



**RANCANG BANGUN *ELECTRONIC NOSE* UNTUK
DETEKSI DINI PENYAKIT *GASTROESOPHAGEAL REFLUX*
DISEASE (GERD) DENGAN METODE *K-NEAREST*
*NEIGHBOR***

SKRIPSI

Skripsi diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar sarjana



Disusun oleh:

WAHYU RAMADON
210111301010

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS GLOBAL JAKARTA**

2025

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UUNo. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 04 Agustus 2025

Mahasiswa,



Wahyu Ramadan

210111301010

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Wahyu Ramadan
NIM : 210111301010
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang Bangun *Electronic Nose* Untuk Deteksi
Dini Penyakit *Gastroesophageal Reflux Disease*
(GERD) Dengan Metode *K-Nearest Neighbor*

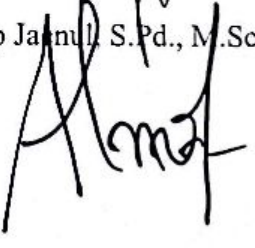
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Arisa Olivia Putri, S.ST., M.IT

()

Pembimbing 2 : Arieq Jannul, S.Pd., M.Sc.Eng

()

Mengetahui,

Ketua Program Studi : Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 04 Agustus 2025

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Wahyu Ramadan
NIM : 210111301010
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang bangun *Electronic Nose* Untuk Deteksi
Dini Penyakit *Gastroesophageal Reflux Disease*
(GERD) Dengan Metode *K-Nearest Neighbor*.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Global Jakarta.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 : Devan Junesco Vresdian, S.ST., M.Sc.Eng

()

Penguji 2 : Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng

()

Penguji 3 : Sinka Wilyanti, S.T., M.T

()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 04 Agustus 2025

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat- Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Brainvendra Widi Dionova, S.ST., M.Sc.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
- (2) Ibu Arisa Olivia Putri, S.ST., M.IT Selaku dosen pembimbing satu yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
- (3) Bapak Arie Jaenul, S.Pd., M.Sc.Eng selaku dosen pembimbing dua yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini
- (4) Kedua orang tua saya tercinta, yang telah membimbing dan mendidik serta memberikan motivasi, nasehat, kasih sayang serta doa yang selalu mengiringi setiap langkah yang tak akan pernah bisa penulis balas. Serta untuk kakak saya M. Ade Kurniawan yang selalu mendukung dan membantu baik dari segi pemikiran dan finansial, dan adik-adik saya yang selalu memotivasi untuk terus melangkah maju hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
- (5) Sahabat yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini dengan dukungan moral serta material.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 04 Agustus 2025

Wahyu Ramadan

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Global Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wahyu Ramadan
NIM : 210111301010
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Global Jakarta **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Rancang bangun Electronic Nose Untuk Deteksi Dini Penyakit
Gastroesophageal Reflux Disease (GERD) Dengan Metode K-Nearest
Neighbor**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non-eksklusif ini Universitas Global Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 04 Agustus 2025

Yang menyatakan



Wahyu Ramadan

210111301010

ABSTRAK

Gastroesophageal Reflux Disease (GERD) merupakan gangguan pada saluran pencernaan yang disebabkan oleh refluks asam lambung ke esofagus, yang dapat memicu komplikasi serius seperti esofagitis dan kanker esofagus. Deteksi dini penyakit ini penting, namun metode konvensional seperti endoskopi bersifat *invasif* dan mahal. Penelitian ini merancang dan membangun perangkat *Electronic Nose* (e-nose) berbasis sensor gas untuk deteksi dini GERD secara *non-invasif* dengan metode *k-nearest neighbor* (KNN). Sistem menggunakan sensor MQ-137 (NH₃), MQ-136 (H₂S), MQ-7 (CO), serta sensor pH E201-C untuk mendeteksi senyawa volatil dan tingkat keasaman saliva. Data yang dikumpulkan diolah menggunakan mikrokontroler ESP32 dan diklasifikasikan menggunakan algoritma *k-nearest neighbor* (KNN). Hasil pengujian pada 20 data menunjukkan bahwa sistem mampu mengklasifikasikan pasien GERD dan non-GERD dengan akurasi sebesar 95%, presisi 100%, sensitivitas 90%, dan spesifisitas 100%. Nilai evaluasi tersebut menunjukkan bahwa perangkat *Electronic Nose* ini memiliki performa deteksi yang tinggi, cepat, serta lebih nyaman dibandingkan metode klinis. Inovasi ini diharapkan dapat menjadi solusi diagnostik alternatif yang efisien dan mendukung pengembangan teknologi medis berbasis *Internet of Things* (IoT).

Kata kunci: *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD), *Electronic Nose*, sensor gas, deteksi *non-invasif*.

ABSTRACT

Gastroesophageal Reflux Disease (GERD) is a digestive tract disorder caused by the backflow of stomach acid into the esophagus, which can trigger serious complications such as esophagitis and esophageal cancer. Early detection of this disease is important, but conventional methods such as endoscopy are invasive and costly. This study designed and developed an Electronic Nose (e-nose) device based on gas sensors for early, non-invasive detection of GERD using the k-nearest neighbor (KNN) method. The system uses MQ-137 (NH₃), MQ-136 (H₂S), and MQ-7 (CO) gas sensors, along with a pH E201-C sensor to detect volatile compounds and the acidity level of saliva. The data collected is processed using an ESP32 microcontroller and classified using the k-nearest neighbor (KNN) algorithm. The test results on 20 samples show that the system can classify GERD and non-GERD patients with 95% accuracy, 100% precision, 90% sensitivity, and 100% specificity. These evaluation values demonstrate that the e-nose device has high detection performance, is fast, and more comfortable compared to conventional clinical methods. This innovation is expected to serve as an efficient alternative diagnostic solution and support the development of medical technology based on the Internet of Things (IoT).

Keywords: *Gastroesophageal Reflux Disease (GERD), Electronic Nose, gas sensors, non-invasive detection.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 <i>Gastroesophageal Reflux Disease (GERD)</i>	7
2.3 <i>Electronic Nose</i>	8
2.4 <i>Metal Oxide Semiconductor (MOS)</i>	11
2.5 Sensor Yang Digunakan	13
2.5.1 Sensor MQ-136	15

2.5.2	Sensor MQ-137	16
2.5.3	Sensor MQ-7	17
2.5.4	Sensor PH E201-C	19
2.6	NodeMCU ESP32	20
2.7	<i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) I2C 20X4	22
2.8	LM2596 DC-DC <i>Step Down</i> Modul	24
2.9	Metode <i>K-Nearest Neighbor</i>	24
2.10	Bahasa pemrograman Python	26
2.11	Firestore	26
2.12	Hubungan Antara Gas dalam Napas dan <i>Gastroesophageal Reflux Disease</i> (GERD)	27
2.13	Gas Yang Terlibat Dalam Penyakit <i>Gastroesophageal Reflux Disease</i> (GERD)	28
2.14	Tinjauan Penelitian Yang Berkaitan	29
BAB III METODE PENELITIAN		35
3.1	Diagram Alir Penelitian	35
3.2	Lokasi penelitian	37
3.3	Analisa Kebutuhan Sistem	37
3.4	Perancangan	39
3.4.1	Diagram Blok	39
3.4.2	Skematik Rangkaian	39
3.4.3	<i>Flowchart System</i>	40
3.4.4	<i>K-Nearest Neighbor</i>	42
3.4.5	Desain Alat	43
3.5	Pengujian	45
3.5.1	Metode Pengujian	45

3.5.2	Parameter Pengujian	46
3.5.3	Pengujian Sistem	46
3.6	Analisa Data	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Perancangan Alat	49
4.1.1	Perancangan <i>Hardware</i>	49
4.1.2	Perancangan <i>Software</i>	50
4.2	Hasil Pengujian	51
4.2.1	Pengujian Inisialisasi Sistem	51
4.2.2	Pengujian Kalibrasi Sensor	53
4.3	Proses Pengambilan Data	54
4.4	Pengolahan Data	55
4.4.1	Data <i>Training</i>	55
4.4.2	Data <i>Testing</i>	57
4.4.3	Perhitungan Manual Metode <i>K-Nearest Neighbor</i>	61
4.5	Hasil Klasifikasi Menggunakan Algoritma <i>K-Nearest Neighbor</i>	62
4.6	Evaluasi Kinerja Klasifikasi Sistem	63
4.6.1	<i>Cofusion Matrix</i>	63
4.6.2	Perhitungan Nilai Evaluasi	64
4.6.3	Pembahasan	65
4.7	Validasi Pasien GERD Berdasarkan Surat Keterangan Medis	65
4.8	Optimalisasi Algoritma <i>K-Nearest Neighbor</i> ($K = 5$)	67
4.8.1	Data <i>Training</i>	67
4.8.2	Data <i>Testing</i>	68
4.8.3	Hasil Klasifikasi Menggunakan Algoritma <i>K-Nearest Neighbor</i> ...	69
4.8.4	<i>Cofusion Matrix</i>	70

4.8.5	Perhitungan Nilai Evaluasi.....	71
BAB V PENUTUP.....		72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA.....		74
LAMPIRAN LAMPIRAN.....		77

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD) adalah permasalahan pada saluran pencernaan yang ditandai dengan naiknya cairan asam lambung ke esofagus secara berulang, sehingga memicu berbagai gejala dan potensi komplikasi. Gejala klinis GERD meliputi sensasi panas di dada (*heartburn*), *regurgitasi*, nyeri pada area ulu hati, rasa sakit saat menelan (*odinofagia*), mual, kesulitan menelan (*disfagia*), hingga gangguan tidur di malam hari (Dyson, 2021). Jika tidak ditangani dengan baik, GERD dapat menyebabkan komplikasi serius seperti esofagitis, striktur esofagus, hingga risiko kanker esofagus. Prevalensi GERD di dunia sebesar 8-33%, sedangkan di wilayah Asia Pasifik berkisar 3,1-25% pada seluruh kelompok usia dan jenis kelamin. Pada tahun 2019, diperkirakan terdapat sekitar 784 juta kasus GERD di seluruh dunia. Jumlah ini selalu meningkat setiap tahunnya, dengan kenaikan mencapai 78% dalam satu dekade terakhir. Prevalensi GERD di Indonesia bervariasi sekitar 9,35% pada populasi umum jika menggunakan kuesioner GERD (GerdQ), Studi pada kelompok pasien dispepsia yang menjalani proses endoskopi saluran pencernaan menunjukkan prevalensi GERD sebesar 53,8% (Mmakmun et al., 2022). Contoh gangguan sistem pencernaan yang banyak dialami oleh manusia adalah asam lambung, yang disebut sebagai GERD (*Gastroesophageal Reflux Disease*). Sebuah penelitian di suatu rumah sakit di Indonesia menyimpulkan bahwa tingkat pasien GERD terhadap pasien dispepsia yang menjalani prosedur endoskopi mencapai 32,4% (Maulana Putra & Murad, 2022). Penyakit *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD) juga menjadi suatu penyakit pencernaan yang banyak ditemukan. Deteksi dini terhadap penyakit ini penting untuk mengurangi risiko komplikasi yang lebih serius, seperti inflamasi esofagus dan bahkan kanker esofagus pada kasus tertentu. Deteksi dini penyakit GERD sangat perlu untuk mengantisipasi komplikasi dan memperbaiki kualitas hidup penderita. Saat ini, metode deteksi GERD umumnya melibatkan prosedur medis seperti endoskopi dan pengukuran pH esofagus. Meskipun akurat, metode tersebut

memiliki keterbatasan seperti biaya yang mahal, *invasif*, dan memerlukan waktu yang cukup lama.

Pada penyakit GERD, asam lambung berlebih dapat menyebabkan pembentukan senyawa volatil yang spesifik pada pernapasan pasien, seperti senyawa amonia dan hidrogen sulfida. *Electronic nose* memiliki potensi untuk digunakan sebagai alat deteksi dini *non-invasif* pada penyakit GERD, mengingat adanya senyawa kimia khas yang dihasilkan dari proses metabolisme GERD. Seiring perkembangan teknologi, penggunaan sensor elektronik untuk mendeteksi senyawa kimia dalam gas pernapasan mulai mendapatkan perhatian. Salah satu inovasi yang menjanjikan adalah *Electronic Nose* (e-nose), yaitu perangkat yang dirancang untuk mengenali pola aroma atau senyawa gas tertentu menggunakan sensor gas dan algoritma pengolahan data. Dengan kemampuan e-nose dalam mendeteksi senyawa-senyawa tersebut, perangkat ini memiliki potensi besar sebagai alat diagnosis *non-invasif* yang praktis, cepat, dan lebih nyaman bagi pasien.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, beberapa penelitian menggunakan tipe sensor gas yang berbeda, ada yang menggunakan sensor gas MQ (MQ-2, MQ-4, MQ-5, MQ-7, MQ-9, dan MQ-135) untuk menganalisis gas volatil yang ada dalam napas pasien GERD (Yakob et al., 2021), dan ada yang menggunakan sensor gas MQ-7, MQ-135, MQ-136 (Fajrin et al., 2023), namun ada juga yang menggunakan sensor pH E201-C untuk mengukur nilai pH pada pasien GERD (Maulana Putra & Murad, 2022).

Parameter penelitian yang digunakan adalah mengukur senyawa ammonia, hidrogen sulfida, dan karbon monoksida yang ada pada napas pasien GERD (Fajrin et al., 2023), dan juga mengukur pH saliva pada pasien GERD, dengan level GERD-Q, apabila nilai pH kurang dari 5,7 maka pasien tersebut memiliki indikasi yang tinggi menderita GERD (Bechir et al., 2022).

Berdasarkan *review* beberapa penelitian di atas menunjukkan bahwa riset tentang pembuatan *Electronic Nose* untuk deteksi penyakit *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD) masih bisa dikembangkan, dan juga penelitian tentang *electronic nose* untuk deteksi penyakit GERD di Indonesia masih sangat minim, dari hasil studi literatur yang dilakukan di Indonesia ada 3 penelitian terkait deteksi

penyakit GERD, namun 2 penelitian diantaranya masih menggunakan sensor pH untuk mendiagnosisnya, dan 1 penelitian lainnya menggunakan sensor gas untuk mendeteksi senyawa dalam napas pasien, dan pada penelitian internasional juga masih sedikit yang meneliti tentang *electronic nose* untuk deteksi penyakit GERD, hanya ada beberapa peneliti yang membahas terkait penelitian ini, namun pada penelitian mereka tidak ditampilkan data hasil pengukuran kadar gas pada pasien GERD, sehingga penerapan *electronic nose* untuk deteksi penyakit GERD masih sangat mungkin untuk dikembangkan.

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan inovasi membuat alat *electronic nose* yang mampu mendeteksi penyakit GERD dengan menggunakan sensor gas yang lebih sensitif dan sesuai untuk mendeteksi senyawa yang terkait dengan penyakit asam GERD, pada penelitian ini juga menggunakan sensor pH untuk meningkatkan tingkat akurasi pada *electronic nose*. Metode yang digunakan adalah Algoritma *k-nearest neighbor* (KNN) untuk menilai efektivitas sistem. Analisis ini digunakan untuk mengetahui apakah pasien tersebut terkena penyakit GERD atau tidak untuk mengevaluasi tingkat akurasi, sensitivitas, dan kemampuan sistem dalam mendeteksi parameter gas pada GERD. Dan juga peneliti menambahkan penetralan ruang sampel untuk melakukan pengujian selanjutnya, agar tidak mempengaruhi hasil penelitian selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah disampaikan maka perlu di rumuskan masalah yang ditentukan sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan perangkat *electronic nose* yang mampu mendeteksi penyakit *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD) pada pernapasan pasien secara efektif?
2. Bagaimana *electronic nose* yang dirancang dapat mendeteksi senyawa volatil yang menunjukkan indikasi penyakit *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD)?
3. Bagaimana akurasi hasil deteksi *electronic nose* dalam mendeteksi pola senyawa volatil yang menjadi indikator *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah :

1. Merancang dan mengembangkan perangkat *electronic nose* yang mampu mendeteksi penyakit *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD).
2. Mengetahui kemampuan *electronic nose* dalam mendeteksi senyawa volatil yang menjadi indikator spesifik untuk penyakit *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD).
3. Mengukur tingkat akurasi dan sensitivitas perangkat *electronic nose* dalam mendeteksi pola senyawa volatil yang terkait dengan *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD).

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan adanya tujuan dari pembuatan alat tersebut, maka manfaat yang didapat dari pembuatan *electronic nose* yaitu :

1. Memberikan cara diagnosis yang cepat, nyaman, dan non-invasif untuk mendeteksi penyakit *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD).
2. Meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses diagnosis di fasilitas kesehatan dengan menyediakan alat yang dapat menghasilkan hasil cepat, memungkinkan dokter untuk mengambil tindakan lebih dini dalam pencegahan dan perawatan.
3. Menjadi dasar pengembangan teknologi e-nose untuk aplikasi medis lainnya di masa depan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah sangat diperlukan dalam penelitian karena membantu menghindari topik yang terlalu luas atau kompleks sehingga menjadi sulit untuk dianalisis dengan mendalam dan memberikan hasil yang jelas. Dalam penelitian ini penulis membuat batasan masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

1. Penelitian ini difokuskan pada upaya deteksi dini penyakit *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD) melalui analisis senyawa gas dan nilai pH yang diperoleh dari sampel saliva.

2. Proses pengujian sistem dilakukan menggunakan 20 sampel, yang terdiri dari 10 individu dengan gejala GERD dan 10 individu tanpa gejala (*non-GERD*), dengan tujuan untuk memperoleh validasi awal terhadap kinerja alat yang dikembangkan.
3. Subjek penelitian ini adalah individu dengan dan tanpa gejala *Gastroesophageal Reflux Disease* (GERD) yang diklasifikasikan berdasarkan diagnosis awal oleh dokter spesialis penyakit dalam (SpPD).
4. Penelitian ini menggunakan sensor gas MQ-136, MQ-137, MQ-7 dan sensor pH E201-C, untuk mendeteksi senyawa Hidrogen Sulfida (H_2S), Ammonia (NH_3), Karbon Monoksida (CO), dan pH pada cairan saliva.

1.6 Sistematika Penulisan

- BAB 1 Pada bagian pendahuluan menjelaskan tentang latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
- BAB 2 Pada bagian ini menjelaskan tentang landasan teori penelitian yang bersumber dari penelitian-penelitian terdahulu serta informasi yang mendukung jalannya penelitian.
- BAB 3 Pada bagian ini menjelaskan tentang diagram alir penelitian, lokasi dan waktu penelitian, peralatan yang dibutuhkan, metode penelitian, perancangan sistem, dan perancangan alat.
- BAB 4 Pada bagian ini menjelaskan dan menguraikan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk selanjutnya dibahas mengenai hasil penelitian yang telah diperoleh.
- BAB 5 Pada bagian ini berisi kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adolph, R. (2019). *Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Kadar Amonia*. 1–23.
- ALODOKTER. (2021). *Penyakit Gastroesophageal Reflux Disease (GERD)*. <https://www.alodokter.com/gerd>
- Bechir, F., Pacurar, M., Tohati, A., & Bataga, S. M. (2022). Comparative study of salivary ph, buffer capacity, and flow in patients with and without gastroesophageal reflux disease. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph19010201>
- Dewi, A. R. (2023). RANCANG BANGUN SISTEM ELECTRONIC NOSE (E-NOSE) BERBASIS MULTI SENSOR MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN (JST) DENGAN METODE BACKPROPAGATION PADA SAMPEL UJI BAHAN BAKAR MINYAK (BBM). *AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam*, VIII(I), 1–19.
- Dyson, T. (2021). Gastroesophageal reflux disease (GERD). *Primary Care for Emergency Physicians*, 125–132. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44360-7_11
- Fadhilillah, R. (2019). *RANCANG BANGUN SISTEM ELECTRONIC NOSE MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DENGAN METODE BACK PROPAGATION UNTUK MENDETEKSI PENYAKIT DIABETES MILITUS*. 1–23.
- Fajrin, A. M., Niswar, M., & Paundu, A. W. (2023). Implementation of Modified K-Nearest Neighbor Algorithm in Electronic Nose System to Detect Gastroesophageal Reflux Disease. *2023 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications: Leveraging Intelligent Systems to Achieve Sustainable Development Goals, ISITIA 2023 - Proceeding*, 626–631. <https://doi.org/10.1109/ISITIA59021.2023.10221113>

- Kusmita, A. (2023). *RANCANG BANGUN SISTEM ELECTRONIC NOSE (E-NOSE) BERBASIS MULTI SENSOR MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DENGAN METODE BACKPROPAGATION DENGAN SAMPEL UJI KANDUNGAN FORMALIN*.
- Li, Y., Wei, X., Zhou, Y., Wang, J., & You, R. (2023). Research progress of electronic nose technology in exhaled breath disease analysis. *Microsystems and Nanoengineering*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41378-023-00594-0>
- Maulana Putra, T., & Murad, D. A. (2022). GACOR (Gastric Acid Detector): Inovasi Alat Pengukur Tingkat Asam Lambung. *Ajie*, 06(January), 41–49. <https://doi.org/10.20885/ajie.vol6.iss1.art5>
- Mmakmun, D., Fauzi, A., Maulahela, H., & Rangga, R. (2022). *Konsensus-Nasional-Penatalaksanaan-GERD-di-Indonesia-Revisi-2022.pdf*.
- Nuvreilla, N. (2020). ALAT PENDETEKSI KUALITAS AIR PORTABLE DENGAN PARAMETER pH, TDS DAN SUHU BERBASIS ARDUINO UNO. *Journal of Chemometrics*, 39(4), 85–92. <https://doi.org/10.1002/cem.70024>
- PENS, P. T. (2019). Modul 1 Pengenalan ESP32 Board. *MK Internet of Things*, 6, 1–16.
- Prabowo, W. (2021). *Rancang Bangun Automasi Jaringan Komputer Dengan Python*. http://repota.jti.polinema.ac.id/611/1/RANCANG_BANGUN_AUTOMASI_JARINGAN_KOMPUTER_DENGAN_PYTHON_V1.pdf
- Rahmadanti, S. (2020). IMPLEMENTASI METODE K- NEAREST NEIGHBOR DALAM MENENTUKAN KUALITAS MASSA BATUAN SKRIPSI. *Kaos GL Dergisi*, 8(75), 147–154.
- Risdayanti, K. V. (2025). *ESTIMASI STATE OF CHARGE (SOC) DENGAN METODE RECURSIVE LEAST SQUARE (RLS) PADA BATERAI LITHIUM-ION*. 1–23.

- Subekti, G., Herdian, B., Febriansyah, A., & Saputra, Z. (2023). Sistem Monitoring Kadar Ch 4 (Metana) Dan H 2 S (Hidrogen Sulfida) Berbasis Iot. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*.
- Teguh, K. (2021). *IMPLEMENTASI FIREBASE DALAM PENGEMBANGAN PLATFORM SEWA SARANA OLAHRAGA BERBASIS ANDROID*. http://repota.jti.polinema.ac.id/611/1/RANCANG_BANGUN_AUTOMASI_JARINGAN_KOMPUTER_DENGAN_PYTHON_V1.pdf
- Tulis, M., Dengan, A., & Smart, K. (2020). *MEJA TULIS ADJUSTABLE DENGAN KONSEP SMART FURNITURE*. 19(2).
- Yakob, M., Mustika, D., Miranda, Sari, N., & Putra, R. A. (2021). Design and Development of Electronic Nose (E-nose) to Detect Gastric Diseases (Gastritis and Dyspepsia) Through the Respiratory Tract . *Proceedings of the 2nd International Conference on Science, Technology, and Modern Society (ICSTMS 2020)*, 576(Icstms 2020), 254–257. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210909.056>
- Zidni, M., Hannats, M., Ichsan, H., & Akbar, S. R. (2022). Sistem Monitoring Kesehatan Udara menggunakan Sensor MQ7 dan MQ135 terhadap Berbagai Gas Berbahaya pada Mobil. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(9), 4322–4328. <http://j-ptiik.ub.ac.id>