem, Richard T. Kouzes. *Electronic Noses and Their Application*. Pacific Northwest Laboratory, Boston University, West Virginia University, Richland, Washington 99352.
- [7] Takamichi Nakamoto, Toru Ozawa Yoshihiko Shibata. Improvement of Odor Recognition Chip, Graduate school of Science and Graduate school of Engineering, Graduate school of Science and Engineering, Tokyo Institute of Engineering, Tokyo Institute of Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, JAPAN Technology, Tokyo, JAPAN Technology, Tokyo, JAPAN.
- [8] T. Yamanaka, R. Matsumoto, T. Nakamoto, Odor recorder for multicomponent odor using two-level quantization method, *Sens. Actuators B: Chem.* 89 (2003) 120–125.
- [9] T. Yamanaka, R. Matsumoto, T. Nakamoto, Odor recorder for multicomponent odor using two-level quantization method, *Sens. Actuators B: Chem.* 89 (2003) 120–125.
- [10] T. Yamanaka, R. Matsumoto, T. Nakamoto, Fundamental study of odor recorder for multicomponent odor using recipe exploration method based on singular value decomposition, *IEEE. Sens.* 3 (2003) 468–474. Igawa, N. and H. Nakamura, (2001). All Sky Model as a standard sky for the simulation of daylight environment. *Building and Environment*, 36: p. 763-770.

Implementasi Preconcentrator Pada e-Nose Untuk Mendeteksi Polutan Udara

ORIGINALITY REPORT

34%

SIMILARITY INDEX

33%

INTERNET SOURCES

13%

PUBLICATIONS

19%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	rasyapastidong.blogspot.co.id Internet Source	8%
2	www.slideshare.net Internet Source	3%
3	Submitted to Universiti Teknikal Malaysia Melaka Student Paper	3%
4	Somboon, P.. "Study of odor recorder based on preconcentrator with variable temperature", Sensors & Actuators: B. Chemical, 20071115 Publication	3%
5	ejournal.undip.ac.id Internet Source	3%
6	aditya-i-r-fst08.web.unair.ac.id Internet Source	2%
7	www.got-blogger.com Internet Source	2%

katontitis.blogspot.com

8

Internet Source

2%

9

T. Nakamoto, T. Ozawa, Y. Shibata.
"Improvement of odor recognition chip",
Proceedings of IEEE Sensors 2003 (IEEE Cat.
No.03CH37498), 2003

Publication

1%

10

www.mdpi.com

Internet Source

1%

11

hal.archives-ouvertes.fr

Internet Source

1%

12

www.snps.its.ac.id

Internet Source

1%

13

Submitted to Syiah Kuala University

Student Paper

1%

14

eepis-its.edu

Internet Source

1%

15

www-ti.informatik.uni-tuebingen.de

Internet Source

1%

16

www.scribd.com

Internet Source

1%

17

tdl.libra.titech.ac.jp

Internet Source

1%

18

jurnal.untan.ac.id

Internet Source

1%

19

flexterkita.com

Internet Source

<1%

20

endiksi.blogspot.com

Internet Source

<1%

21

repositori.usu.ac.id

Internet Source

<1%

22

es.scribd.com

Internet Source

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off