



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM DETEKSI FORMALIN PADA MAKANAN
MENGUNAKAN SENSOR GAS E-NOSE DAN PENGGUNAAN
ALGORITMA KLASIFIKASI KNN**

Sub Judul:

**Sistem E-Nose untuk Deteksi Formalin pada Makanan dengan
Sensor MS1100 dan TGS2602**

SKRIPSI

Rahima Febriani Rahmasari

2103431001

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL
INDUSTRI**

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM DETEKSI FORMALIN PADA MAKANAN
MENGUNAKAN SENSOR GAS E-NOSE DAN PENGGUNAAN
ALGORITMA KLASIFIKASI KNN**

Sub Judul:

**Sistem E-Nose untuk Deteksi Formalin pada Makanan dengan
Sensor MS1100 dan TGS2602**

SKRIPSI

Diajukan sebagai satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan

Rahima Febriani Rahmasari

2103431001

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL
INDUSTRI**

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakakan dengan benar.

Nama : Rahima Febriani Rahmasari

NIM : 2103431001

Tanda Tangan :

Tanggal : 10 Juni 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Rahima Febriani Rahmasari

Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri

Judul Skripsi : Sistem E-Nose untuk Deteksi Formalin pada Makanan dengan
Sensor MS1100 dan TGS2602

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Kamis 26 Juni 2025

Dan dinyatakan **LULUS / TIDAK LULUS.**

Pembimbing 1 : Elitaria Bestri Agustina Siregar, S.S., M.A.

NIP. 198608262022032004

Pembimbing 2 : Yurixa Sakhinatul Putri, S.Si., M.T.

NIP. 199607072024062002

Depok, 4 Juni 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji rasa syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana di Politeknik Negeri Jakarta. Skripsi ini berjudul **“Sistem E-Nose untuk Deteksi Formalin pada Makanan dengan Sensor MS1100 dan TGS2602”**.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan Skripsi, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr Murie Dwiyantri, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro;
2. Sulis Setiowati S.Pd., M.Eng, selaku Kepala Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Elitaria Bestri Agustina Siregar, S.S., M.A, selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikirannya dalam penyelesaian Tugas Akhir;
4. Yurixa Sakhinatul Putri, S.Si., M.T, selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikirannya dalam penyelesaian Tugas Akhir;
5. Nadya Shifa Azzahra, teman satu Tim Skripsi yang telah mendukung, membantu, dan memotivasi dalam menyelesaikan Skripsi;
6. Orangtua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan moral serta material selama masa studi hingga penyusunan skripsi ini;
7. Teman-teman A.M dan IKI-A 2021 yang telah membantu, memberikan semangat, dan saling mendukung selama masa perkuliahan;



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan dalam bentuk apapun selama proses penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi isi maupun penyampaiannya. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai segala masukan dan saran yang membangun untuk dijadikan bahan perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis mengerjakan Skripsi. Semoga laporan Skripsi ini dapat membawa manfaat bagi banyak pihak salah satunya dalam pengembangan ilmu.

Depok, Juni 2025

Rahima Febriani Rahmasari

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sistem E-Nose untuk Deteksi Formalin pada Makanan dengan Sensor MS1100 dan TGS2602

ABSTRAK

Penggunaan formalin sebagai bahan pengawet ilegal pada makanan, khususnya mie basah, masih sering ditemukan dan membahayakan kesehatan masyarakat. Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pendeteksi keberadaan formalin menggunakan teknologi Electronic Nose (E-Nose) berbasis sensor gas MS1100 dan TGS2602. Sistem dikembangkan menggunakan Raspberry Pi sebagai unit pemroses utama, serta dilengkapi dengan modul ADS1115 sebagai konverter sinyal analog-ke-digital, dan LCD 20x4 untuk menampilkan status proses. Data sensor kemudian dikalibrasi terhadap alat pembanding menggunakan metode regresi linear berganda agar output sistem dapat mendekati nilai referensi. Proses pengujian mencakup analisis respons sensor terhadap sampel mie berformalin dan non-formalin, pembuatan model kalibrasi, serta evaluasi kestabilan sistem melalui pengujian repeatability. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor TGS2602 memiliki sensitivitas lebih tinggi dibandingkan MS1100 dalam merespons keberadaan formalin. Model kalibrasi yang dibangun mampu merepresentasikan nilai referensi dari alat pembanding dengan baik, ditunjukkan oleh nilai MAE sebesar 0,0329, RMSE sebesar 0,04398, dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9765. Pengujian repeatability menghasilkan nilai RSD sebesar 2,97% pada sampel berformalin dan 5,90% pada sampel non-formalin, yang mengindikasikan bahwa sistem memiliki kestabilan pengukuran yang cukup baik. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi awal dalam mendukung proses deteksi cepat dan sederhana terhadap keberadaan formalin pada makanan.

Kata kunci: E-Nose, Sensor Gas, Formalin, Raspberry Pi, Kalibrasi



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

E-Nose System for Formalin Detection in Food Using MS1100 and TGS2602 Sensors

ABSTRACT

The use of formalin as an illegal preservative in food, particularly in wet noodles, is still frequently found and poses a health risk to the public. To address this issue, this study aims to design a system for detecting the presence of formalin using Electronic Nose (E-Nose) technology based on MS1100 and TGS2602 gas sensors. The system was developed using a Raspberry Pi as the main processing unit, equipped with an ADS1115 module as an analog-to-digital converter, and a 20x4 LCD to display process status. Sensor data was then calibrated against a reference device using the multiple linear regression method to ensure that the system's output approximates the reference value. The testing process includes analyzing sensor responses to formalin and non-formalin noodle samples, building a calibration model, and evaluating system stability through repeatability testing. The results showed that the TGS2602 sensor had higher sensitivity than the MS1100 in detecting the presence of formalin. The developed calibration model successfully represented the reference values from the comparator, as indicated by an MAE of 0.0329, RMSE of 0.04398, and R^2 of 0.9765. The repeatability test produced an RSD of 2.97% for formalin samples and 5.90% for non-formalin samples, indicating that the system demonstrates acceptable measurement stability. This system is expected to serve as an initial solution to support fast and simple formalin detection in food.

Keywords: *E-Nose, Sensor Gas, Formalin, Raspberry Pi, Kalibration*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Terdahulu	5
2.2 Tinjauan Pustaka.....	8
2.2.1 Formalin.....	8
2.2.2 Mie Basah	9
2.2.3 Electronic Nose (E-Nose)	10
2.2.4 Kalibrasi	11
2.2.5 Regresi Linear	13
2.2.6 Evaluasi Model Kalibrasi	14
2.2.7 <i>Repeatability</i>	15
2.2.8 Komponen	16
2.2.8.1 Raspberry Pi 4 Model B.....	16
2.2.8.2 Sensor MS1100	17
2.2.8.3 Sensor TGS2602	18
2.2.8.4 Sensor IR	18



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2.8.5	Modul ADS1115	19
2.2.8.6	LCD 20x4	19
2.2.8.7	Python.....	20
2.2.8.8	Visual Studio Code	21
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI		22
3.1	Perancangan Alat	22
3.2	Realisasi Alat	34
3.3	Realisasi Program.....	37
3.3.1	Inisialisasi Sistem	37
3.3.2	Pembacaan Data Sensor.....	38
3.3.3	Tampilan Hasil ke LCD	38
3.3.4	Penyimpanan Data ke CSV	39
3.4	Metode Kalibrasi Sistem	41
BAB IV PEMBAHASAN		42
4.1	Pengujian Sensor MS1100 dan TGS2602	42
4.1.1	Deskripsi Pengujian	42
4.1.2	Daftar peralatan Pengujian	42
4.1.3	Prosedur Pengujian	43
4.1.4	Data Hasil Pengujian.....	43
4.1.5	Analisis Data / Evaluasi.....	45
4.2	Kalibrasi dan Evaluasi Model Kalibrasi.....	49
4.2.1	Deskripsi Pengujian	50
4.2.2	Daftar Peralatan Pengujian	50
4.2.3	Prosedur Pengujian	51
4.2.4	Kalibrasi Sensor	51
4.2.5	Data Hasil Pengujian Evaluasi Model Kalibrasi.....	57
4.2.6	Analisis Evaluasi Model Kalibrasi	59
4.3	Pengujian <i>Repeatability</i> Sistem	60
4.4.1	Deskripsi Pengujian	61
4.4.2	Daftar Peralatan Pengujian	61
4.4.3	Prosedur Pengujian	62
4.4.4	Data Hasil Pengujian.....	62



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4.5 Analisis Data	63
BAB V PENUTUP	67
5.1 Simpulan	67
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	69
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	72
LAMPIRAN	xiv



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mie Basah.....	9
Gambar 2. 2 Skematik Diagram E-Nose.....	11
Gambar 2. 3 Raspberry Pi 4B	17
Gambar 2. 4 Sensor MS1100	17
Gambar 2. 5 Sensor TGS2602	18
Gambar 2. 6 Sensor Infrared.....	19
Gambar 2. 7 ADS1115.....	19
Gambar 2. 8 LCD 20x4.....	20
Gambar 2. 9 Logo Python.....	21
Gambar 2. 10 Logo Visual Studio Code.....	21
Gambar 3. 1 Flowchart Perancangan Alat	23
Gambar 3. 2 Flowchart Cara Kerja Alat	25
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem	29
Gambar 3. 4 Flowchart Cara Kerja	31
Gambar 3. 5 Flowchart Kalibrasi Sensor	33
Gambar 3. 6 Hardware Sistem E-Nose	34
Gambar 3. 7 Ruang Komponen.....	35
Gambar 3. 8 Ruang Chamber.....	36
Gambar 4. 1 Grafik Respons Sensor Terhadap 2 Jenis Sampel.....	45
Gambar 4. 2 Grafik Respons Sensor Terhadap Variasi Formalin.....	46
Gambar 4. 3 Grafik Respons Waktu Sensor	48
Gambar 4. 4 Scatter Plot Evaluasi Model Kalibrasi	59
Gambar 4. 5 Grafik Data Pengujian Repeatability Sistem.....	66

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu (Rosdiana et al., 2024).....	5
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu (Lodianto, 2022)	6
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu (Susanto & Baskoro, 2020)	7
Tabel 3. 1 Spesifikasi Hardware	26
Tabel 3. 2 Spesifikasi Alat	27
Tabel 3. 3 Tabel Keterangan Gambar Alat	35
Tabel 3. 4 Tabel Keterangan Ruang Gambar & Chamber.....	36
Tabel 4. 1 Data Pengujian Sensor Sampel Non dan Formalin	44
Tabel 4. 2 Tabel Data Pengujian Sensor Sampel Variasi Formalin	44
Tabel 4. 3 Data Respons Waktu Sensor	47
Tabel 4. 4 Data Kalibrasi Sensor.....	52
Tabel 4. 5 Tabel Bantu Cari Persamaan Linear Berganda	53
Tabel 4. 6 Data Evaluasi Model Kalibrasi	58
Tabel 4. 7 Pengujian Repeatability Sistem terhadap Mie Basah Non-Formalin	62
Tabel 4. 8 Pengujian Repeatability Sistem terhadap Mie Basah Formalin.....	63
Tabel 4. 9 Tabel Bantu Mencari Repeatability Non-Formalin	63
Tabel 4. 10 Tabel Bantu Mencari Repeatability Formalin.....	64

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keamanan pangan merupakan isu global yang terus menjadi sorotan, terutama disebabkan oleh maraknya kasus pencemaran makanan dengan bahan kimia berbahaya. Salah satu bahan kimia yang sering kali ditemukan dalam produk makanan adalah formalin, yaitu zat pengawet yang berbahaya dan dilarang penggunaannya dalam makanan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 033 Tahun 2012. Meskipun telah ada regulasi yang diberlakukan, keberadaan makanan yang mengandung formalin masih kerap ditemukan di pasaran. Hal ini menunjukkan adanya kelemahan dalam pengawasan dan kepatuhan terhadap peraturan yang ada.

Di Indonesia, mie basah menjadi salah satu pilihan makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat sebagai sumber karbohidrat alternatif selain nasi (Sihite & Fahamsyah, 2020). Harganya yang terjangkau dan memiliki cita rasa yang digemari oleh masyarakat menjadikan mie basah sangat populer (Rosalina et al., 2018). Mie basah sendiri terbuat dari tepung terigu, berasal dari biji gandum yang telah digiling. Mie basah memiliki kandungan air yang tinggi, yaitu sekitar 52% yang mengakibatkan masa simpannya sangat terbatas yaitu hanya sekitar 2-3 hari. Kondisi ini sering kali mendorong produsen yang tidak bertanggung jawab untuk memanfaatkan formalin dalam upaya memperpanjang masa simpan produk, meskipun tindakan tersebut dapat membahayakan kesehatan konsumen (Sihite & Fahamsyah, 2020).

Kasus penggunaan formalin dalam mie basah masih terus ditemukan. Pada tahun 2022, terdapat laporan mengenai penemuan mie yang mengandung formalin di Tasikmalaya dan pada tahun 2024, BPOM kembali menemukan mie basah yang mengandung formalin di salah satu pasar di Depok. Hal ini mengindikasikan bahwa praktik ilegal tersebut masih menjadi isu yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Formalin yang masuk ke dalam tubuh dapat menimbulkan sejumlah masalah kesehatan seperti kerusakan serius pada saluran pencernaan, diare berdarah, gangguan fungsi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ginjal, pusing, kejang, dan dalam kasus yang parah dapat berujung pada kematian (Novitasari et al., 2024).

Metode deteksi formalin saat ini masih mengandalkan pengujian laboratorium yang memerlukan waktu yang cukup lama, biaya yang tinggi, serta memerlukan tenaga ahli untuk menganalisisnya. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan akan metode deteksi yang lebih praktis, cepat, dan efisien untuk mengidentifikasi keberadaan formalin. Salah satu solusi inovatif yang dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan formalin adalah sistem Electronic Nose (E-Nose) yang memiliki kemampuan untuk mengenali pola aroma dari zat kimia melalui penggunaan sensor gas.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Haura et al. (2023) telah mengembangkan alat deteksi formalin berbasis E-Nose dengan menggunakan sensor HCHO dan MQ-7, serta berhasil mengidentifikasi keberadaan formalin dalam makanan. Namun, akurasi pengukuran kadar formalin masih terbatas karena alat yang digunakan hanya berupa kit formalin (Cyntiya Laxmi Haura et al., 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Bagas Lodianto (2022) juga berhasil mengembangkan sistem E-Nose berbasis Arduino UNO dan sensor gas MQ, serta menggunakan beberapa model regresi seperti Linear Regression, Regression Trees, dan Neural Network untuk memprediksi kadar formalin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Regression Trees memiliki performa terbaik berdasarkan evaluasi menggunakan RMSE dan MAE (Lodianto, 2022).

Berdasarkan permasalahan dan potensi pengembangan yang telah disebutkan, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem Electronic Nose (E-Nose) yang lebih akurat dan efisien dalam mendeteksi formalin pada mie basah dengan memanfaatkan sensor gas MS1100 dan TGS2602 yang diharapkan dapat memberikan sensitivitas dan spesifisitas yang lebih baik dalam mendeteksi formalin. Sehingga, sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi yang efektif dalam pengawasan keamanan pangan secara cepat dan efisien. Penelitian ini disusun dengan judul "Sistem E-Nose untuk Deteksi Formalin pada Makanan dengan MS1100 dan TGS2602".

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang didapat sebagai berikut:

1. Bagaimana respon sensor MS1100 dan TGS2602 terhadap variasi konsentrasi formalin?
2. Bagaimana menyusun model kalibrasi untuk menyesuaikan output sensor agar mendekati dari alat pembanding
3. Seberapa konsisten hasil pembacaan sistem E-Nose terhadap sampel yang sama pada pengujian berulang

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengamati dan menganalisis respon dari tegangan keluaran sensor MS1100 dan TGS2602 terhadap sampel non-formalin dan sampel variasi konsentrasi formalin melalui pengujian.
2. Menyusun model kalibrasi berbasis regresi linear berganda agar output sistem E-Nose memiliki kesesuaian dengan nilai dari alat pembanding.
3. Mengukur konsistensi kinerja sistem melalui pengujian repeatability terhadap sampel yang sama secara berulang.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, terdapat batasan masalah agar pembahasan lebih fokus dan terarah. Batasan tersebut yaitu:

1. Penelitian ini menggunakan mie basah sebagai sampel uji utama dalam deteksi formalin.
2. Sistem yang dikembangkan tidak mencakup identifikasi jenis bahan pengawet lain selain formalin.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Penelitian ini hanya mendeteksi ada atau tidak adanya formalin bukan menentukan kadar formalin pada mie basah.
4. Kalibrasi di sistem ini bukan untuk menentukan kadar formalin, tapi untuk menyamakan pembacaan antara alat dan alat pembanding.

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini yaitu :

1. Laporan skripsi
2. Purwarupa model sistem deteksi formalin e-nose dengan sensor MS1100 dan sensor TGS2602
3. Publikasi jurnal



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Setelah melalui tahapan perancangan, implementasi, serta pengujian terhadap sistem deteksi formalin yang telah dikembangkan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Respons sensor MS1100 dan TGS2602 menunjukkan perbedaan nilai output antara sampel mie berformalin dan non-formalin. Selain itu, respons sensor juga meningkat seiring dengan bertambahnya volume formalin, menunjukkan adanya sensitivitas terhadap keberadaan formalin. Sensor TGS2602 memberikan perubahan sinyal yang lebih signifikan dibandingkan MS1100.
2. Model kalibrasi dengan regresi linear berganda menghasilkan performa yang baik, dengan nilai MAE sebesar 0,0329, RMSE sebesar 0,04398, dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9765. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan keluaran yang mendekati nilai referensi dari alat pembanding.
3. Pengujian repeatability dilakukan untuk menilai konsistensi sistem dalam menghasilkan nilai prediksi yang stabil terhadap sampel yang sama. Data yang digunakan merupakan hasil keluaran dari persamaan regresi linear berganda yang telah dikalibrasi terhadap alat pembanding. Hasil pengujian menunjukkan nilai RSD sebesar 2,97% untuk sampel mie berformalin dan 5,90% untuk sampel mie non-formalin. Meskipun nilai RSD pada sampel non-formalin lebih tinggi, nilai tersebut masih berada dalam batas yang dapat diterima. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang cukup stabil dalam menghasilkan keluaran yang konsisten, dan dapat digunakan sebagai dasar untuk tahap analisis lanjutan dalam proses deteksi formalin.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat dilakukan guna meningkatkan performa dan akurasi sistem deteksi formalin pada makanan menggunakan E-Nose berbasis sensor MS1100

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dan TGS2602, agar dapat lebih optimal dalam penerapannya, maka beberapa hal berikut dapat dipertimbangkan dalam pengembangan sistem selanjutnya:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah lebih banyak jenis sensor gas guna meningkatkan sensitivitas dan selektivitas sistem terhadap formalin maupun senyawa lain yang memiliki karakteristik aroma serupa. Ini bisa membantu mengurangi kemungkinan kesalahan deteksi.
2. Alat pembanding yang digunakan sebaiknya diganti dengan instrumen yang memiliki tingkat akurasi dan sensitivitas lebih tinggi, serta telah memenuhi standar pengujian laboratorium. Hal ini penting untuk memastikan bahwa data acuan benar-benar mencerminkan nilai formalin secara tepat, sehingga model kalibrasi yang dibangun menjadi lebih andal.



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinur, S. C., Yantidewi, M., & Deta, U. A. (2024). *Kalibrasi Sensor MS1100-P111 sebagai Detektor Gas Formaldehid (HCHO) dan Sensor DHT22 untuk Mendeteksi Kelembaban Relatif dan Temperatur Calibration of the MS1100-P111 Sensor as a Formaldehyde (HCHO) Gas Detector and DHT22 Sensor to Detect Relative Hu.* 7(7), 2245–2257. <https://doi.org/10.56338/jks.v7i7.5447>
- Alfieri, G., Modesti, M., Riggi, R., & Bellincontro, A. (2024). Recent Advances and Future Perspectives in the E-Nose Technologies Addressed to the Wine Industry. *Sensors*, 24(7). <https://doi.org/10.3390/s24072293>
- Budilaksana, D., Sukarsa, I. M., & Wiranatha, A. A. K. A. C. (2021). Implementing kNearest Neighbor Methods to Predict Car Prices. *Jurnal Ilmiah Merpati (Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi)*, 9(1), 58. <https://doi.org/10.24843/jim.2021.v09.i01.p06>
- Chai, T., & Draxler, R. R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? -Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7(3), 1247–1250. <https://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014>
- Cyntiya Laxmi Haura, Indri Yanti, & Muh Pauzan. (2023). Alat Pendeteksi Formalin Menggunakan Deret Sensor HCHO dan MQ-7 dengan Logika Fuzzy. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 12(2), 117–123. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v12i2.7097>
- Hestiningtyas, K. A., Wardani, H. E., & Kurniawan, A. (2022). Proximate Analysis of Noodles with Substitution of Jackfruit Seed Flour and Branch Flour as Alternative Food for Diabetes Patients. *Proceedings of the 3rd International Scientific Meeting on Public Health and Sports (ISMOPHS 2021)*, 44(Ismophs 2021), 90–95. <https://doi.org/10.2991/ahsr.k.220108.017>
- Hogan, R. (2024). *How to Perform a Repeatability Test for Estimating Uncertainty in Measurement*. ISOBudgets. <https://www.isobudgets.com/how-to-perform-a-repeatability-test/>
- JASANZ. (2023). *No Title*. <https://www.jasanz.org/stories/metrology-supporting-food-safety>
- Junianto, ., Alifah, T., Rostini, I., & Pratama, R. I. (2020). The Proximate Analysis of Cakwe with Addition of Nile Fish Protein Concentrate. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 8(3), 20–26. <https://doi.org/10.9734/ajfar/2020/v9i430167>
- Kawalec, M., Karolina, C., & Pacana, A. (2021). Influence of Technical Condition of Control and Measurement Equipment on Calibration Results. *System*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Safety: Human - Technical Facility - Environment, 3(1), 79–88.
<https://doi.org/10.2478/czoto-2021-0009>

Keller, P. E., Kangas, L. J., Liden, L. H., Hashem, S., & Kouzes, R. T. (1995). Electronic noses and their applications. *Northcon - Conference Record, December*, 116–119. <https://doi.org/10.1109/northc.1995.485024>

Li, L., Wang, N., Ma, S., Yang, S., Chen, X., Ke, Y., & Wang, X. (2018). Relationship of Moisture Status and Quality Characteristics of Fresh Wet Noodles Prepared from Different Grade Wheat Flours from Flour Milling Streams. *Journal of Chemistry*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/7464297>

Lodianto. (2022). *ANALISA EFEKTIVITAS MODEL MACHINE LEARNING DALAM PREDIKSI KANDUNGAN FORMALIN PADA*.

Mahmudatussa'Adah, A., Maulani, R. R., Patriasih, R., Karpin, K., Setiawati, T., Juwaedah, A., Nurani, A. S., & Wiraatmadja, E. L. (2021). Puree sweet potato substitution in wet noodle processing. *Journal of Physics: Conference Series*, 1869(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1869/1/012061>

Novitasari, A. E., Analis, A., Delima, K., Gresik, H., Febianti, R., Jalan, A. :, Rahman, A., & No, H. (2024). Gambaran Residu Paparan Formalin pada Sampel Plasma Darah Karyawan Instalasi Hemodialisis Rumah Sakit. *Vitamin: Jurnal Ilmu Kesehatan Umum*, 2(1). <https://doi.org/10.61132/vitamin.v2i1.130>

Pramudya, L., Kumara, I. N. S., & Divayana, Y. (2024). Peranan Kalibrasi Pada Alat Ukur : Literature Review. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 23(1), 37. <https://doi.org/10.24843/mite.2024.v23i01.p05>

Purawisastra, S., & Sahara, E. (2011). Penyerapan Formalin Oleh Beberapa Jenis Bahan Makanan Serta Penghilangannya Melalui Perendaman Dalam Air Panas. *Jurnal PGM*, 34(1), 63–74. <http://ejournal.litbang.kemkes.go.id/index.php/pgm/article/view/3112>

Rabehi, A., Helal, H., Zappa, D., & Comini, E. (2024). Advancements and Prospects of Electronic Nose in Various Applications: A Comprehensive Review. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/app14114506>

Rahman, S., Sembiring, A., Siregar, D., Khair, H., Gusti Prahmana, I., Puspadini, R., & Zen, M. (2023). Python : Dasar Dan Pemrograman Berorientasi Objek. In *Penerbit Tahta Media*.

Ramdhan, N. A., & Nufriana, D. A. (2019). Rancang Bangun Dan Implementasi Sistem Informasi Skripsi Oline Berbasis WEB. *Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS*, 1(02), 1–12. <https://doi.org/10.46772/intech.v1i02.75>

Rasekh, M., Karami, H., Wilson, A. D., & Gancarz, M. (2021). Classification and

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

identification of essential oils from herbs and fruits based on a mos electronic-nose technology. *Chemosensors*, 9(6), 1–16. <https://doi.org/10.3390/chemosensors9060142>

Rosdiana, E., Telkom, U., Jendral, U., & Yani, A. (2024). *DETEKSI FORMALIN PADA MIE BASAH MENGGUNAKAN SENSOR TCS3200 BERBASIS RASPBERRY-PI FORMALINE DETECTION IN WET NOODLES USING RASPBERRY-PI BASED TCS3200 SENSOR*. 3(2), 44–49.

Roustaei, N. (2024). Application and interpretation of linear-regression analysis. *Medical Hypothesis, Discovery, and Innovation in Ophthalmology*, 13(3), 151–159. <https://doi.org/10.51329/mehdiophthal1506>

Sihite, B., & Fahamsyah, E. (2020). Perlindungan Hukum Terhadap Konsumen Atas Produk Mie Basah Yang Mengandung Formalin. *Jurnal Hukum Adigama*, 3, 1071–1090.

Susanto, R. ., & Baskoro, F. . (2020). Rancang Bangun Pendeteksi Formalin Dan Rhodamin B Berbasis Arduino. *JEECOM: Journal of Electrical Engineering and Computer*, 2(2), 31–40. <https://doi.org/10.33650/jeecom.v2i2.1450>

Ye, Z., Liu, Y., & Li, Q. (2021). Recent progress in smart electronic nose technologies enabled with machine learning methods. *Sensors*, 21(22), 23–26. <https://doi.org/10.3390/s21227620>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Rahima Febriani Rahmasari, anak kedua dari tiga bersaudara lahir di Cilegon, 01 Februari 2003. Latar belakang pendidikan penulis di sekolah dasar adalah SDN Pabuaran 03 dan SDN Sumajaya II Cilegon lulus pada tahun 2015. Melanjutkan ke SMP Dharma Pertiwi Depok dan lulus pada tahun 2018. Kemudian melanjutkan pendidikan ke SMA Sejahtera 1 Depok lulus pada tahun 2021. Selanjutnya, penulis melanjutkan kuliah Sarjana Terapan di Politeknik Negeri Jakarta di

Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri sejak tahun 2021 hingga 2025. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail rahima.fbrni@gmail.com

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Program Python

```
1  import time
2  import board
3  import busio
4  import joblib
5  import numpy as np
6  import csv
7  import os
8  from datetime import datetime
9  from RPLCD.i2c import CharLCD
10 import adafruit_ads1x15.ads1115 as ADS
11 from adafruit_ads1x15.analog_in import AnalogIn
12 import RPi.GPIO as GPIO
13
14 # ===== INISIALISASI =====
15
16 # Inisialisasi I2C dan ADC
17 i2c = busio.I2C(board.SCL, board.SDA)
18 ads = ADS.ADS1115(i2c)
19 ads.gain = 1 # Gain 1 = ±4.096V
20
21 # Inisialisasi LCD 20x4
22 lcd = CharLCD('PCF8574', 0x27, cols=20, rows=4)
23 lcd.clear()
24
25 # Load model KNN dan scaler
26 model = joblib.load("model_knn.pkl")
27 scaler = joblib.load("scaler_knn.pkl")
28
```

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
29 # Channel sensor
30 chan_ms = AnalogIn(ads, ADS.P0)
31 chan_tgs = AnalogIn(ads, ADS.P1)
32
33 # Setup GPIO untuk sensor IR
34 IR_PIN = 17 # GPIO17 (Pin 11)
35 GPIO.setmode(GPIO.BCM)
36 GPIO.setup(IR_PIN, GPIO.IN)
37
38 print("=== Sistem Klasifikasi Formalin Real-Time ===")
39
40 # ===== LOOP UTAMA =====
41 try:
42     while True:
43         if GPIO.input(IR_PIN) == GPIO.LOW: # Objek terdeteksi
44             print("\nObjek terdeteksi. Memulai klasifikasi...")
45             lcd.clear()
46             lcd.write_string("Objek terdeteksi...")
47             time.sleep(1)
48
49             lcd.clear()
50             lcd.cursor_pos = (0, 0)
51             lcd.write_string("Siklus dimulai... ")
52             lcd.cursor_pos = (2, 0)
53             lcd.write_string(" ")
54             lcd.cursor_pos = (3, 0)
55             lcd.write_string(" ")
56             time.sleep(10)
57
```

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

58 waktu_awal = datetime.now()
59 tanggal_str = waktu_awal.strftime('%Y-%m-%d')
60 csv_file = f"log_formalin_{tanggal_str}.csv"
61
62 if not os.path.isfile(csv_file):
63     with open(csv_file, mode='w', newline='') as file:
64         writer = csv.writer(file)
65         writer.writerow([
66             "Waktu Awal", "Waktu Akhir",
67             "MS Awal (V)", "TGS Awal (V)",
68             "MS Akhir (V)", "TGS Akhir (V)",
69             "Delta MS", "Delta TGS",
70             "Hasil Prediksi", "Keterangan", "Konsentrasi (mg/m³)"
71         ])
72
73 ms_awal = chan_ms.voltage
74 tgs_awal = chan_tgs.voltage
75
76 print(f"Waktu awal pengambilan : {waktu_awal.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S')}")
77 print(f"MS awal : {ms_awal:.4f} V")
78 print(f"TGS awal: {tgs_awal:.4f} V")
79
80 lcd.clear()
81 lcd.write_string("Masukkan sampel... ")
82 time.sleep(2)
83
84 lcd.clear()
85 lcd.write_string("Tunggu hasil... ")
86 time.sleep(108)
87
88 waktu_akhir = datetime.now()
89 ms_akhir = chan_ms.voltage
90 tgs_akhir = chan_tgs.voltage
91
92 delta_ms = ms_akhir - ms_awal
93 delta_tgs = tgs_akhir - tgs_awal
94
95 fitur = np.array([[delta_ms, delta_tgs]])
96 fitur_normalized = scaler.transform(fitur)
97 hasil = model.predict(fitur_normalized)
98 hasil_str = "Berformalin" if hasil[0] == 1 else "Tidak"
99
100 mg_per_m3 = -0.2122 + 0.2769 * delta_ms + 2.9099 * delta_tgs
101
102 print("-" * 40)
103 print(f"Delta MS1100 : {delta_ms:.4f} V")
104 print(f"Delta TGS2602 : {delta_tgs:.4f} V")
105 print(f"HASIL PREDIKSI: {hasil[0]} ({hasil_str})")
106 print(f"Konsentrasi (mg/m³): {mg_per_m3:.4f} mg/m³")
107 print("-" * 40)
108
109 lcd.clear()
110 lcd.cursor_pos = (1, 0)
111 lcd.write_string("Hasil:")
112 lcd.cursor_pos = (2, 0)
113 lcd.write_string(f"{hasil_str:^20}")

```


Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
114
115         with open(csv_file, mode='a', newline='') as file:
116             writer = csv.writer(file)
117             writer.writerow([
118                 waktu_awal.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S'),
119                 waktu_akhir.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S'),
120                 round(ms_awal, 4),
121                 round(tgs_awal, 4),
122                 round(ms_akhir, 4),
123                 round(tgs_akhir, 4),
124                 round(delta_ms, 4),
125                 round(delta_tgs, 4),
126                 hasil[0],
127                 hasil_str,
128                 round(mg_per_m3, 4)
129             ])
130
131         time.sleep(10)
132
133     else:
134         print("Menunggu objek...")
135         lcd.clear()
136         lcd.write_string("Menunggu objek... ")
137         time.sleep(1)
138
139     # ===== EXIT HANDLER =====
140     except KeyboardInterrupt:
141         lcd.clear()
142         lcd.write_string("Pengujian dihentikan")
143         print("\nPengujian dihentikan oleh pengguna.")
144         GPIO.cleanup()
```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Datasheet Sensor

Sensor MS1100

a. Characteristics

Index		Spec. & Test condition	
		MS1100-P1XX	MS1101-PX
Circuit Voltage	Vc	Module input Voltage : 5 ± 0.1 Volt	←
	PH	Power consumption : 380mW Inrush current : Less than 195mA	Power consumption : 450mW Inrush current : Less than 215mA
Characteristics of Output data		- Analogue output (refer to 3.1, f.) - Relay output (Special ppm)	- Digital output ppm (Open collect)
Guarantee		- 3years over - Calibration interval 1years recommended	
Operating environment		- Temp. : $-10 \sim 50^{\circ}\text{C}$, Humidity : $5 \sim 90\% \text{RH}$, Non-condensing - Storage → Temp. : $-20 \sim 70^{\circ}\text{C}$, Humidity : $0 \sim 90\% \text{RH}$	
Reaction time(T90)		- Reaction Time(T90) : Less then 10sec - Recovering Time(T90) : Less then 180sec	

Sensor TGS2602

TGS 2602 - for the detection of Air Contaminants

Features:

- * High sensitivity to VOCs and odorous gases
- * Low power consumption
- * High sensitivity to gaseous air contaminants
- * Long life
- * Uses simple electrical circuit
- * Small size

Applications:

- * Air cleaners
- * Ventilation control
- * Air quality monitors
- * VOC monitors
- * Odor monitors

The sensing element is comprised of a metal oxide semiconductor layer formed on the alumina substrate of a sensing chip together with an integrated heater. In the presence of detectable gas, sensor conductivity increases depending on gas concentration in the air. A simple electrical circuit can convert the change in conductivity to an output signal which corresponds to the gas concentration.

The **TGS 2602** has high sensitivity to low concentrations of odorous gases such as ammonia and H_2S generated from waste materials in office and home environments. The sensor also has high sensitivity to low concentrations of VOCs such as toluene emitted from wood finishing and construction products.

Due to miniaturization of the sensing chip, TGS 2602 requires a heater current of only 56mA and the device is housed in a standard TO-5 package.

