KARAKTERISTIK SENSOR *METAL OXIDE SEMICONDUCTOR* UNTUK MENDETEKSI PENYAKIT *TUBERCOLOSIS (TBC)*

Rezeki Wulandari Girsang[1*], M. Ari Fahril[2]
[1]Program Studi Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Indonesia
[2]Program Studi Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Indonesia
Email : Salbiah.padang72@gmail.com *
(Received: Agustus 2024 / Revised: Agustus 2024 / Accepted : Agustus 2024)

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian karakteristik sensor *metal oxide semiconductor* untuk mendeteksi penyakit *Tuberculosis (TBC).* Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan sensor *metal oxide semiconductor (MOS)* jenis TGS 822, TGS 2602, dan TGS 2611 dalam mendeteksi penyakit *TBC* dan mengetahui karakrteristik sensor *metal oxide semiconductor (MOS)* dalam mendeteksi penyakit *TBC.* Penelitian ini merancang bangun alat yang dapat mendiagnosa penyakit *Tuberkolosis* dengan menggunakan sensor gas jenis Tgs yang dapat merespon dengan cepat unsur *volatile organic compound (VOC)* yang terdapat di dalam udara pernapasan. Metode yang digunakan yaitu uji korelasi linear dan Speaman yang merupakan metode paling tepat untuk mengetahui keakurasian suatu sensor dalam mengklasifikasikan jenis penyakit secara visual. Dari hasil pengujian menggunakan uji korelasi linear dan Spearman pemanfaatan untuk keefektifan sensor yang digunakan dalam pendeteksian penyakit *Tubercolosis* jenis sensor TGS 822 dengan MQ 5 memiliki kesamaan perolehan nilai yang serupa dalam penggunaan pendeteksian penyakit *TBC* dengan perolehan nilai sebesar 0,7995, TGS 2602 dengan MQ 135 dengan perolehan nilai sebesar 0,6628, Sedangkan untuk TGS 2611 dengan MQ 5 dengan perolehan nilai sebesar 0,034.

Kata kunci: *Electronic Nose, Volatile Organic Compound, Uji Korelasi Linear, Tubercolosis*

1. PENDAHULUAN

Metal oxide semiconductor (MOs) merupakan sebuah sensor yang memiliki interaksi antara molekul gas yang terkontaminasi dengan suhu sehingga mampu mengukur perubahan hambatan listrik dari lapisan semikonduktor. Sensor ini memiliki efisiensi besar serta mampu mendeteksi berbagai jenis gas dan senyawa yang mudah menguap. Pada umumnya sensor ini banyak digunakan pada *electronic nose* dengan prinsip mengklasifikasi bau yang dapat dibaca berdasarkan nilai pembacaan sensor yang menyatakan resistansi sensor. [4]

Sensor *metal oxide semiconductor* dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis berdasarkan tipenya. Pembagian tipe dari sensor yakni, tipe resistif dan tipe non- resistif. Tipe resistif merupakan tipe yang masih dapat dibagi lagi menjadi kontrol resistansi permukaan dan kontrol resistansi curah. Untuk tipe non- resistif merupakan tipe yang terdiri atas beberapa bagian seperti elektrolit padat, diode, transistor efek medan (ET), dan lainnya [3].

Seiring waktu berlanjut sensor ini menjadi hal yang mampu memberikan kelebihan dibanding sensor lainnya diantaranya, harga yang relatif rendah, ukuran kecil, kesederhanaan pengukuran, daya tahan, kemudahan fabrikasi, kemampuan yang baik untuk merespon pada suhu tinggi, serta mudah ditemukan dipasaran. Penemuan sensor ini mempermudah penelitian yang menggunakan pemantauan berdasarkan tingkat atmosfer suhu yang terdeteksi [5].

Pada umumnya penggunaan terhadap sensor *MOs*, dilakukan penyusunan ≥ 2 sensor gas dengan selektivitas yang berbeda – beda sehingga dapat menghasilkan sampel yang unik menyerupai reaksi sensor yang berbeda terhadap suatu sempel yang diuji . Sensor *MOs* memiliki keuntungan yang dapat beroperasi pada suhu kamar serta ketahanan dalam jangka yang panjang. Oleh karena itu, sensor tersebut tumbuh pesat dan banyak diminati untuk penggunaan penelitian. Prinsip kerja sensor gas ini melibatkan dua fungsi utama yaitu, sebagai fungsi reseptor dan transduser.

Fungsi Reseptor pada tahap ini, sensor mendeteksi molekul gas di lingkungan sekitarnya dan bereaksi terhadap keberadaan gas tertentu. Material semikonduktor logam oksida pada sensor berinteraksi dengan molekul gas, menyebabkan perubahan sifat fisiknya, seperti perubahan konduktivitas listrik. Fungsi Transduser setelah mendeteksi dan bereaksi terhadap gas, sensor kemudian mengubah respons kimia tersebut menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik ini dapat dianalisis untuk menentukan jenis dan konsentrasi gas yang terdeteksi. Proses ini memungkinkan sensor untuk memberikan output yang dapat diukur dan diinterpretasikan dalam konteks aplikasi tertentu. Sensor TGS 822,TGS 2611, dan TGS 2602 merupakan susunan sensor gas *MOS* yang memiliki fitur sensitivitas yang tinggi terhadap senyawa *organic volatile (VOC)* dan gas berbau. VOC adalah senyawa yang mudah menguap dan dapat ditemukan dalam berbagai bahan seperti aseton, isoprena, etana, dan pentana. Selain VOC, sensor ini juga mampu mendeteksi gas sederhana seperti nitrogen monoksida (NO), karbon dioksida (CO_2), dan karbon monoksida (CO).

Keunggulan utama dari sensor-sensor ini adalah sensitivitasnya yang tinggi terhadap berbagai jenis gas dan kemampuannya untuk mendeteksi konsentrasi gas yang sangat rendah. Selain itu, sensor TGS 822, TGS 2611, dan TGS 2602 memiliki biaya operasional yang rendah dan ukuran yang kompak, sehingga sangat portabel dan ideal untuk berbagai aplikasi penelitian. Karakteristik ini membuat sensor-sensor tersebut menjadi pilihan yang populer bagi para peneliti yang memerlukan perangkat yang efektif, efisien, dan mudah digunakan [1].

E- Nose memiliki prinsip kerja yang mirip dengan indra penciuman manusia dapat menjadi tolak ukur dalam mengidentifikasi sebuah senyawa *VOC* dalam penyebaran penyakit *Tubercolosis. Tubercolosis* merupakan sebuah

penyakit yang penyebarannya dengan bakteri berdasarkan kontak secara langsung melalui udara dengan adanya percikan air liur secara inhalasi. Berdasarkan data *WHO* (*World Health Organization)* penyakit *tuberculosis* merupakan penyakit yang menduduki posisi urutan kedua yang paling banyak diderita manusia [2].

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sensor Metal Oxide Semiconductor (MOS) dalam mendeteksi penyakit Tuberkulosis (TBC) melalui analisis udara pernapasan pasien. Sampel udara pernapasan dikumpulkan langsung dari penderita TBC menggunakan masker oksigen dan diukur menggunakan perangkat E-Nose. Dalam penelitian sebelumnya, sensor MQ digunakan untuk mendeteksi gas yang mengindikasikan keberadaan TBC. Namun, penelitian ini berfokus pada penggunaan sensor TGS untuk memahami lebih dalam karakteristik dan keakuratan sensor tersebut dalam kondisi yang serupa.

Sensor TGS dipilih karena kemampuannya yang lebih baik dalam mendeteksi konsentrasi gas tertentu yang dihasilkan dari proses metabolisme pasien TBC. Dengan membandingkan hasil yang diperoleh dari sensor TGS dengan sensor MQ, penelitian ini bertujuan untuk menentukan sensor mana yang lebih akurat dan andal dalam mendeteksi tanda-tanda penyakit TBC. Metodologi yang digunakan melibatkan uji korelasi linear dan Spearman untuk menganalisis hubungan antara data yang diperoleh dari kedua sensor, sehingga memberikan gambaran lebih komprehensif tentang kinerja sensor dalam berbagai kondisi.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini melibatkan interaksi langsung antara pasien penderita TBC dan peneliti, dengan menggunakan perangkat E-Nose yang telah dirancang khusus untuk tujuan ini. Proses ini mempertimbangkan berbagai aspek penting, termasuk alat dan bahan yang digunakan, perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang mendukung operasional E-Nose, serta prosedur preparasi sampel dan analisis data. Berikut tahapan perancangan E-Nose dapat dilihat dibawah ini.

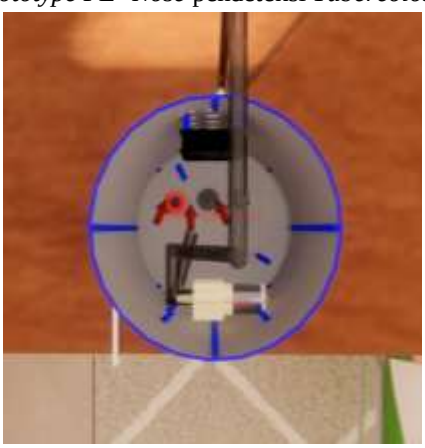
2.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Tahap ini bertujuan untuk membuat perancangan *PE- Nose* dalam mengidentifikasi karakteristik sensor metal oxide semiconductor (Mos) untuk mendeteksi penyakit tuberculosis yang terdiri dari catu daya +5 v dc sebagai sumber tegangan, tiga buah sensor yaitu TGS 2611, TGS 2602, dan TGS 822 yang berfungsi untuk sensor pendeteksi aroma, LCD, heather, empat buah kipas, dimmer, breadboard, sensor suhu DHT 11, serta kabel jamper.

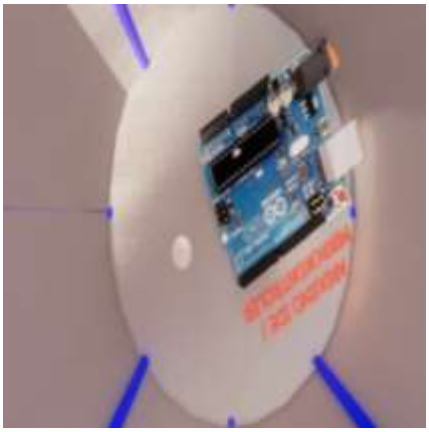
.



Gambar 1. *Prototype PE- Nose* pendeteksi *Tubercolosis* tampak luar



Gambar 2. *Prototype PE- Nose* pendeteksi *Tubercolosis* tampak dalam



Gambar 3. Arduino Uno



Gambar 4. Power Supply

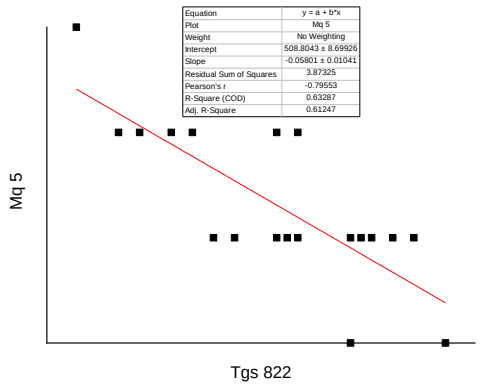
2.2 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

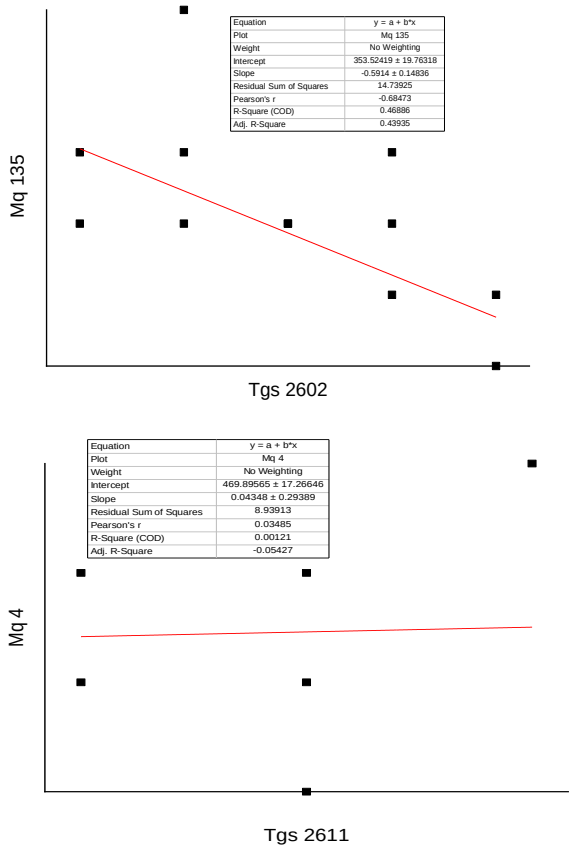
Terdapat dua program pengontrol yang difungsikan dalam menjalankan rancangan sistem *E –Nose*. Program tersebut yaitu software arduino sebagai pengontrol dan software Matlab sebagai data logger. Software ini berfungsi untuk menampilkan data berupa grafik pada perangkat komputer. Tampilan dari grafik data ini merupakan nilai tegangan yang akan disimpan dalam aplikasi Microsoft Excel setelah itu akan dianalisis guna meilhat pola aroma pernapasan seseorang yang dijadikan sebagai sampel.

3. HASIL dan PEMBAHASAN

Hasil perekeman *E- Nose* tanpa sampel dari kedua sensor akan dilakukan uji korelasi linear. Metode ini bertujuan untuk mengetahui tingkat hubungan yang berasal dari variabel bebas *(independent)* terhadap variabel terikat. Hubungan pengaruh yang terbentuk dapat berupa hubungan positif dan negatif. Penganalisisan dinyatakan berdasarkan arah dan kuatnya dalam bentuk hubungan positif dan negatif sedangkan untuk kuat dan lemahnya suatu hubungan berdasarkan koefisien korelasi.

Pada penelitian ini, disajikan hasil dari analisis uji korelasi linear berupa grafik respon antara sensor MQ dan TGS.





Gambar 5. Grafik respon antara sensor MQ dan TGS

Gambar 5 menunjukkan grafik respon antara sensor TGS. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa masing – masing sensor memiliki hubungan yang berikatan dengan menunjukkan nilai yang berbeda – beda berdasarkan beberapa elemen. Penganalisisan ini mampu menyatakan kuat dan lemahnya suatu hubungan berdasarkan koefisien korelasi, maka dapat ditunjukkan oleh tabel 1.

Tabel 1. Hubungan Koefisien Korelasi Respon antara sensor MQ dan TGS

Sensor	Nilai Uji korelasi	Hubungan
TGS 822	0.795550124	Kuat
MQ 5		
TGS 2602	0.66283482105	Kuat
MQ 135		
TGS 2611	0.03478505426	Sangat Rendah
MQ 4		

Tabel 1 menjelaskan bahwa antara sensor Mq dan TGS yang digunakan memiliki hubungan yang kuat dan rendah sesuai dengan nilai koefisien korelasi yang muncul sehingga teridentifikasi dengan baik.

4. KESIMPULAN

Hasil Uji Korelasi Linear dan Spearman dengan menggunakan software *Microsoft Excel* menunjukkan korelasi yang baik terhadap sensor TGS dan MQ. Dari sensor yang digunakan keakurasian terhadap sensor TGS lebih efektif dengan hampir mencapai keakurasian 1. Berdasarkan hal tersebut, pemanfaatan untuk keefektifan sensor yang digunakan dalam pendeteksian penyakit *Tubercolosis* jenis sensor TGS 822 dengan MQ 5 memiliki kesamaan dalam

penggunaan pendeteksian penyakit *TBC* dengan perolehan nilai sebesar 0,7995 memiliki hubungan yang kuat, TGS 2602 dengan MQ 135 memiliki kesamaan dalam penggunaan pendeteksian penyakit *TBC* dengan perolehan nilai sebesar 0,6628 memiliki hubungan yang kuat, Sedangkan untuk TGS 2611 dengan MQ 5 memiliki kesamaan dalam penggunaan pendeteksian penyakit *TBC* dengan perolehan nilai sebesar 0,034 memiliki hubungan yang sangat rendah. Berdasarkan hal tersebut dapat diperoleh bahwa sensor yang memiliki peresponan yang lebih cepat adalah TGS 822 dan TGS 2602.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh dosen yang telah membantu dalam melakukan penelitian hingga selesai.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Astuti, S. D., Mukhammad, Y., Duli, S. A. J., Putra, A. P., Setiawatie, E. M., & Triyana, K. (2019). Gas sensor array system properties for detecting bacterial biofilms. *Journal of Medical Signals and Sensors*, *9*(3), 158–164. https://doi.org/10.4103/jmss.JMSS_60_18

[2] Jain, V. K., Iyengar, K. P., Samy, D. A., & Vaishya, R. (2020). Tuberculosis in the era of COVID-19 in India. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, *14*(5), 1439–1443. https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.07.034

[3] Mirzaei, A., Ansari, H. R., Shahbaz, M., Kim, J. Y., Kim, H. W., & Kim, S. S. (2022). Metal Oxide Semiconductor Nanostructure Gas Sensors with Different Morphologies. *Chemosensors*, *10*(7). https://doi.org/10.3390/chemosensors10070289

[4] Rivai, M. (2014). *The Implementation of Preconcentrator in Electronic Nose System to Identify Low Concentration of Vapors Using Neural Network Method*. *September*.

[5] Widodo, S. (2019). Review Sensor Gas Berbasis Metal Oksida Semikonduktor Untuk Mendeteksi Gas Polutan Yang Selektif Dan Sensitif. *Techno-Socio Ekonomika*, *12*(2), 92–112. https://doi.org/10.32897/techno.2019.12.2.1

[6] Fahril, M. A., & Naziah, A. (2023). Pembuatan Alat Pembangkit Listrik Tegangan Tinggi Dengan Metode *Flyback Transformator* (FBT) Dengan Menggunakan Pengaturan Jarak Bola (*SPHERE GAP*). Jurnal Hadron, 5(2), 34-40.