

## **RANCANG BANGUN SISTEM *ELECTRONIC NOSE (E-NOSE)* UNTUK DETEKSI SAMPEL KANKER PAYUDARA BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO**

**Gina Yulia Sari, Wildian Wildian, Nini Firmawati\***

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas  
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163  
\*email: firmawatinini@gmail.com

### **ABSTRAK**

Telah dilakukan rancang bangun sistem *electronic nose (e-nose)* yang terdiri dari 4 sensor gas, yaitu TGS822 (alkohol), TGS826 (amonia), TGS2600 (kontaminasi udara), dan TGS2602 (kontaminasi udara). Sistem *e-nose* ini digunakan untuk melihat respon sensor terhadap urin positif kanker payudara, negatif kanker payudara dan air. Data keluaran ke empat sensor di olah menggunakan modul mikrokontroler Arduino Uno, disimpan dan ditampilkan pada *personal computer* menggunakan perangkat lunak LabVIEW. Sistem *e-nose* ini diujikan menggunakan 7 sampel (3 terhadap urin positif kanker payudara, 3 urin negatif kanker payudara dan air). Setiap sampel diujikan sebanyak 9 kali pengujian yang dilakukan selama 3 hari dengan setiap harinya sebanyak 3 kali pengujian. Hasil pengolahan akhir menunjukkan bahwa sistem *e-nose* ini dapat membedakan antara sampel urin positif kanker, urin negatif kanker dan air terlihat dari pola radar yang terbentuk dari keempat sensor.

**Kata Kunci** : kanker payudara , *electronic nose (e-nose)*, urin, sensor gas TGS.

### **ABSTRACT**

*The electronic nose (e-nose) system has been designed for 4 gas sensors, namely TGS822 (alcohol), TGS826 (ammonia), TGS2600 (air contamination), and TGS2602 (air contamination). This e-nose system is used to view the sensor response to the positive urine of breast cancer, negative breast and water cancers. The four sensor output data is processed using the Arduino Uno microcontroller module, stored and displayed on the personal computer using the LabVIEW software. This e-nose system is tested using 7 samples (3 positive urine of breast cancer, 3 negative urine breast cancer and water). Each sample was tested 9 times the test done for 3 days with 3 times the test. The final treatment results show that this e-nose system can distinguish between samples positive urine of cancer, the negative urine of cancer and water seen from the radar pattern formed from the four sensors.*

**Keywords** : breast cancer, *electronic nose (e-nose)*, urine, TGS sensors gas.

## 1. PENDAHULUAN

*Electronic nose* disingkat dengan *e-nose* yang merupakan sistem penciuman buatan untuk menganalisis, mengenali dan mendeteksi bau yang sederhana maupun kompleks dan senyawa yang menguap (Zakaria, 2012). *E-nose* merupakan salah satu peranti yang meniru cara kerja penciuman manusia. *E-nose* telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, seperti industri makanan, minuman, kimia, pertahanan, kesehatan, dan lain-lain. Di industri makanan, *e-nose* dapat digunakan untuk indentifikasi aroma yang berguna dalam pemantauan proses produksi, seperti penelitian tentang klasifikasi jamur patogen yang menyerang pertanian buah stroberi (Pan dkk, 2014), evaluasi kesegaran, seperti deteksi tingkat kesegaran daging (Zhang dkk, 2008). Di dalam bidang kesehatan, *e-nose* ini telah diterapkan pada pengukuran langsung aroma urin untuk mendeteksi diabetes (Siyang dkk, 2012), kanker prostat (Amico dkk, 2012), dan kanker kandungan kemih (Willis dkk, 2011).

Namun, belum ditemukan penelitian yang membahas *e-nose* untuk deteksi kanker payudara. Urin dipilih sebagai sampel karena pengambilannya yang mudah dan urin telah menjadi sampel dengan konten informatif yang kaya jika dianalisis melalui *e-nose* (Amico dkk, 2012). Dan diketahui sel-sel kanker melepaskan penanda bio-molekuler ke dalam darah selama pertumbuhan mereka, yang dapat memberikan simbol yang berguna dalam diagnosis kanker melalui urin (Li, 2014).

Alat yang dirancang pada penelitian ini menggunakan 4 sensor gas, yaitu TGS 822 untuk deteksi alkohol, TGS 826 sebagai deteksi amonia, dan digunakan 2 sensor lagi untuk deteksi kontaminasi udara yaitu TGS 2600, dan TGS 2602. Sensor gas yang digunakan ini merupakan tipe jenis sensor semikonduktor dan merupakan perangkat yang mampu mengubah kuantitas bahan kimia menjadi sinyal listrik yang berhubungan dengan konsentrasi partikel tertentu seperti atom, molekul atau ion dalam gas atau cairan (Peris dan Gilabert, 2009).

Penelitian ini bertujuan menghasilkan model desain alat *e-nose* yang diterapkan untuk pengujian urin positif kanker payudara dengan membandingkan pada urin negatif kanker payudara serta air secara *non-invasive*, yaitu alat yang dapat membedakan urin positif dan negatif kanker payudara tanpa harus menyakiti pasien. Alat ini menggunakan sistem *e-nose* dengan menampilkan hasil pengukurannya pada *personal computer*. Sehingga dalam perkembangannya rancangan *e-nose* ini dapat digunakan di klinik-klinik kesehatan dan puskesmas sebagai deteksi kanker payudara.

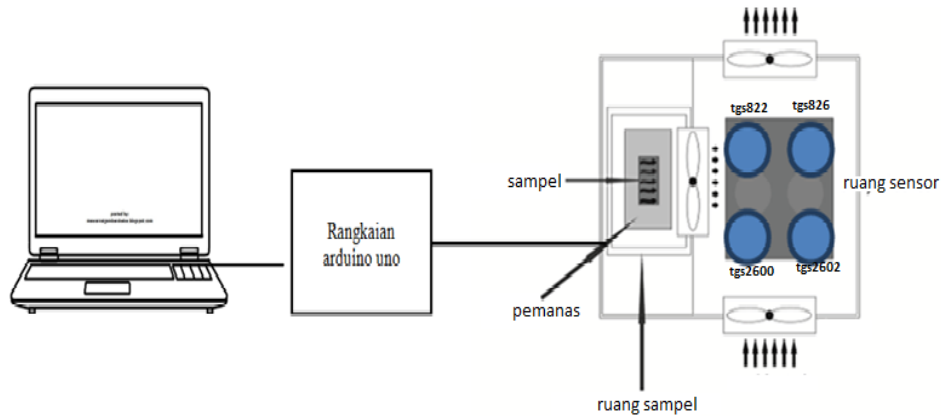
## 2. METODE PENELITIAN

Rancang bangun sistem *e-nose* ini dilakukan di laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas. Perancangan sistem *e-nose* ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak.

### 2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras *e-nose* terdiri dari, rangkain sensor, rangkaian LCD, dan rangkaian *relay* sebagai saklar untuk kipas dan pemanas. Pada penelitian ini diperlukan

catudaya +5V dc sebagai sumber tegangan Arduino Uno, 4 sensor, serta LCD dan +12V dc untuk sistem *relay*. Bentuk rancangan dapat dilihat pada Gambar 1.



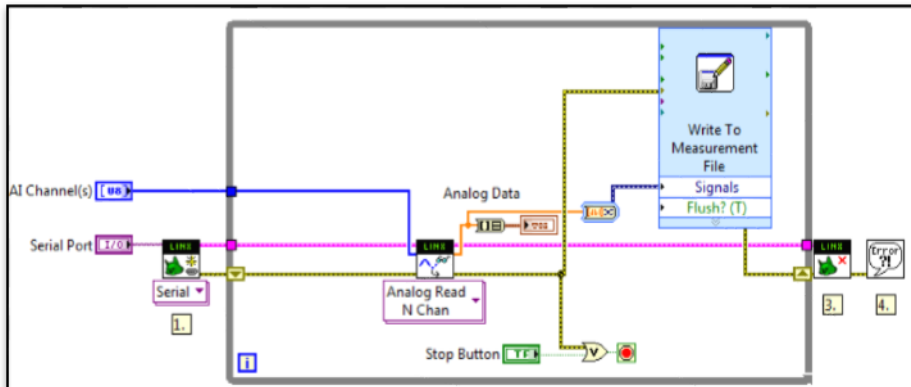
**Gambar 1** Rancangan perangkat keras

Gambar 1 memperlihatkan rancangan keseluruhan dari sistem *e-nose* yang terdiri dari 3 bagian yaitu, bagian penampil, bagian rangkaian dan bagian detektor. Bagian penampil berupa personal computer sebagai penampil dan penyimpan data pengujian. Bagian rangkain ini berupa perangkaian pada mikrokontroler sebagai pengolah data dari detektor sebelum ditampilkan dan tersimpan pada *personal computer*.

Pada perancangan perangkat keras terdapat sebuah box yang terdiri dari dua ruang yaitu ruang sampel dan ruang sensor. Pada rancangan perangkat keras ini digunakan 3 buah kipas, dengan fungsinya 1 kipas yang berada di antara ruang sampel dan ruang sensor sebagai pengalir udara dari ruang sampel menuju ruang sensor dan 2 kipas yang berada pada ruang sensor yang dirancang sebagai pembersih bagian ruang sensor. Pada ruang sampel terdapat sebuah *elemen paltier* yang digunakan sebagai pemanas sampel untuk membantu mempercepat penguapan sampel. Sampel urin dan air yang diujikan diletakkan pada ruang sampel yang dimasukkan pada wadah berukuran 2cm x 2cm x 1cm yang terbuat dari *aluminium foil*.

## 2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam menjalankan rancangan sistem *e-nose* ini dibutuhkan suatu pengontrol berupa program. Pada rancangan sistem *e-nose* ini digunakan 2 jenis program yaitu program pengontrol menggunakan *software* arduino dan sebagai *data logger* menggunakan *software* LabVIEW. Pembuatan program bahasa labVIEW berbeda dari pembuatan bahasa program lainnya, yaitu bahasa program berbasis grafis atau diagram blok, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Program LabVIEW untuk data logger sistem e-nose

### 2.3 Tahapan penelitian

Setelah selesai melakukan perancangan sistem *e-nose* yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak, dilakukan pengujian dengan beberapa langkah pengerjaan sebagai berikut:

1. Preparasi sampel, masing-masing sampel diukur dengan volume yaitu  $2 \pm 0,05$  ml menggunakan gelas ukur. Setelah diukur, masing-masing sampel tersebut dimasukkan kedalam wadah yang terbuat dari *aluminium foil*. Wadah dibuat dengan panjang 4 cm, lebar 4 cm dan tinggi 1 cm. Setiap kali pengukuran, wadah sampel diganti dengan yang baru agar tidak ada sisa bahan pada wadah yang digunakan sebelumnya. Tidak ada tambahan senyawa lain dalam sampel.
2. Pengambilan data, ada beberapa tahap yang dilakukan yaitu:
  - a. Mencari nilai *baseline* awal sistem.  
Untuk mencapai suhu kerja sensor dan titik stabil luaran sensor terlebih dahulu *electronic nose* dinyalakan selama 20 menit. Setelah itu, perekaman data dilakukan ketika sensor hanya terpapar udara bebas. Respon luaran sensor terhadap udara bebas digunakan sebagai data *baseline*.
  - b. Pengujian sampel  
Setelah pengambilan data *baseline* dilakukan, sampel yang sudah dimasukkan ke dalam wadah yang terbuat dari *aluminium foil* diletakkan ke dalam ruang sampel. Pada penelitian ini proses *sensing* diatur selama 1 menit dan proses *flushing* diatur selama 2 menit.
  - c. Pemulihan respon sensor  
Setelah pengambilan data dilakukan, ruang sampel kemudian dibersihkan. Setelah itu dilakukan proses *flushing* selama 1 menit. Hal ini dimaksudkan untuk membersihkan sensor dari aroma sampel sebelumnya.
3. Pengolahan data respon luaran sensor yang dihasilkan pada langkah dua dilakukan dengan pengambilan nilai maksimum setiap pengujian. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah *Electronic Nose* dapat mengenali sampel urin kanker payudara, urin negatif kanker payudara serta air.

### 3. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Rancang bangun sistem *electronic nose* (*e-nose*)

Rancang bangun sistem *e-nose* untuk deteksi kanker payudara berbasis mikrokontroler Arduino Uno telah selesai dilakukan. Perancangan alat ini dilakukan dengan beberapa pengujian secara bertahap. Pengujian dilakukan terhadap perangkat keras dan perangkat lunak, kemudian pengujian alat secara keseluruhan. Rangkaian keseluruhan dari alat yang sudah dirancang dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3** Bentuk fisik alat secara keseluruhan

Pada Gambar 3 dari bentuk fisik alat secara keseluruhan terdapat sebuah LCD. Pada rancangan *e-nose* ini digunakan sebuah LCD untuk menampilkan proses yang sedang berlangsung pada sistem *e-nose* yaitu saat proses *flushing* maupun *sensing*.

#### 3.2 Hasil Pengujian Rancang Bangun sistem *electronic nose* (*e-nose*)

Pengujian rancang bangun sistem *e-nose* dilakukan menggunakan 7 sampel, yaitu 3 sampel urin positif kanker payudara, 3 sampel urin negatif kanker payudara, dan 1 sampel air. Masing-masing sampel diujikan sebanyak 3 hari pengulangan pengambilan data dengan masing-masing hari juga dilakukan pengujian sebanyak 3 kali pengujian untuk setiap sampel. Alat *e-nose* ini memiliki 3 tahapan perekaman data yang dilakukan selama 5 menit, yaitu 2 menit pada *flushing* pertama 1 menit *sensing* dan 2 menit *flushing* akhir. Setiap proses yang sedang berlangsung dari alat akan ditampilkan pada LCD. Hasil dari pengujian sistem *e-nose* pada 1 hari dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data pengujian sistem *e-nose* pada hari ke 1

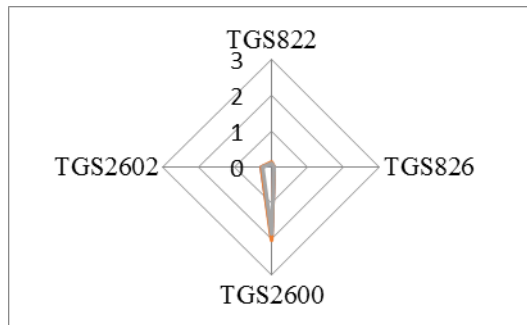
| Hari ke 1                |                      |                              |          |          |          |
|--------------------------|----------------------|------------------------------|----------|----------|----------|
| Sampel                   | Pengambilan data ke- | Tegangan Keluaran Sensor (V) |          |          |          |
|                          |                      | TGS822                       | TGS826   | TGS2600  | TGS2602  |
| Urin A<br>Positif kanker | 1                    | 0,117187                     | 0,073242 | 1,928711 | 0,273437 |
|                          | 2                    | 0,141602                     | 0,073242 | 2,03125  | 0,268555 |
|                          | 3                    | 0,112305                     | 0,078125 | 1,845703 | 0,249023 |
| Urin B<br>Positif kanker | 1                    | 0,117187                     | 0,073242 | 1,870117 | 0,253906 |
|                          | 2                    | 0,117187                     | 0,078125 | 1,870117 | 0,258789 |
|                          | 3                    | 0,126953                     | 0,078125 | 1,884766 | 0,307617 |
| Urin C<br>Positif kanker | 1                    | 0,146484                     | 0,078125 | 2,041016 | 0,34668  |
|                          | 2                    | 0,131836                     | 0,078125 | 1,982422 | 0,302734 |
|                          | 3                    | 0,141602                     | 0,078125 | 2,104492 | 0,297852 |
| Urin A<br>Negatif kanker | 1                    | 0,620117                     | 0,112305 | 2,172852 | 0,302734 |
|                          | 2                    | 0,625                        | 0,151367 | 2,22168  | 0,322266 |
|                          | 3                    | 0,615234                     | 0,117187 | 2,241211 | 0,332031 |
| Urin B<br>Negatif kanker | 1                    | 0,644531                     | 0,117187 | 2,255859 | 0,322266 |
|                          | 2                    | 0,639648                     | 0,117187 | 2,265625 | 0,317383 |
|                          | 3                    | 0,654297                     | 0,117187 | 2,260742 | 0,3125   |
| Urin C<br>Negatif kanker | 1                    | 0,546875                     | 0,107422 | 2,184766 | 0,239258 |
|                          | 2                    | 0,541992                     | 0,102539 | 2,184766 | 0,239258 |
|                          | 3                    | 0,546875                     | 0,107422 | 2,175    | 0,239258 |
| <i>Aquades</i>           | 1                    | 0,429883                     | 0,037422 | 1,914062 | 0,229492 |
|                          | 2                    | 0,381055                     | 0,037422 | 1,865234 | 0,234375 |
|                          | 3                    | 0,371289                     | 0,032539 | 1,850586 | 0,229492 |

Tabel 1 merupakan pengambilan data untuk pengujian *e-nose* pada hari ke 1 dengan memilih nilai maksimum untuk setiap pengujian. Pengujian ketujuh sampel seperti pada tabel 1 dilakukan dengan prosedur yang sama untuk hari kedua dan hari ketiga.

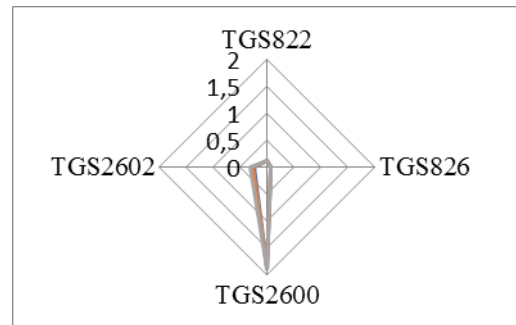
Pada penelitian ini dipilih penyajian data dalam bentuk pola radar untuk melihat respon rancangan *e-nose* terhadap sampel. Pola radar yang terbentuk akan memperlihatkan pola yang sama ditandakan saat saling berimpitnya pola radar pada sampel yang sama, dan akan terlihat pola radar yang berbeda pada sampel yang berbeda.

Hasil pengambilan data untuk kurva radar yang dibentuk berdasarkan pada nilai maksimum data dari masing-masing keluaran sensor pada hari ke 1, 2, dan 3 dari ketujuh sampel uji. Untuk melihat respon sistem *e-nose* terhadap sampel pembentukan kurva radar dibagi menjadi tiga tahapan. Pertama untuk melihat respon sensor terhadap satu sampel di hari yang sama dengan 3 kali pengujian, dapat dilihat pada Gambar 4.1 – Gambar 4.7. Kedua untuk melihat respon sensor terhadap sampel yang sama pada hari yang berbeda, dalam penelitian ini diujikan 3 hari dapat dilihat pada Gambar 5.1- Gambar 5.7.

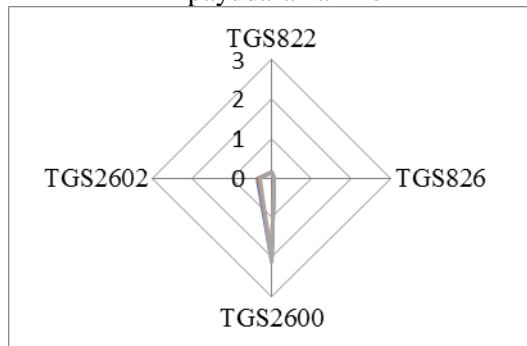
1. Kurva radar masing-masing sampel pada masing-masing harinya.



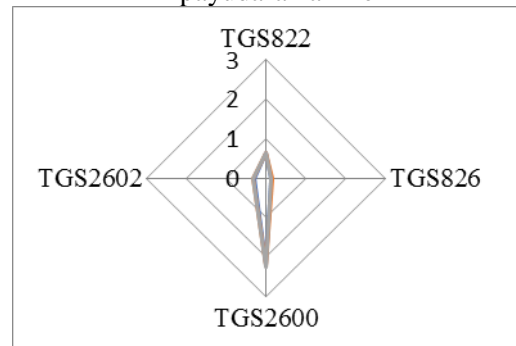
**Gambar 4.1** Radar urin A positif kanker payudara hari ke-1



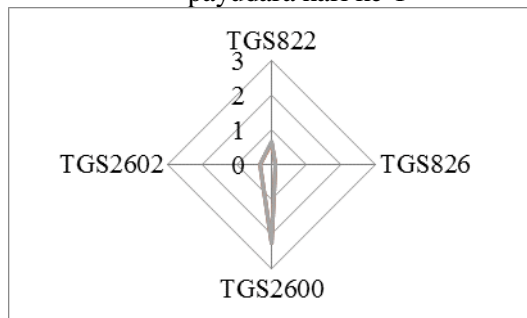
**Gambar 4.2** Radar urin B positif kanker payudara hari ke-1



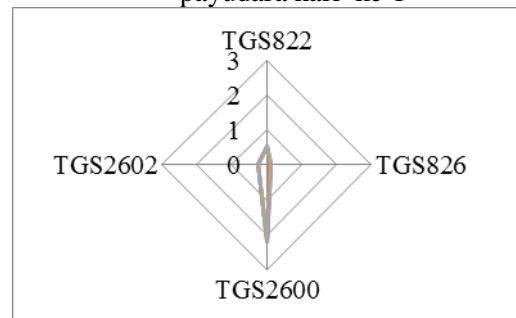
**Gambar 4.3** Radar urin C positif kanker payudara hari ke-1



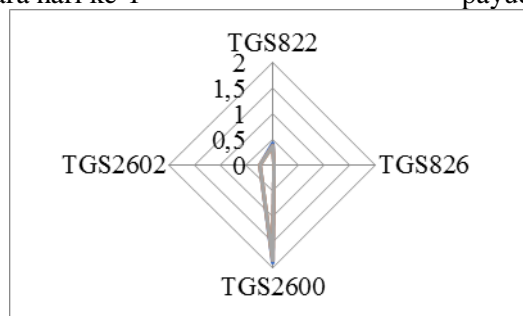
**Gambar 4.4** Radar urin A negatif kanker payudara hari ke-1



**Gambar 4.5** Radar urin B negatif kanker payudara hari ke-1



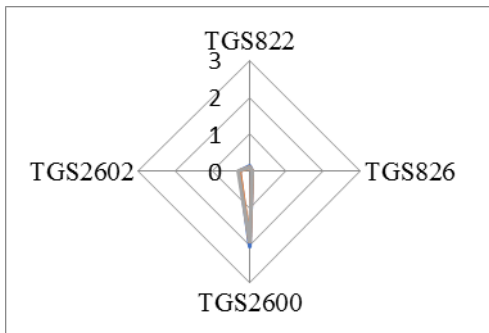
**Gambar 4.6** Radar urin C negatif kanker payudara hari ke-1



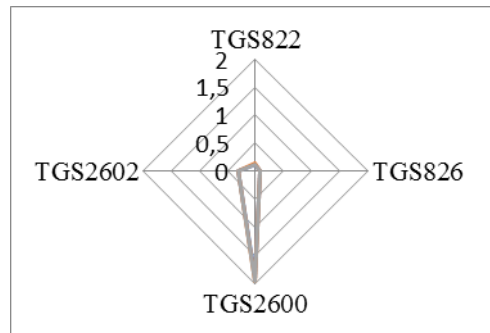
**Gambar 4.7** Radar *aquades* hari ke-1

Gambar hasil keluaran sensor untuk 3 kali pengulangan pengujian dalam satu hari dari masing-masing sampel dapat memperlihatkan bahwa setiap pengulangan pengujian pada setiap sampel yang sama *e-nose* mampu menghasilkan nilai yang hampir sama terlihat dari ketiga data setiap pengujian yang saling berimpit.

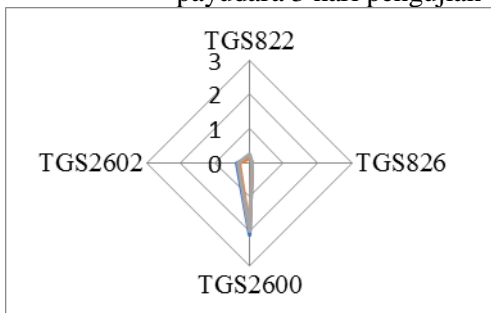
2. Kurva radar masing-masing sampel untuk ketiga harinya.



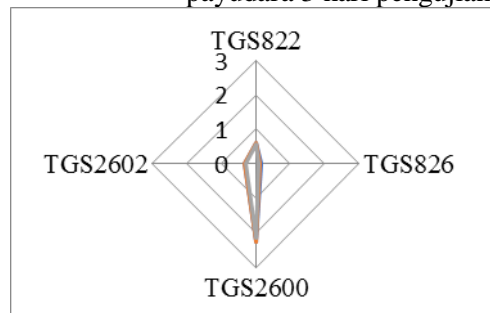
**Gambar 5.1** Radar urin A positif kanker payudara 3 hari pengujian



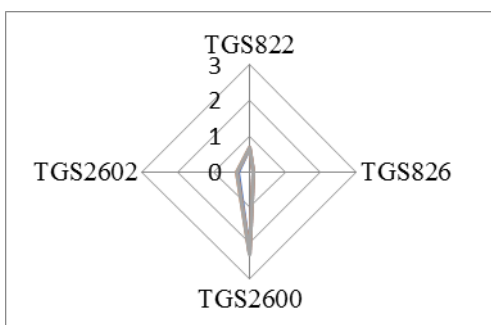
**Gambar 5.2** Radar urin B positif kanker payudara 3 hari pengujian



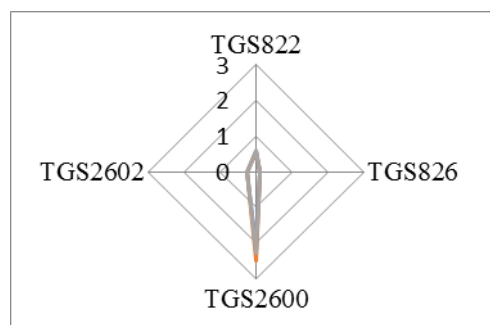
**Gambar 5.3** Radar urin C positif kanker payudara 3 hari pengujian



**Gambar 5.4** Radar urin A negatif kanker payudara 3 hari pengujian

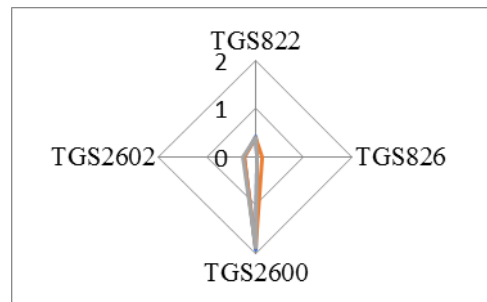


**Gambar 5.5** Radar urin B negatif kanker payudara 3 hari pengujian



**Gambar 5.6** Radar urin C negatif kanker payudara 3 hari pengujian

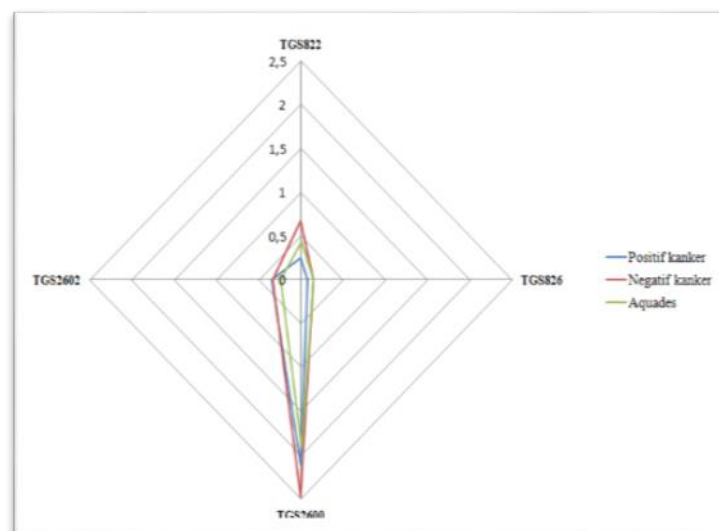




**Gambar 5.7** Aquades 3 hari pengujian

Gambar 5.1 – 5.7 merupakan hasil plot data ketujuh sampel untuk setiap pengulangan harinya, dengan tampilan radar masih terlihat nilai yang masih saling berimpit untuk satu sampel yang sama, walau sudah dibedakan dengan pengambilan data dari hari yang berbeda.

3. Kurva radar sampel positif kanker terhadap sampel yang negatif kanker dan aquades



**Gambar 6** Kurva radar sampel positif kanker terhadap sampel yang negatif kanker dan aquades

Gambar 6 merupakan gambar hasil gabungan dari respon luaran sensor dari tiga jenis sampel, yaitu sampel urin negatif kanker, urin positif kanker dan air. Pada Gambar 6 data dari *e-nose* sudah mampu memperlihatkan perbedaan keluaran sensor dari sampel yang berbeda terlihat dari terbentuknya 3 pola berbeda.

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai rancang bangun sistem *electronic nose* (*e-nose*) untuk deteksi kanker payudara berbasis mikrokontroler arduino uno, dapat ditarik kesimpulan. *E-nose* yang dirancang mampu mengenali sampel, terlihat dari nilai keluaran sensor dalam bentuk pola radar yang berimpit dengan nilai untuk semua sampel urin

kanker payudara walaupun dari penderita berbeda. Masing-masing nilai keluaran ke empat sensornya TGS822, TGS826, TGS2600, TGS2602 secara berurutan yaitu pada penderita A (0.14, 0.07, 2.03, 0.27), penderita B (0.13, 0.07, 1.97, 0.30) dan pada penderita C (0.25, 0.07, 2.10, 0.34). Begitupun saat diujikan pada urin negatif dan aquades pola berimpit dan *E-nose* yang dirancang mampu membedakan sampel urin positif kanker payudara, sampel urin negatif kanker payudara serta air. Semua hasil ini menunjukkan bahwa analisis *electronic nose* merupakan metode yang efisien membedakan sampel yang berbeda jenis (Zhang dkk, 2009).

## **5. DAFTAR PUSTAKA**

6. Amico, A., Santonico, M., Pennazza, G., Capuano, R., Vespasiani, G., Fabbro, D.D., Paolesse, R., Natale, C.D., Martinelli, E. dan Agro, E.F., 2012, Anovel Approach for Prostate Cancer Diagnosis Using a Gas Sensor Array, *Procedia Engineering*, Vol 47, hal 1113-1116
7. Li, J., Peng, Y., Liu, Y., Li, W., Jin, Y., Tang, Z., Duan, Y., 2014, Investigation of Potential Breath Biomarkers for The Early Diagnosis of Breast Cancer Using Gas Chromatography–Mass Spectrometry, *Clinica Chimica Acta*, Elsevier, Vol 436, hal 59–67
8. Pan, L., Zhang, W., Zhu, N., Mao, S., dan Tu, K., 2014, Early detection and classification of pathogenic fungal disease in post-harvest strawberry, *Food Research International*, Vol 62, hal 162-168.
9. Peris, M. Dan Gilabert, L.E., 2009, A 21 st Century Technique for Food Control: Electronic Nose, *Analytica Chimica Acta*, Vol 638, hal 1-15.
10. Siyang, S., Kerdcharoen, T. dan Wongchoosuk, C., 2012, Diabetes Diagnosis by Direct Measurement from Urine Odor Using Electronic Nose, *The 2012 Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON-2012) IEEE*.
11. Willis, C.M., Britton, L.E., Harris, R., Wallace, J. dan Guest, C., 2011, Volatile Organic Compounds as Biomarkers of Bladdes Cancer: Sensitivity and Specificity Using Trained Sniffer Dogs, *Cancer Biomarkers*, Vol 8, hal 145-153.
12. Zakaria, A. 2012., Improved Maturity and Ripeness Classifications of *Magnifera Indica* cv. Harumanis Mangoes through Sensor Fusion of an Electronic Nose and Acoustic Sensor, *Sensors*, Vol 12, hal 6023-6048, ISSN:1424-8220.
13. Zhang, S. Xie, C. Bai, Z. Hu, M. Li, H. Zeng, D., 2008. Spoiling and formaldehyde-containing detections in octopus with an E-nose, *Food Chemistry*, Elsevier, Vol 113, hal 1346–1350

