

## METODE MANIPULASI *BASELINE* UNTUK MENGATASI *SENSOR DRIFT* PADA SENSOR GAS UNTUK UJI DISKRIMINASI JAMU

### *THE METHOD OF BASELINE MANIPULATION TO OVERCOME THE SENSOR DRIFT ON GAS SENSOR TEST FOR HERBAL DRINKS DISCRIMINATION*

Dyah Kurniawati Agustika<sup>\*1</sup> dan Kuwat Triyana<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta

<sup>2</sup>Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

<sup>3</sup>Grup Riset Halal, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

\*email: [dyah\\_kurniawati@uny.ac.id](mailto:dyah_kurniawati@uny.ac.id)

Diterima 28 November 2016 disetujui 3 Maret 2016

#### Abstrak

Sistem Sensor gas banyak digunakan untuk pendeteksian aroma. Permasalahan utama dalam sistem ini adalah adanya *sensor drift* yang membuat buruknya reproduisibilitas sensor. Reproduisibilitas sensor dapat ditingkatkan dengan menerapkan seleksi ciri pada respon luaran sensor dan manipulasi *baseline*. Penelitian ini difokuskan untuk menentukan metode yang dapat mengurangi adanya sensor drift dengan tahapan manipulasi *baseline* dan memilih jenis manipulasi *baseline* yang optimal saat sistem sensor gas mendeteksi tiga jenis jamu yang berbeda. Data yang telah diseleksi ciri kemudian diterapkan tiga jenis manipulasi *baseline* yang berbeda (diferensial, relatif dan fraksional) dan dimasukkan ke sistem pengenalan pola *Principal Component Analysis* (PCA). Dari hasil analisis PCA manipulasi *baseline* yang memberikan hasil optimal adalah diferensial dengan nilai PC1 82,71%. Hal ini menunjukkan manipulasi *baseline* diferensial efektif dalam mereduksi terjadinya *sensor drift*.

Kata kunci: *electronic nose*, sensor gas, manipulasi *baseline*, seleksi ciri

#### Abstract

*Gas sensor system is widely used for the detection of aroma. The main problem in this system is the sensor drift that makes poor reproducibility of the sensor. The reproducibility of the sensor can be improved by applying the feature selection of the sensor's output response and baseline manipulation. This research focused on determining methods that can reduce the drift sensor of gas sensor by using baseline manipulation and selecting the optimal type of baseline manipulation when gas sensor system detects three different types of herbal drinks. The data that have been feature selected were then applied to three different types of baseline manipulation (differential, relative and fractional) and inserted into the pattern recognition system, Principal Component Analysis (PCA). From the analysis of PCA baseline manipulation that gives optimal results is differential one with the value of PC1 82.71%. This shows that differential baseline manipulation is effective in reducing the occurrence of sensor drift.*

Keywords: *electronic nose*, gas sensor, baseline manipulation, feature selection

#### Pendahuluan

Sistem sensor gas untuk pendeteksian dan pengidentifikasian aroma diaplikasikan dalam berbagai bidang industri. Contohnya, industri makanan yang menggunakan sensor gas untuk menguji kualitas produk makanan dan industri migas yang menggunakan sistem sensor gas untuk mengetahui letak tambang. Sistem sensor gas juga

digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi gas-gas berbahaya, pendeteksian obat-obatan ilegal dan lain sebagainya. Sistem sensor gas disebut juga *electronic nose* (*e-nose*) [1-2].

Permasalahan dasar pada performa *e-nose* adalah ketidakstabilan sensor gas atau dikenal sebagai *sensor drift*. yang membuat buruknya

reproduktibilitas dari sinyal sensor. *Sensor drift* membuat respons sensor gas pada sampel acuan yang identik tidaklah sama sehingga dibutuhkan pengkalibrasian sensor lebih sering. Ada beberapa hal yang menyebabkan terjadinya *sensor drift*. Salah satu contohnya adalah proses yang terjadi ketika sensor gas tipe semikonduktor oksida logam terpapar senyawa sulfur atau asam yang dapat menyebabkan pengikatan senyawa pada permukaan sensor dan menyebabkan berubahnya sifat sensor. Selain itu, penuaan sensor merupakan salah satu proses penyebab *sensor drift*. Pada penuaan sensor terjadi penurunan performa karena luntarnya bahan permukaan sensor yang menyebabkan terganggunya sensitivitas sensor. Sejauh ini, tidak ada sensor kimia yang dibuat tanpa adanya drift. *Sensor drift* harus diberikan perlakuan tertentu agar dapat mencapai data pengukuran yang dapat dipercaya [3-4]. Salah satu metode untuk mengatasi adanya *sensor drift* adalah dengan menggunakan manipulasi *baseline* dalam tahapan prapemrosesan.

E-nose terdiri dari larik sensor gas yang mendeteksi adanya gas tertentu, data analog dari sensor akan diubah menjadi data digital oleh analog to digital converter (ADC) untuk disimpan ke komputer dan dilakukan prapemrosesan. Prapemrosesan berfungsi untuk menyiapkan sinyal agar dapat dengan mudah diolah oleh mesin pengenalan pola. Tahapan akhir adalah pemrosesan data oleh sistem pengenalan pola [5].

Tahapan prapemrosesan dibutuhkan dalam sistem e-nose karena dapat membantu peningkatan klasifikasi sistem pengenalan pola. Salah satu metode prapemrosesan adalah manipulasi *baseline*. *Baseline* adalah respon sensor terhadap zat referensi contohnya udara bersih atau gas nitrogen. Nilai *baseline* diambil sebelum perekaman data untuk sampel uji dan diharapkan sama untuk proses pengidentifikasian lebih lanjut, namun dalam kondisi nyata hal ini sulit dicapai. Manipulasi *baseline* bertujuan untuk mengembalikan sinyal respon sensor ke nilai *baseline* awal, karena setelah pembersihan sensor, nilai *baseline* mengalami pergeseran dan sulit untuk dapat tepat kembali ke titik *baseline* semula. Ada tiga macam teknik manipulasi *baseline* yaitu:

- Diferensial, teknik ini bertujuan untuk menghilangkan derau tambahan ( $\delta_A$ ) yang muncul pada respon sensor. Besarnya nilai manipulasi *baseline* diferensial diperoleh dari pengurangan nilai *baseline* ( $x_0$ ) dari nilai luaran sensor terhadap suatu sampel ( $x$ ) yang dirumuskan sebagai

$$x_{dif} = (x + \delta_A) - (x_0 + \delta_A) = x - x_0 \quad (1)$$

- Relatif, teknik ini bertujuan menghilangkan *drift* multiplikatif ( $\delta_m$ ) yang muncul karena faktor penuaan sensor, nilainya diperoleh dari nilai luaran sensor terhadap suatu sampel dibagi dengan nilai *baseline*

$$x_{re} = \frac{(x)(1 + \delta_m)}{(x_0)(1 + \delta_m)} = \frac{(x)}{(x_0)} \quad (2)$$

- Fraksional, teknik ini berfungsi untuk menormalisasi nilai respon sensor. Besarnya diperoleh dari nilai luaran sensor terhadap suatu sampel dikurangkan dan dibagi nilai *baseline* [5]:

$$x_{frak} = \frac{x - x_0}{x_0} \quad (3)$$

Selain manipulasi *baseline* pada tahapan prapemrosesan juga terdapat metode seleksi ciri yang berfungsi untuk memilih data yang akan dimasukkan dalam pengenalan pola dan dimaksudkan untuk meningkatkan keakuratan hasil pengenalan pola [6].

Data yang telah melalui tahapan prapemrosesan kemudian diolah oleh sistem pengenalan pola. Salah satu metode pengenalan pola adalah principal component analysis (PCA). Principal Component Analysis (PCA) merupakan teknik representasi data yang digunakan untuk pengenalan pola. Teknik ini bertujuan untuk menentukan apakah sampel-sampel sama atau tidak dan dapat dipisahkan dalam grup yang homogen. Teknik ini juga dapat menentukan variabel mana yang terhubung dan derajat korelasinya [7]. PCA mentransformasikan data ke dalam koordinat baru. Data dari hasil pengamatan terkadang hasilnya tidak mudah diinterpretasi karena adanya derau maupun redundansi data. PCA bertujuan untuk mentransformasi data agar lebih mudah diinterpretasikan. Informasi penting dari data, derau maupun redundansi dapat dilihat dari kovariansnya [8].

Penelitian ini menggunakan e-nose untuk mendiskriminasi tiga jenis jamu yaitu beras kencur, kunir asam dan temulawak. Fokus penelitian adalah mengatasi permasalahan *sensor drift* saat electronic nose digunakan untuk mendeteksi ketiga jenis jamu dengan menggunakan manipulasi *baseline* dan memilih jenis manipulasi *baseline* yang

memberikan hasil optimal dalam tahapan pengenalan pola sampel.

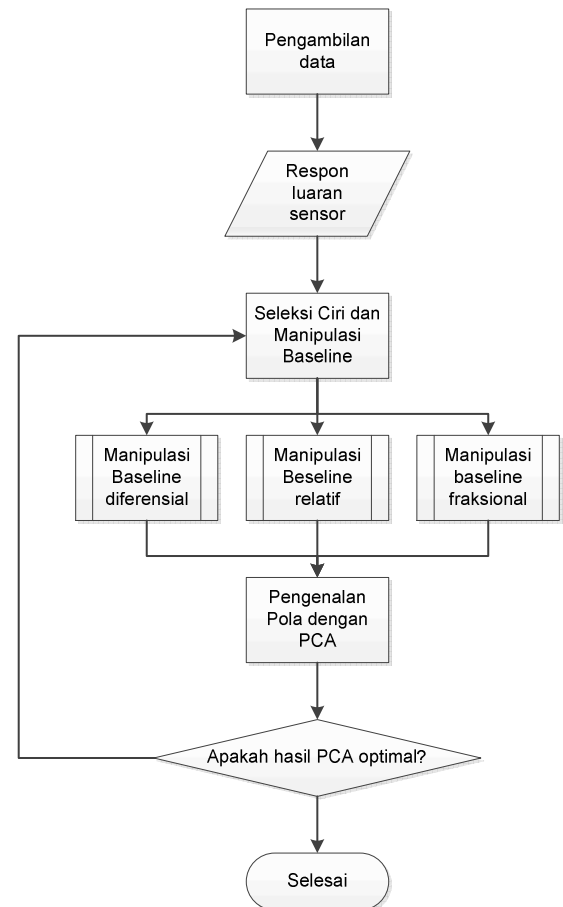
## Metode Penelitian

*Alat dan Bahan.* Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kunir asem, beras kencur dan temulawak. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah electronic nose yang terdiri dari enam sensor metal oksida TGS (*Taguchi Gas Sensor*) yang terdiri dari TGS813 (sensor metana), TGS822 (sensor uap air pelarut organik), TGS825 (sensor H<sub>2</sub>S), TGS826 (sensor NH<sub>3</sub> dan amino), TGS2611 (sensor metana), TGS2620 (sensor alkohol). Sensor-sensor ini dihubungkan ke sistem akuisisi data dan berada dalam sebuah ruangan yang disebut ruang sensor. Ruang sensor ini dilengkapi dengan kipas. Ada dua kipas pada ruang sensor, yaitu kipas yang berfungsi untuk menghisap aroma sampel ke dalam ruang sensor dan kipas yang berfungsi untuk menghisap udara bebas ke dalam ruang sensor. Kipas penghisap udara bebas berfungsi untuk menetralkan aroma sampel. Tempat sampel berada di dekat ruang sensor dan kipas penghisap aroma sampel.

*Pengambilan dan Pengolahan Data.* Sensor gas pada e-nose dipanaskan selama 10 menit sebelum digunakan. Hal ini dilakukan untuk mencapai titik kerja sensor. *Baseline* sensor diperoleh dengan memaparkan sensor ke udara bebas. Sampel uji diletakkan di ruang sampel dan setelah selesai pengujian, sensor dibersihkan dengan menyalakan kipas yang berfungsi untuk menghisap udara bebas ke dalam ruang sensor. Data respon sensor diukur setiap 5 detik. Untuk respon sensor terhadap udara bebas pengambilan data dilakukan selama 1 menit sehingga diperoleh 12 titik data. Sedangkan untuk respon sensor terhadap sampel uji, pemaparan sensor terhadap sampel uji dilakukan selama 1 menit kemudian sampel diambil dari ruang sensor dan proses penurunan sinyal sebelum kembali ke *baseline* memakan waktu 20 detik (4 titik data) sehingga untuk satu sampel diperoleh 16 titik data. Proses pembersihan dilakukan selama 2 menit. Diagram alir penelitian terlihat pada Gambar 1.

Data yang diperoleh dari respon luaran sensor diprapemroseskan dengan menggunakan seleksi ciri dan manipulasi *baseline*. Manipulasi *baseline* yang digunakan adalah diferensial, relatif dan fraksional. Selanjutnya data hasil manipulasi *baseline* diolah menggunakan sistem pengenalan pola PCA. Sistem pengenalan pola PCA akan menentukan manipulasi *baseline* manakah yang

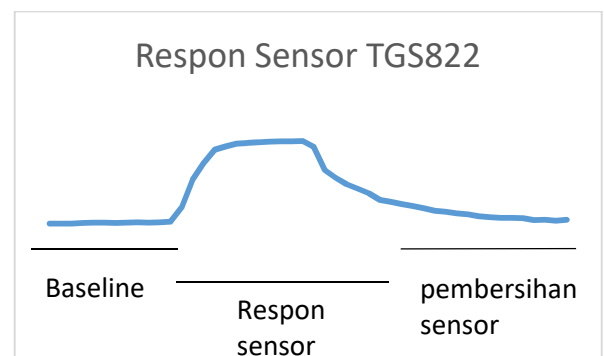
memberikan hasil optimal dan akan digunakan untuk pengolahan data selanjutnya.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

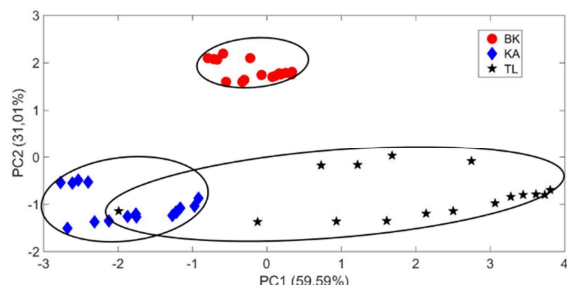
## Hasil dan Pembahasan

Data respon luaran salah satu sensor dari electronic nose yaitu TGS 822 pada sampel temulawak terlihat pada Gambar 2. Gambar ini merupakan tipikal respon sensor gas pada saat sensor terpapar udara bebas, pengambilan data hingga pembersihan.



Gambar 2. Respon Luar Sensor TGS 822 pada sampel temulawak

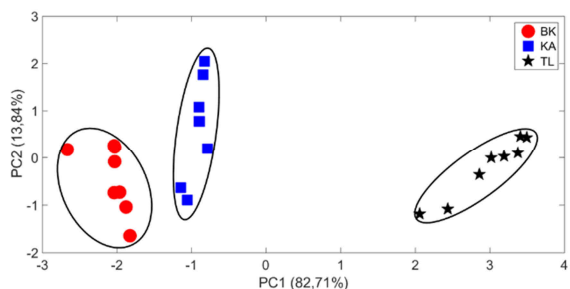
Untuk mengetahui pentingnya tahapan prapemrosesan, data respon luaran sensor tanpa melalui tahapan prapemrosesan langsung diolah dengan menggunakan PCA dan hasilnya terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Hasil diskriminasi PCA dari sistem e-nose tanpa prapemrosesan untuk ketiga jenis jamu.

Gambar 3 menunjukkan bahwa kelompok/cluster data kunir asem tumpang tindih dengan kelompok data temulawak yang menandakan sistem tanpa prapemrosesan tidak dapat mendiskriminasi sampel yang berbeda. Seharusnya sampel yang berbeda tidak tumpang tindih satu dengan yang lainnya. Oleh karenanya dibutuhkan tahapan prapemrosesan. Prapemrosesan data dilakukan dengan seleksi ciri dengan memilih data pada titi-titik stabil kemudian menerapkan manipulasi *baseline* kemudian hasilnya diolah dengan sistem pengenalan pola PCA.

Berdasarkan ketiga macam manipulasi *baseline* akan ditentukan jenis apakah yang memberikan hasil diskriminasi yang optimal. Gambar 4 menunjukkan data yang telah diseleksi ciri dan dilakukan manipulasi *baseline* relatif.



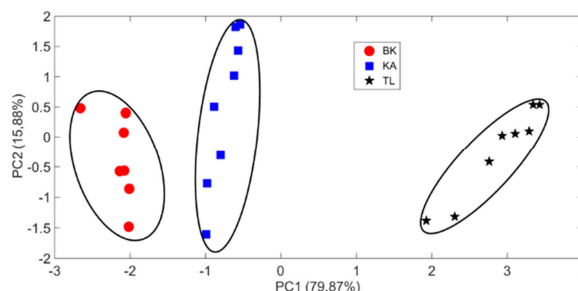
**Gambar 4.** Hasil diskriminasi PCA dari sistem e-nose dengan seleksi ciri dan manipulasi *baseline* diferensial untuk ketiga jenis jamu

Dari Gambar 4 terlihat bahwa masing-masing kelompok sampel tidak lagi tumpang tindih dan ini menandakan sistem dapat mendiskriminasi sampel yang berbeda. Persen variansi menggambarkan

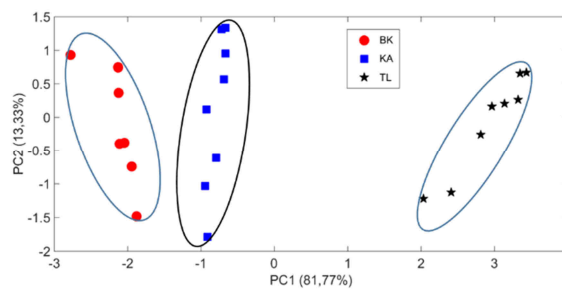
variansi data yang terjadi. Semakin besar persen variansi dari PC ke-n, maka semakin besar pula pemisahan yang terjadi antara sampel yang berbeda.

Nilai persen variansi PC1 dan PC2 pada Gambar 4 adalah 82,71% dan 13,84%. Jumlah persen variansi komponen PC1 dan PC2 mencapai 96,55%,. Dari gambar terlihat bahwa pemisahan antara kelompok temulawak dengan beras kencur dan kunir asem cukup lebar hal ini sesuai dengan variansi antara kedua kelompok ini yang besar yaitu nilai persen variansi PC1 mencapai 82,71%.

Untuk optimasi hasil diskriminasi sistem, digunakan pula manipulasi *baseline* lainnya yaitu relatif dan fraksional. Gambar 5 merupakan menunjukkan data yang telah diseleksi ciri dan dilakukan manipulasi *baseline* relatif dan Gambar 6 menunjukkan hasil olahan manipulasi *baseline* fraksional.



**Gambar 5.** Hasil diskriminasi PCA dari sistem e-nose dengan seleksi ciri dan manipulasi *baseline* relatif untuk ketiga jenis jamu



**Gambar 6.** Hasil diskriminasi PCA dari sistem e-nose dengan seleksi ciri dan manipulasi *baseline* fraksional untuk ketiga jenis jamu

Untuk *baseline* relatif nilai persen variansi PC1 79,87% dan PC2 15,88%, sedangkan *baseline* fraksional nilai persen variansi PC1 81,77% dan PC2 13,33%.

PC1 menunjukkan tingkat diskriminasi ketiga jamu, sehingga untuk menentukan jenis manipulasi *baseline* mana yang memberikan hasil optimal perlu dibandingkan nilai PC1 diantara *baseline*

diferensial, relatif dan fraksional. Perbandingan nilai PC1 terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Perbanding presentase PC1 ketiga jenis manipulasi *baseline*

| No. | Jenis manipulasi <i>Baseline</i> | % PC1  |
|-----|----------------------------------|--------|
| 1.  | Diferensial                      | 82,71% |
| 2.  | Relatif                          | 79,87% |
| 3.  | Fraksional                       | 81,77% |

Dari ketiga jenis manipulasi *baseline* terlihat bahwa untuk tahapan prapemrosesan pada e-nose yang digunakan dalam penelitian, jenis manipulasi *baseline* diferensial memberikan hasil optimal dengan %PC1 terbesar yaitu 82,71% diikuti oleh *baseline* fraksional dan relatif.

Manipulasi *baseline* relatif bertujuan untuk menghilangkan derau tambahan yang terjadi seperti munculnya deraupada proses yang terjadi ketika sensor gas tipe semikonduktor oksida logam terpapar senyawa sulfur atau asam yang dapat menyebabkan pengikatan senyawa pada permukaan sensor dan menyebabkan berubahnya sifat sensor. Besarnya nilai PC1 untuk manipulasi *baseline* diferensial pada sistem e-nose yang digunakan dalam penelitian ini dimungkinkan karena derau yang terjadi merupakan derau tambahan sehingga metode yang dipakai dapat mengeliminasi terjadinya derau tersebut.

## Simpulan

Tahapan prapemrosesan dapat mempengaruhi tingkat klasifikasi sistem pengenalan pola dalam sistem sensor gas. Pada penelitian ini tahapan prapemrosesan yang berupa seleksi ciri dan manipulasi *baseline* mampu meningkatkan performa sistem pengenalan pola sehingga dapat mendiskriminasi tiga sampel yang berbeda. Dari hasil analisa, manipulasi *baseline* yang memberikan hasil optimal adalah manipulasi *baseline* diferensial hal ini disebabkan derau dari sensor gas yang digunakan dalam penelitian adalah derau tambahan.

## Pustaka

- [1] Polikar R., Shinar R., Honavar V., Udpa L., Porter, M.D., "Detection And Identification Of Odorants Using An Electronic Nose", Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2001. Proceedings. (ICASSP '01). IEEE
- [2] Jun Z., Yu.X.L, Wei W., Zhu Z. Wei Zi., Wu X., 2009 "Determination Freshwater Fish Freshness with Gas Sensor Array". IEEE World Congress on Computer Science and Information Engineering.
- [3] Haugen J.E., Tomic O., Kvaal K., 2000, A calibration method for handling the temporal drift of solid state gas-sensors, *Analytica Chimica Acta*, Volume 407, Issues 1-2, Elsevier Science
- [4] Tomic O., Ulmer H., Haugen J.E., 2002, Standardization methods for handling instrument related signal shift in gas-sensor array measurement data, *Analytica Chimica Acta*, Volume 472, Issues 1-2, Elsevier Science,
- [5] Schiffman, S.S., Gutierrez-Osuna, R., Nagle, H. T., Kermani, B., 2003, Handbook of Machine Olfaction, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- [6] Guyon, I., dan E. Andre. 2007, "An Introduction to Feature Extraction", Volume 207 of the series Studies in Fuzziness and Soft Computing pp 1-25
- [7] Mallikarjunan P., Irudayaraj, J. and Reh, C. 2008, Nondestructive Testing of Food Quality, Blackwell Publishing Professional USA
- [8] Shlens, J. 2009, *A Tutorial on Principal Component Analysis*, New York University, New York