



© 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



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

Sub Judul:

**Penerapan Algoritma Klasifikasi K-Nearest Neighbors (KNN) untuk Sistem
Deteksi Formalin pada Makanan Menggunakan E-Nose**

Skripsi

Nadya Shifa Azzahra

2103431044

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

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 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:

**Penerapan Algoritma Klasifikasi K-Nearest Neighbors (KNN) untuk Sistem
Deteksi Formalin pada Makanan Menggunakan E-Nose**

Skripsi

Nadya Shifa Azzahra

2103431044

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

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 mengumunkan 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 nyatakan dengan benar.

Nama : Nadya Shifa Azzahra

NIM : 2103431044

Tanda Tangan :

Tanggal : 10 Juni 2025

**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 diajukan oleh :

Nama : Nadya Shifa Azzahra

Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri

Judul Skripsi : Penerapan Algoritma Klasifikasi K-Nearest
Neighbors (KNN) untuk Sistem Deteksi
Formalin pada Makanan Menggunakan E-Nose

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

Dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing 1 : **Yurixa Sakhinatul Putri, S.Si.,M.T.**

NIP. 199607072024062002

Pembimbing 2 : **Elitaria Bestri Agustina Siregar, S.S.,M.A.**

NIP. 198608262022032004

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 4 Juli 2025

Disahkan oleh





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 syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas rahmat, karunia, dan ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **"Penerapan Algoritma Klasifikasi K-Nearest Neighbors (KNN) untuk Sistem Deteksi Formalin pada Makanan Menggunakan E-Nose"**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr Murie Dwiyanti, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta;
2. Sulis Setiowati S.Pd., M.Eng, selaku Kepala Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Yurixa Sakhinatul Putri S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam penyelesaian Tugas Akhir;
4. Elitaria Bestri Agustina Siregar, S.S., M.A. selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam penyelesaian Tugas Akhir;
5. Rahima Febriani Rahmasari, teman satu Tim Skripsi yang telah mendukung, membantu, dan memotivasi dalam menyelesaikan skripsi;
6. Ibu Yunanih selaku orang tua serta Yuleha, Sandra, dan Andri selaku kakak penulis yang telah memberikan doa, bantuan dukungan moral serta material selama masa studi hingga penyusunan skripsi ini;
7. Teman-teman saya Laduni, Nisa, Berli, Aisyah, dan Ellys yang selalu menjadi pendengar yang baik mengenai keluh kesah saya dalam mengerjakan skripsi ini;



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

8. Teman- teman IKI A 2021 khususnya teman-teman A.M yang telah memberikan semangat, dan saling mendukung selama masa perkuliahan;
9. 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 sempurna, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, masukan dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis mengerjakan Skripsi. Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan teknologi di bidang keamanan pangan serta sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

Depok, 10 Juni 2025

Nadya Shifa Azzahra

**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

Penerapan Algoritma Klasifikasi K-Nearest Neighbors (KNN) untuk Sistem Deteksi Formalin pada Makanan Menggunakan E-Nose

Abstrak

Formalin merupakan bahan kimia berbahaya yang sering disalahgunakan sebagai pengawet pada makanan, menimbulkan risiko kesehatan serius bagi konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi sistem deteksi formalin pada mie basah secara cepat dan non-destruktif menggunakan electronic nose (E-Nose) berbasis sensor gas dan algoritma klasifikasi K-Nearest Neighbors (KNN). Sistem E-Nose dirancang dengan mengintegrasikan sensor gas MS1100 dan TGS2602 untuk akuisisi data aroma, modul Analog-to-Digital Converter (ADC) ADS1115 untuk konversi sinyal analog ke digital, serta microcontroller Raspberry Pi 4 sebagai unit pemrosesan utama. Data respon sensor diekstraksi menjadi fitur ΔMS dan ΔTGS , kemudian dinormalisasi untuk persiapan model KNN. Optimasi nilai parameter k pada algoritma KNN dilakukan menggunakan metode GridSearchCV dengan 5-fold cross-validation pada rentang nilai k 1 hingga 20, menghasilkan nilai optimal $k=11$. Evaluasi kinerja model klasifikasi pada 90 sampel (terdiri dari 45 sampel berformalin dan 45 sampel tidak berformalin) menunjukkan akurasi keseluruhan 95.56%. Model ini mencapai presisi 100% untuk kelas 'Formalin', mengindikasikan tidak adanya false positive (mie aman tidak pernah salah dideteksi berbahaya). Meskipun demikian, terdapat recall 91.11% dengan 4 false negative dari 45 sampel formalin, menunjukkan adanya sedikit risiko mie berformalin yang luput dari deteksi. Secara fungsional, sistem terintegrasi ini berhasil mengklasifikasikan sampel dan menampilkan hasilnya pada LCD dengan akurasi 100% pada pengujian 30 sampel terpisah, menunjukkan potensi besar sebagai alat deteksi formalin yang efektif dan praktis.

Kata Kunci: E-Nose, Formalin, Klasifikasi KNN, Mie Basah, Sensor Gas

**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

Implementation of K-Nearest Neighbors (KNN) Classification Algorithm for Formalin Detection System in Food Using E-Nose

Abstract

Formalin is a dangerous chemical often misused as a food preservative, posing serious health risks to consumers. This research aims to develop and evaluate a rapid and non-destructive system for formalin detection in wet noodles using an electronic nose (E-Nose) based on gas sensors and the K-Nearest Neighbors (KNN) classification algorithm. The E-Nose system was designed by integrating MS1100 and TGS2602 gas sensors for odor data acquisition, an Analog-to-Digital Converter (ADC) ADS1115 module for analog-to-digital signal conversion, and a Raspberry Pi 4 microcontroller as the main processing unit. Sensor response data were extracted into ΔMS and ΔTGS features, then normalized for KNN model preparation. Optimization of the k parameter for the KNN algorithm was performed using the GridSearchCV method with 5-fold cross-validation on k values ranging from 1 to 20, yielding an optimal k value of 11. Performance evaluation of the classification model on 90 samples (consisting of 45 formalin-contaminated and 45 non-formalin samples) showed an overall accuracy of 95.56%. The model achieved 100% precision for the 'Formalin' class, indicating no false positives (safe noodles were never incorrectly detected as hazardous). Nevertheless, there was a 91.11% recall with 4 false negatives out of 45 formalin samples, indicating a slight risk of formalin-contaminated noodles escaping detection. Functionally, the integrated system successfully classified samples and displayed the results on an LCD with 100% accuracy on testing 30 separate samples, demonstrating significant potential as an effective and practical formalin detection tool.

Keywords: E-Nose, Formalin, KNN Classification, Wet Noodles, Gas Sensor

**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 SAMPUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
<i>Abstrak</i>	vii
<i>Abstract</i>	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 Kajian Pustaka.....	8
2.2.1 Mie Basah	8
2.2.2 Formalin.....	9
2.2.3 Electronic Nose (E-Nose).....	10
2.2.4 Machine Learning.....	11
2.2.5 Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN).....	13
2.2.6 Evaluasi Kinerja Model Klasifikasi.....	14
2.2.7 Sensor TGS2602	15
2.2.8 Sensor MS1100.....	16
2.2.9 Raspberry Pi 4 Model B.....	17
2.2.10 ADS1115.....	17
2.2.11 LCD.....	18



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

2.2.12	Python.....	18
2.2.13	VS Code.....	19
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI		21
3.1	Rancangan Alat.....	21
3.1.1	Deskripsi Alat	22
3.1.2	Cara Kerja Alat	24
3.1.3	Spesifikasi Alat	26
3.1.4	Diagram Blok.....	28
3.1.5	Deskripsi Alat Sub-Sistem.....	30
3.1.6	Cara Kerja Sub-Sistem.....	31
3.1.7	Diagram Blok Sub-Sistem	32
3.2	Realisasi Alat.....	34
3.3	Realisasi Program.....	36
3.3.1	Akuisisi dan Persiapan Data.....	36
3.3.2	Preprocessing dan Ekstraksi Fitur.....	38
3.3.3	Pembentukan dan Pembagian Dataset	40
3.3.4	Pemilihan Nilai Optimal K	41
3.3.5	Pelatihan dan Evaluasi Model.....	43
BAB IV PEMBAHASAN.....		45
4.1	Pengujian Tampilan Hasil Klasifikasi pada LCD.....	45
4.1.1	Deskripsi Pengujian	45
4.1.2	Daftar Peralatan.....	45
4.1.3	Prosedur Pengujian.....	46
4.1.4	Data Hasil Pengujian.....	47
4.1.5	Analisis Data/Evaluasi	48
4.2	Analisis Karakteristik Fitur untuk Klasifikasi.....	49
4.2.1	Deskripsi Pengujian	50
4.2.2	Daftar Peralatan.....	50
4.2.3	Prosedur Pengujian.....	51
4.2.4	Data Hasil Pengujian.....	51
4.2.5	Analisis Data/Evaluasi	53



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

4.3	Pengujian Kinerja Model Klasifikasi KNN.....	54
4.3.1	Deskripsi Pengujian	55
4.3.2	Daftar Peralatan.....	55
4.3.3	Prosedur Pengujian.....	56
4.3.4	Data Hasil Pengujian.....	56
4.3.5	Analisis Data/Evaluasi	59
4.4	Pengujian Efektivitas Pembersihan Ruang Uji Berdasarkan Kondisi Kipas 62	
4.4.1	Deskripsi Pengujian	62
4.4.2	Prosedur Pengujian.....	63
4.4.3	Data Hasil Pengujian.....	63
4.4.4	Analisis Data/Evaluasi	67
BAB V	PENUTUP	69
5.2	Simpulan.....	69
5.3	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....		71
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		74
LAMPIRAN.....		75

**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 GAMBAR

Gambar 2.1 Mie Basah.....	8
Gambar 2.2 Schematic E-Nose	11
Gambar 2.3 Cara Kerja Machine Learning	12
Gambar 2.4 Algoritma KNN.....	14
Gambar 2.5 Sensor TGS2602	16
Gambar 2.6 Sensor MS1100	16
Gambar 2.7 Raspberry Pi 4 Model B.....	17
Gambar 2.8 ADC ADS1115	18
Gambar 2.9 LCD 20X4.....	18
Gambar 2.10 Logo Python.....	19
Gambar 2.11 Jupyter dan VS Code	20
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Flowchart Cara Kerja Sistem Utama.....	24
Gambar 3.3 Blok Diagram Sistem Utama.....	28
Gambar 3.4 Flowchart Cara Kerja Sub-Sistem.....	31
Gambar 3.5 Diagram Blok Sub-Sistem.....	32
Gambar 3.6 Sistem E-Nose Bagian Depan	34
Gambar 3.7 Komponen di Dalam Sistem E-Nose	35
Gambar 3.8 Ruang Uji (Chamber Room)	35
Gambar 3.9 Data Sebelum Diperbaiki	37
Gambar 3.10 Hasil Data Setelah Diperbaiki	38
Gambar 3.11 Data sebelum Preprocessing.....	39
Gambar 3.12 Data Setelah Ekstrasi Fitur.....	39
Gambar 3.13 Akurasi Nilai K 1-20	42
Gambar 4.1 Tampilan pada LCD dan Serial Monitor Tidak Berformalin	48
Gambar 4.2 Tampilan LCD dan Serial Monitor Berformalin	48
Gambar 4.3 <i>Scatter Plot</i> Hasil Pengujian 2	53
Gambar 4.4 Confusion Matrix Algoritma KNN	59



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 oleh (M. F. Rahman et al., n.d.).....	5
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu oleh (Baskoro & Susanto, 2020)	6
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu oleh (Sumanto et al., 2024)	7
Tabel 3.1 Bentuk Fisik	26
Tabel 3.2 Spesifikasi Hardware yang digunakan	26
Tabel 3.3 Keterangan Gambar Tampak Depan	34
Tabel 3.4 Keterangan Gambar di Dalam Sistem	35
Tabel 3.5 Keterangan Gambar Chamber Room	36
Tabel 4.1 Daftar Peralatan Pengujian 1	45
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian 1	47
Tabel 4.3 Daftar Peralatan Pengujian 2	50
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian 2	52
Tabel 4.5 Daftar Peralatan Pengujian 3	55
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian 3	56
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Tanpa Kipas	63
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian dengan Kipas Jarak 5cm	64
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Dengan Kipas Jarak 1 cm	66

**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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keamanan pada bahan makanan menjadi isu krusial yang sering menjadi perhatian di seluruh dunia karena banyaknya kasus pencemaran bahan makanan. Salah satu kasus utamanya yaitu penyalahgunaan bahan kimia berbahaya seperti formalin, tetapi sering kali ditemukan pada produk makanan yang pada dasarnya tidak layak untuk dikonsumsi dan beracun. Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 033 Tahun 2012 menyatakan bahwa formalin dilarang sebagai bahan tambahan pangan. Permasalahan ini tidak hanya terbatas pada produk makanan olahan, tetapi juga berpotensi terjadi pada bahan pangan pokok maupun pangan alternatif yang umum dikonsumsi oleh masyarakat sehari-hari.

Salah satu produk pangan yang rawan tercemar formalin adalah mie basah, yang banyak dikonsumsi masyarakat dari berbagai kalangan. Mie basah mudah rusak karena kadar airnya yang tinggi, sehingga sebagian oknum produsen nakal menggunakan formalin sebagai bahan pengawet ilegal untuk memperpanjang umur simpannya (Woro Utami et al., 2023). Tahun 2022 masih ditemukannya produsen mie basah berformalin, salah satunya ada di Tasikmalaya. Pada tahun 2024 pun BPOM masih menemukan mie basah berformalin yang terjual bebas di salah satu pasar yang ada di Depok. Dari kasus tersebut menjadi ancaman serius bagi kesehatan masyarakat, mengingat mie merupakan salah satu olahan yang cukup populer sebagai sumber karbohidrat alternatif pengganti nasi.

Konsumsi formalin dapat menyebabkan kerusakan serius pada saluran pencernaan, seperti nyeri hebat, peradangan, luka terbuka, kematian jaringan, serta gejala lain seperti muntah darah, diare berdarah, gangguan fungsi ginjal, pusing, kejang, hingga berujung pada kematian (Darmawati et al., 2013). Namun, metode deteksi formalin saat ini masih mengandalkan pengujian



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

laboratorium yang memerlukan waktu yang lama, biaya yang tidak murah dan memerlukan tenaga ahli untuk menganalisisnya. Berdasarkan permasalahan tersebut menimbulkan kebutuhan akan teknologi deteksi yang lebih praktis, cepat, dan efisien untuk mengidentifikasi keberadaan formalin pada mie. Sistem e-nose (electronic nose) muncul sebagai solusi inovatif dalam mendeteksi keberadaan formalin.

Pada penelitian sebelumnya menyatakan bahwa alat pendeteksi formalin yang dikembangkan menggunakan sensor HCHO dan MQ-7 berhasil mendeteksi keberadaan formalin dalam makanan, namun akurasi pengukuran kadar formalin masih terbatas karena alat acuan yang digunakan hanya berupa kit formalin (Haura et al., 2023). Hal ini menunjukkan adanya penggunaan sensor yang lebih baik dalam mendeteksi formalin. Penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada eksplorasi berbagai jenis sensor gas yang dapat mendeteksi adanya formalin. Dengan demikian, penggunaan sensor lain masih sangat terbuka untuk memperoleh hasil deteksi yang lebih presisi dan dapat diandalkan.

Sementara itu, penelitian lainnya membahas prediksi formalin pada mie basah dengan membandingkan performa model *Linear Regression*, *Regression Trees*, dan *Neural Network* menggunakan sensor gas MQ (Lodianto, 2022). Meskipun ketiga model tersebut menunjukkan hasil yang cukup baik, belum ada eksplorasi terhadap metode K-Nearest Neighbors (KNN). Oleh karena itu, penelitian lanjutan berpotensi untuk mengeksplorasi dan membandingkan performa model KNN dalam mendeteksi formalin, khususnya pada mie basah. Penggunaan KNN diharapkan dapat memberikan alternatif model prediksi yang lebih baik untuk klasifikasi dalam sistem deteksi formalin berbasis sensor.

Sehingga dari permasalahan tersebut dibuat sebuah sistem deteksi formalin pada makanan menggunakan sensor gas MS1100 dan TGS2602. Data yang diperoleh dari sensor gas diproses menggunakan algoritma klasifikasi K-Nearest Neighbors (KNN). Algoritma ini dipilih karena sederhana dalam implementasi, mampu bekerja dengan dataset kecil, dan memiliki akurasi yang

baik dalam proses klasifikasi. Output dari sensor berupa data sinyal listrik diproses lebih lanjut untuk dianalisis menggunakan algoritma KNN guna menentukan keberadaan formalin dalam makanan. Hasil deteksi akan ditampilkan secara langsung kepada pengguna pada LCD. Dengan pendekatan ini, sistem diharapkan mampu memberikan solusi yang sederhana, cepat, dan portabel untuk mendeteksi keberadaan formalin pada makanan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana Algoritma K- Nearest Neighbors terintegrasi dengan LCD?
2. Bagaimana karakteristik fitur yang digunakan untuk klasifikasi?
3. Bagaimana Kinerja Model klasifikasi K-Nearest Neighbor (KNN)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari Penerapan Metode Klasifikasi K-Nearest Neighbors (KNN) pada Sistem Deteksi Formalin pada Makanan Menggunakan E-Nose memperoleh beberapa tujuan.

1. Memastikan hasil klasifikasi sistem sesuai pada tampilan LCD.
2. Menganalisis fitur yang digunakan pada Algoritma KNN.
3. Menganalisis kinerja model klasifikasi KNN pada sistem E-Nose.

1.4 Batasan Masalah

Agar dalam penelitian lebih terarah, maka Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Jenis bahan kimia yang dideteksi dibatasi pada formalin sebagai target utama dan pengujian dilakukan pada suhu ruang.
2. Sebelum pengambilan data dimulai, preheat dilakukan terhadap sensor array dengan waktu minimal 30 menit.
3. Sistem tidak untuk menampilkan kadar 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



4. Sistem menampilkan hasil deteksi melalui LCD sebagai media output .

1.5 Luaran

Adapun luaran yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Laporan tugas akhir dan publikasi jurnal
2. Purwarupa model sistem deteksi formalin e-nose dengan sensor MS1100 dan TGS2602 dengan metode Klasifikasi K-Nearest Neighbors (KNN).



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

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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.2 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian sistem deteksi formalin pada mie basah menggunakan E-Nose dan algoritma klasifikasi KNN, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Pengujian fungsionalitas sistem terintegrasi secara *end-to-end* pada 30 sampel mie basah menunjukkan bahwa seluruh rangkaian proses dari akuisisi data sensor, *preprocessing*, ekstraksi fitur, klasifikasi oleh model KNN, hingga tampilan hasil pada LCD berfungsi dengan baik dan memberikan klasifikasi yang akurat 100% untuk sampel uji tersebut..
2. Ekstraksi fitur ΔMS dan ΔTGS dari respons sensor terbukti efektif dalam membedakan karakteristik aroma antara mie basah yang mengandung formalin dan yang tidak. Analisis persebaran data fitur menunjukkan adanya kluster yang relatif terpisah antar kedua kelas, yang mendukung kinerja klasifikasi.
3. Evaluasi kinerja model KNN yang dilatih dengan $k=11$ pada 90 sampel uji (masing-masing 45 berformalin dan tidak berformalin) menunjukkan performa klasifikasi yang sangat baik. Sistem mencapai akurasi keseluruhan 95.56%, dengan presisi 100%, menegaskan tidak adanya *false positive* (mie aman tidak salah dideteksi berbahaya). Meskipun demikian, terdapat recall 91.11% dengan 4 kasus *false negative* dari 45 sampel formalin, menunjukkan sedikit risiko mie berformalin luput dari deteksi yang perlu menjadi perhatian.

5.3 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut meliputi:

1. Melakukan pengumpulan data dengan jumlah sampel yang lebih besar dan variasi yang lebih luas (misalnya, dari berbagai jenis mie atau kondisi



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

penyimpanan yang berbeda) untuk meningkatkan generalisasi dan robustnya model.

2. Dapat dipertimbangkan untuk menguji dan membandingkan kinerja dengan algoritma klasifikasi *machine learning* lain misalnya, Support Vector Machine (SVM), Random Forest, atau *deep learning* sederhana untuk melihat potensi peningkatan akurasi, terutama dalam mengurangi *false negative*.
3. Perlu dieksplorasi penambahan jenis sensor gas lain yang memiliki sensitivitas spesifik terhadap senyawa kimia formalin, guna memperkaya profil aroma dan berpotensi meningkatkan sensitivitas serta selektivitas deteksi.
4. Disarankan untuk menambahkan section khusus berupa sistem kontrol kipas otomatis sebagai bagian dari proses pembersihan (flush) ruang uji. Sistem ini dapat diatur menggunakan mikrokontroler agar kipas menyala secara otomatis setelah pengukuran selesai. Selain meningkatkan efisiensi waktu, kontrol ini juga membantu menjaga konsistensi kondisi awal ruang uji.

**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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Baskoro, F., & Susanto, R. (2020). RANCANG BANGUN PENDETEKSI FORMALIN. *26 JEECOM*, 2(2).
- Cahyanti, D., Rahmayani, A., & Ainy Husniar, S. (2020). Analisis performa metode Knn pada Dataset pasien pengidap Kanker Payudara. *Indonesian Journal of Data and Science*, 1(2), 39–43.
- Darmawati, A., Wahyu Hariyanti, V., Program Sarjana, M., & Farmasi Unair, F. (2013). PENETAPAN KADAR FORMALIN DALAM AYAM POTONG YANG DIAMBIL DI PASAR TRADISIONAL SURABAYA TIMUR. In *Berkala Ilmiah Kimia Farmasi* (Vol. 2, Issue 2).
- Hania, A. A. (n.d.). *Mengenai Artificial Intelligence, Machine Learning, Neural Network, dan Deep Learning*.
<https://www.researchgate.net/publication/320395378>
- Haura, C. L., Yanti, I., & Pauzan, M. (2023). Alat Pendeteksi Formalin Menggunakan Deret Sensor HCHO dan MQ-7 dengan Logika Fuzzy. *JURNAL NASIONAL TEKNIK ELEKTRO DAN TEKNOLOGI INFORMASI*.
- Jiwandono, K., Driejana, R., Irsyad, D. M., Studi, P., & Lingkungan, T. (2014). ANALISIS KONSENTRASI FORMALDEHIDA DI DAERAH PERKOTAAN PADAT LALU LINTAS CONCENTRATION ANALYSIS IN HIGH TRAFFIC URBAN AREA. In *Jurnal Teknik Lingkungan* (Vol. 20).
- Keller, P. E., Kangas, L. J., Liden, L. H., Hashem, S., & Kouzes, R. T. (1995). Electronic noses and their applications. *Northcon - Conference Record*, 116–119.
<https://doi.org/10.1109/northc.1995.485024>
- Lodianto, B. (2022). *ANALISA EFEKTIVITAS MODEL MACHINE LEARNING DALAM PREDIKSI KANDUNGAN FORMALIN PADA MIE BASAH*.
- Muluk, A. A., Qonitah, F., & Ahwan. (2023). ANALISIS KANDUNGAN FORMALIN PADA MIE BASAH DI PASAR BERINGHARJO DAN PASAR KOTA GEDE YOGYAKARTA. *Indonesian Journal of Public Health*, 01, 286–293.
- Parengkuan, C., Paat, V., & Tumbel, S. (n.d.). Identifikasi Kandungan Formalin Pada Mie Basah Yang Beredar Di Pasar Beriman Kota Tomohon. *The Tropical Journal of Biopharmaceutical*, 2022(1), 1–5.

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

- Purawisastra, S., & Sahara, D. E. (2011). *PENYERAPAN FORMALIN OLEH BEBERAPA JENIS BAHAN MAKANAN SERTA PENGHILANGANNYA MELALUI PERENDAMAN DALAM AIR PANAS (THE ADSORPTION OF FORMALDEHYDE BY SOME FOODSTUFFS AND ITS ELIMINATION BY SOAKING THEM IN HOT WATER)* (Vol. 34, Issue 1).
- Pusparini, I. D., Triyanto, B., Jurusan,), Lingkungan, K., Kesehatan, P., & Semarang, K. (2018). *DESKRIPSI KADAR FORMALIN PADA TAHU PUTIH YANG DIJUAL DI PASAR SEGAMAS KABUPATEN PURBALINGGA TAHUN 2017* (Vol. 37, Issue 2).
- Putra, F., Tahiyat, H. F., Ihsan, R. M., Rahmaddeni, R., & Efrizoni, L. (2024). Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Menggunakan Wrapper Sebagai Preprocessing untuk Penentuan Keterangan Berat Badan Manusia. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(1), 273–281. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i1.1085>
- Putri, O. (2020). *IMPLEMENTASI METODE CNN DALAM KLASIFIKASI GAMBAR JAMUR PADA ANALISIS IMAGE PROCESSING*.
- Rahman, I. N., Lelono, D., & Triyana, K. (2018). Klasifikasi Kakao Berbasis e-nose dengan Metode Neuro Fuzzy. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 8(1), 49. <https://doi.org/10.22146/ijeis.25512>
- Rahman, M. F., Rosdiana, E., & Adimurti, V. (n.d.). DETEKSI FORMALIN PADA MIE BASAH MENGGUNAKAN SENSOR TCS3200 BERBASIS RASPBERRY-PI FORMALINE DETECTION IN WET NOODLES USING RASPBERRY-PI BASED TCS3200 SENSOR. In 44 *TELKATIKA* (Vol. 3, Issue 2).
- Rofiani, R., Oktaviani, L., Vernanda, D., & Hendriawan, T. (n.d.). *Penerapan Metode Klasifikasi Decision Tree dalam Prediksi Kanker Paru-Paru Menggunakan Algoritma C4.5*. 18(1).
- Sokolova, M., & Lapalme, G. (2009). A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Information Processing and Management*, 45(4), 427–437. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2009.03.002>
- Somvanshi, M., & Chavan, P. (n.d.). *A Review of Machine Learning Techniques using Decision Tree and Support Vector Machine*.
- Sumanto, B., Abelta Mika Setiarini, Alfonzo Aruga Paripurna Barus, Iman Sabarisman, & Muhammad Arrofiq. (2024). Pembelajaran Mesin Berbasis E-nose Untuk Klasifikasi Daging Pada Produk Sosis. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 13(1), 22–32. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v13i1.70307>



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

Thazin, Y., Eamsa-ard, T., Pobkrut, T., & Kerdcharoen, T. (2019). *Formalin Adulteration Detection in Food Using Enose based on Nanocomposite Gas Sensors*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCE-Asia46568.2019.8979990>

Woro Utami, I., Kumala Retno, E., & Waya Meray, N. (2023). IDENTIFIKASI KANDUNGAN BORAKS, FORMALIN DAN CEMARAN MIKROBA PADA MIE BASAH DI KOTA BALIKPAPAN IDENTIFICATION OF BORAKS, FORMALIN AND MICROBIAL CONTAMINATION IN WET NOODLES IN BALIKPAPAN CITY. In *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal* (Vol. 8, Issue 2).





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 Nadya Shifa Azzahra, anak keempat dari empat bersaudara dan lahir di Jakarta, 18 Januari 2003. Latar belakang pendidikan formal penulis adalah lulusan sekolah dasar di SDN Bintaro 013 Pagi Tahun 2015. Melanjutkan ke sekolah menengah pertama di SMPN 177 Jakarta dan lulus pada tahun 2018. Kemudian, melanjutkan pendidikan ke sekolah menengah atas di SMAN 90 Jakarta dan lulus pada tahun 2021. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perkuliahan Sarjana Terapan (S.Tr) di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri sejak tahun 2021 hingga tahun 2025. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail nadyasazzahra08@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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 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.



Lampiran 2 Program Pembuatan Model K-Nearest Neighbor (KNN)

```
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split, GridSearchCV
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from sklearn.impute import SimpleImputer
from sklearn.metrics import accuracy_score
import joblib

# 1. Baca file Excel
df = pd.read_excel("datasetknn.xlsx") # ganti nama file jika beda

# 2. Cek isi data
print(df.head())

# 3. Perbaiki nilai yang salah jika ada
# Ganti string "." dengan "," dan konversi kolom "msawal", "msakhir", "tgsawal", "tgsakhir" menjadi numerik
df.replace({"..": "."}, regex=True, inplace=True)
df[["msawal", "msakhir", "tgsawal", "tgsakhir"]] = df[["msawal", "msakhir", "tgsawal", "tgsakhir"]].apply(pd.to_numeric, errors='coerce')

# 4. Periksa nilai yang hilang (NaN) dan imputasi jika ada
imputer = SimpleImputer(strategy='mean') # Menggunakan imputasi rata-rata untuk nilai yang hilang
df[["msawal", "msakhir", "tgsawal", "tgsakhir"]] = imputer.fit_transform(df[["msawal", "msakhir", "tgsawal", "tgsakhir"]])

# 5. Hitung selisih sensor
df["delta_ms"] = df["msakhir"] - df["msawal"]
df["delta_tgs"] = df["tgsakhir"] - df["tgsawal"]

# 6. Ambil fitur dan label
X = df[["delta_ms", "delta_tgs"]]
y = df["Kelas"]

# 7. Split data
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)

# 8. Tentukan parameter pencarian untuk GridSearchCV
param_grid = {
    'n_neighbors': range(1, 21), # Mencari nilai k dari 1 sampai 20
}

# 9. Mencari nilai k terbaik menggunakan GridSearchCV
grid_search = GridSearchCV(KNeighborsClassifier(), param_grid, cv=5, scoring='accuracy') # cv=5 artinya 5-fold cross-validation
grid_search.fit(X_train, y_train)

# 10. Tampilkan nilai k terbaik dan keakuratan dari masing-masing nilai k
print("Hasil Akurasi untuk setiap nilai k:")
for mean_score, k in zip(grid_search.cv_results_['mean_test_score'], grid_search.cv_results_['param_n_neighbors']):
    print(f"Nilai k: {k}, Akurasi: {mean_score:.4f}")

# 11. Gunakan nilai k = 11
best_k = 11
print(f"\nMenggunakan nilai k = {best_k}")

# 12. Latih model dengan k = 5
model = KNeighborsClassifier(n_neighbors=best_k)
model.fit(X_train, y_train)

# 13. Evaluasi model pada data uji
y_pred = model.predict(X_test)
accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
print(f"Akurasi model dengan k = {best_k}: {accuracy:.4f}")

# 14. Simpan model ke file
joblib.dump(model, "model_knn.pkl")
print("Model disimpan ke model_knn.pkl")
joblib.dump(scaler, "scaler_knn.pkl")
print("Model disimpan ke scaler_knn.pkl")
```

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

Lampiran 3 Program untuk Menjalankan Model

```
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
13 # Inisialisasi I2C dan ADC
14 i2c = busio.I2C(board.SCL, board.SDA)
15 ads = ADS.ADS1115(i2c)
16 ads.gain = 1 # Gain 1 = ±4.096V
17
18 # Inisialisasi LCD 20x4
19 lcd = CharLCD('PCF8574', 0x27, cols=20, rows=4)
20 lcd.clear()
21
22 # Load model KNN dan scaler
23 model = joblib.load("model_knn.pkl")
24 scaler = joblib.load("scaler_knn.pkl")
25
26 # Channel sensor
27 chan_ms = AnalogIn(ads, ADS.P0)
28 chan_tgs = AnalogIn(ads, ADS.P1)
29
30 print("=== Sistem Klasifikasi Formalin Real-Time ===")
31
```



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



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

```
32 try:
33     while True:
34         print("\nMulai siklus baru...")
35         lcd.clear()
36         lcd.cursor_pos = (0, 0)
37         lcd.write_string("Siklus dimulai... ")
38         lcd.cursor_pos = (2, 0)
39         lcd.write_string(" ")
40         lcd.cursor_pos = (3, 0)
41         lcd.write_string(" ")
42         time.sleep(10)
43
44         waktu_awal = datetime.now()
45
46         # Buat nama file berdasarkan tanggal hari ini
47         tanggal_str = waktu_awal.strftime('%Y-%m-%d')
48         csv_file = f"log_formalin_{tanggal_str}.csv"
49
50         # Cek dan tulis header jika file belum ada
51         if not os.path.isfile(csv_file):
52             with open(csv_file, mode='w', newline='') as file:
53                 writer = csv.writer(file)
54                 writer.writerow([
55                     "Waktu Awal", "Waktu Akhir",
56                     "MS Awal (V)", "TGS Awal (V)",
57                     "MS Akhir (V)", "TGS Akhir (V)",
58                     "Delta MS", "Delta TGS",
59                     "Hasil Prediksi", "Keterangan", "Konsentrasi (mg/m³)"
60                 ])
61
62         ms_awal = chan_ms.voltage
63         tgs_awal = chan_tgs.voltage
```

**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

```
65 print(f"Waktu awal pengambilan : {waktu_awal.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S')}")
66 print(f"MS awal : {ms_awal:.4f} V")
67 print(f"TGS awal: {tgs_awal:.4f} V")
68
69 lcd.clear()
70 lcd.write_string("Masukkan sampel... ")
71 time.sleep(2)
72
73 lcd.clear()
74 lcd.write_string("Tunggu hasil... ")
75 time.sleep(100)
76
77 waktu_akhir = datetime.now()
78 ms_akhir = chan_ms.voltage
79 tgs_akhir = chan_tgs.voltage
80
81 print(f"Waktu akhir pengambilan : {waktu_akhir.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S')}")
82
83 delta_ms = ms_akhir - ms_awal
84 delta_tgs = tgs_akhir - tgs_awal
85
86 fitur = np.array([[delta_ms, delta_tgs]])
87 fitur_normalized = scaler.transform(fitur)
88 hasil = model.predict(fitur_normalized)
89 hasil_str = "Berformalin" if hasil[0] == 1 else "Tidak"
90
91 # Menghitung konsentrasi dalam mg/m3 menggunakan rumus regresi linear
92 mg_per_m3 = -0.2122 + 0.2769 * delta_ms + 2.9099 * delta_tgs
93
94 print("-" * 40)
95 print(f"Delta MS1100 : {delta_ms:.4f} V")
96 print(f"Delta TGS2602 : {delta_tgs:.4f} V")
```

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

```

97 print(f"HASIL PREDIKSI: {hasil[0]} ({hasil_str})")
98 print(f"Konsentrasi (mg/m³): {mg_per_m3:.4f} mg/m³")
99 print("-" * 40)
100
101 lcd.clear()
102 lcd.cursor_pos = (1, 0)
103 lcd.write_string("Hasil:")
104 lcd.cursor_pos = (2, 0)
105 lcd.write_string(f"(hasil_str:^20)")
106
107 # Simpan ke CSV
108 with open(csv_file, mode='a', newline='') as file:
109     writer = csv.writer(file)
110     writer.writerow([
111         waktu_awal.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S'),
112         waktu_akhir.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S'),
113         round(ms_awal, 4),
114         round(tgs_awal, 4),
115         round(ms_akhir, 4),
116         round(tgs_akhir, 4),
117         round(delta_ms, 4),
118         round(delta_tgs, 4),
119         hasil[0],
120         hasil_str,
121         round(mg_per_m3, 4) # Simpan konsentrasi dalam CSV
122     ])
123
124 time.sleep(10)
125
126 except KeyboardInterrupt:
127     lcd.clear()
128     lcd.write_string("Pengujian dihentikan")
129     print(f"\n\nPengujian dihentikan oleh nenekpuna.")

```

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**