



# Laporan Akhir: Pengembangan Aplikasi Sistem Pemrosesan Sinyal untuk Visualisasi Data E- Nose (GUI)

Kelompok 10

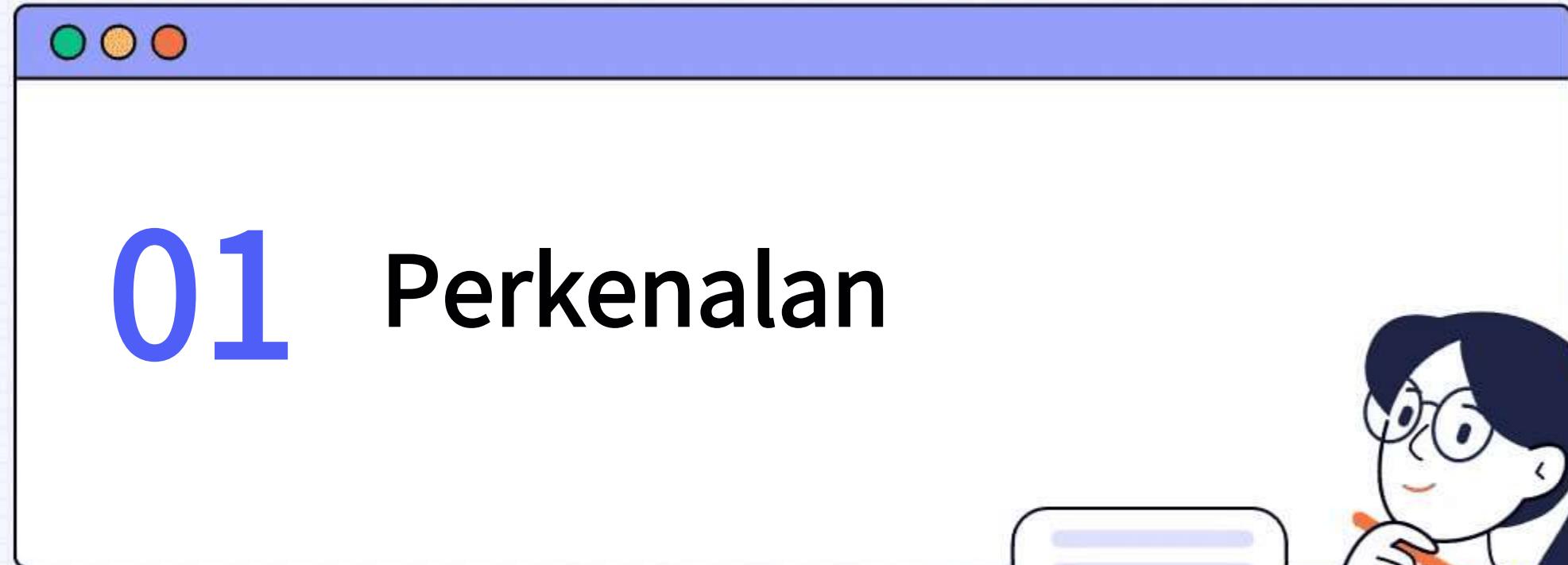
10 - 12 - 2025



# Contents

- 1. Perkenalan
- 2. Latar Belakang
- 3. Tujuan
- 4. Metodologi
- 5. Pelaksanaan
- 6. Hasil Pengujian
- 7. Visualisasi Data
- 8. Desain Sistem 3D
- 9. Analisis Data
- 10. Kesimpulan





# Perkenalan

01



Amalia Fitria Damaiyanti -  
2042241021

02



Duta Permana Agung -  
2042241041

03



M. Friza Aditya Pradana -  
2042241048



## 02 Latar belakang



# Latar belakang

1

## Mengenal konsep e - nose

Hidung elektronik atau e-nose adalah sistem sensor gas yang dirancang untuk mengenali aroma. Prinsip kerjanya mirip dengan hidung manusia, tetapi menggunakan sensor dan pemrosesan data.

2

## Aplikasi industri

E-nose banyak diterapkan di industri makanan, pemantauan udara, dan riset kesehatan karena kemampuannya memberikan hasil yang cepat dan konsisten.

3

## Tantangan akuisisi sinyal multi-sensor

Salah satu masalah utama adalah integrasi sistem akuisisi data untuk menangani streaming sinyal secara real-time tanpa latensi signifikan.

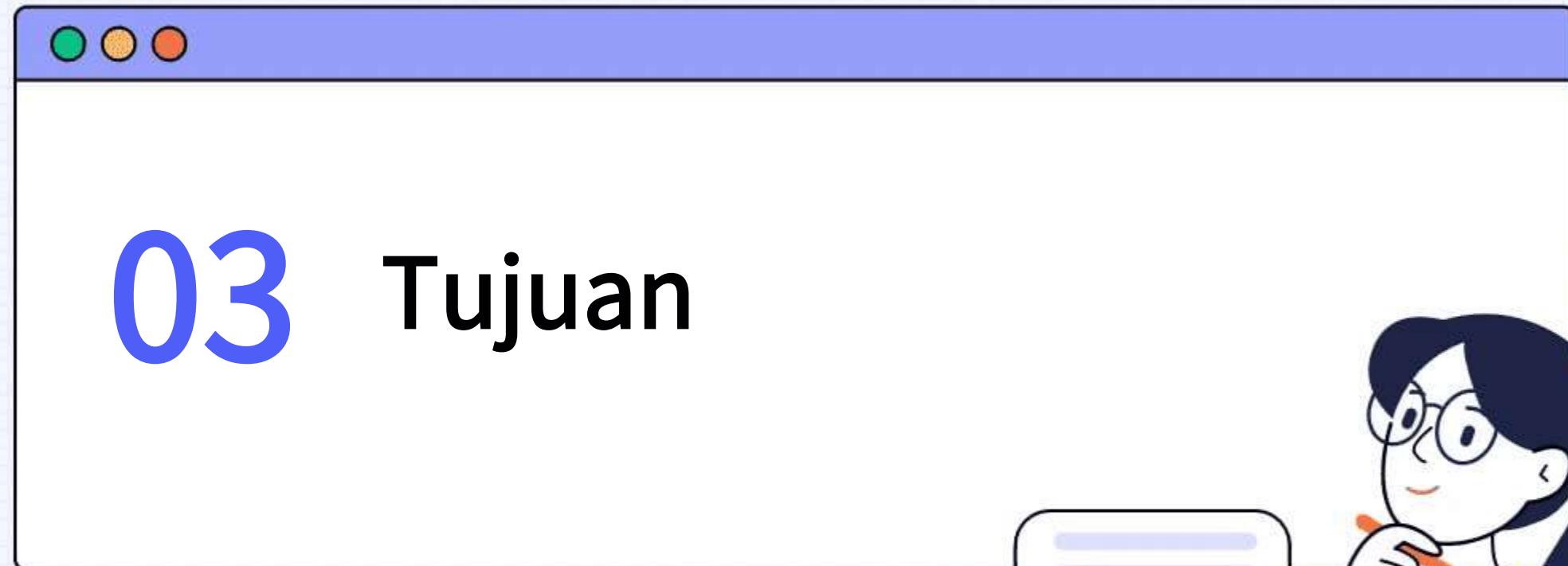
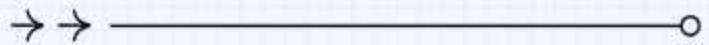
# Latar belakang

## Pemrosesan sinyal untuk visualisasi

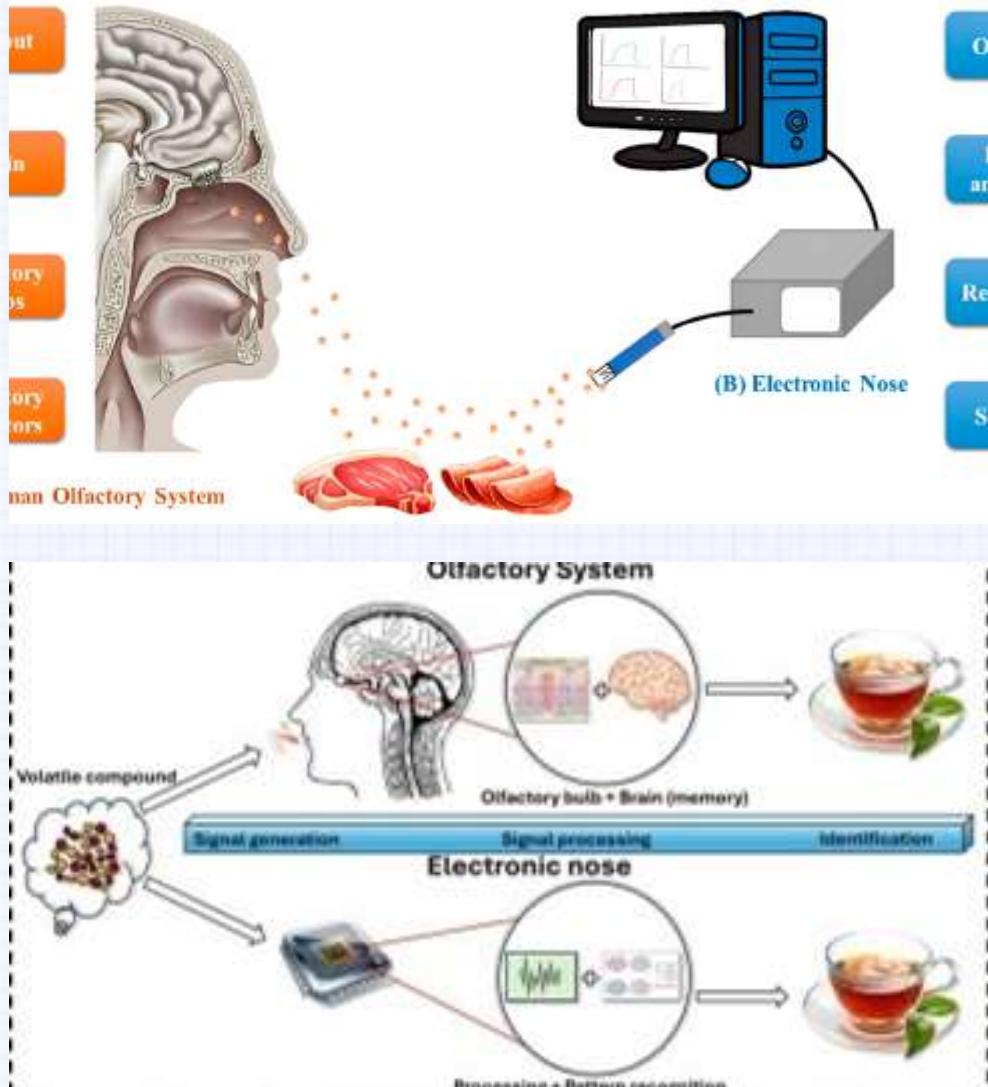
Data dari sensor e-nose harus diolah karena mengandung noise, drift, dan ketidakstabilan yang perlu disaring. Hasilnya kemudian dimanifestasikan dalam bentuk grafik yang intuitif.

## Pengembangan sistem

Proyek ini membangun aplikasi berbasis GUI untuk memvisualisasikan data e-nose dengan kombinasi backend Rust dan frontend Qt Python, menghadirkan sistem end-to-end untuk koneksi perangkat keras, pengolahan sinyal, hingga analisis data.



# Tujuan



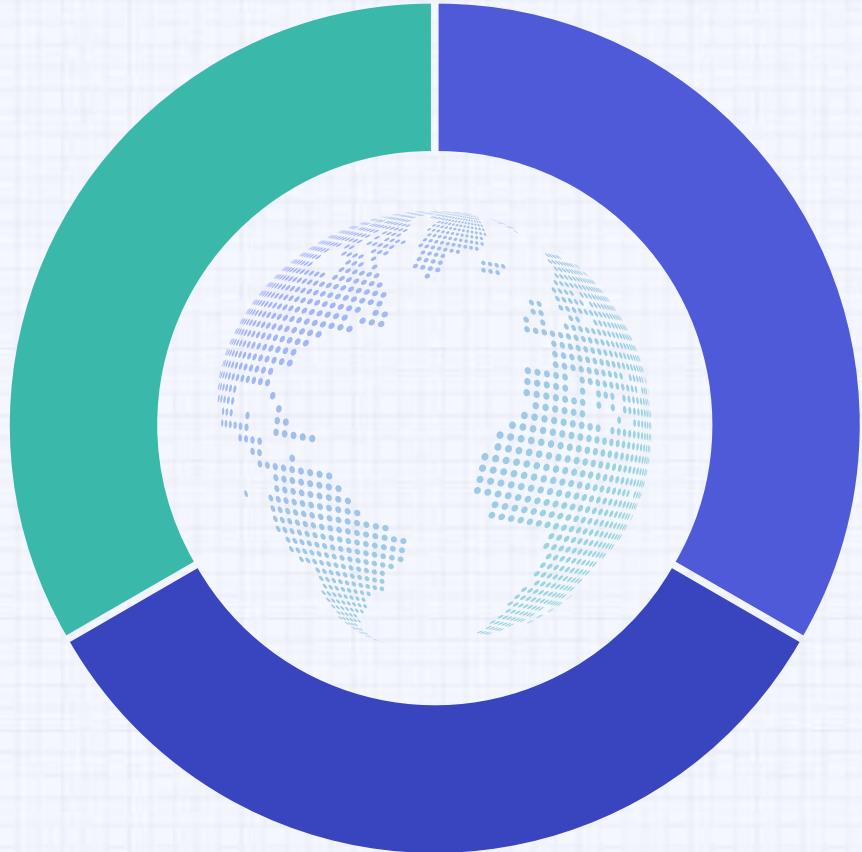
## Merancang sistem terintegrasi untuk memvisualisasikan data sensor dinamis

Sistem ini dirancang untuk mengolah data sensor gas yang dihasilkan oleh e-nose secara real-time, mempermudah pengguna untuk memahami pola perubahan sinyal yang mengindikasikan aroma melalui representasi grafis yang jelas.

## Membantu identifikasi profil aroma

Proyek ini bertujuan mempermudah identifikasi aroma melalui analisis sinyal sensor yang terstruktur, memberikan informasi tentang profil aroma berdasarkan komponen volatil seperti VOC dan etanol yang terdeteksi.

# Tujuan



## Mengembangkan aplikasi berbasis GUI

Sistem dilengkapi dengan antarmuka GUI yang intuitif, berfungsi sebagai alat utama pengguna untuk mengontrol, memonitor, serta menyimpan hasil pengukuran aroma dari e-nose.

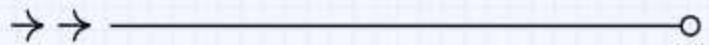
# Tujuan

## Mendukung ekspor data untuk analisis lebih lanjut

Data sensor yang diolah dapat disimpan dalam format CSV, mempermudah pengguna untuk melakukan analisis lanjutan atau pelatihan model machine learning pada platform Edge Impulse untuk pengenalan aroma.

## Mengintegrasikan backend Rust dan frontend Qt Python

Sistem ini dirancang menggunakan kombinasi teknologi Rust untuk pengolahan data yang responsif dan Qt Python untuk antarmuka grafis, memastikan pengolahan data aroma berjalan secara konsisten dan efisien.



# 04 Metodologi

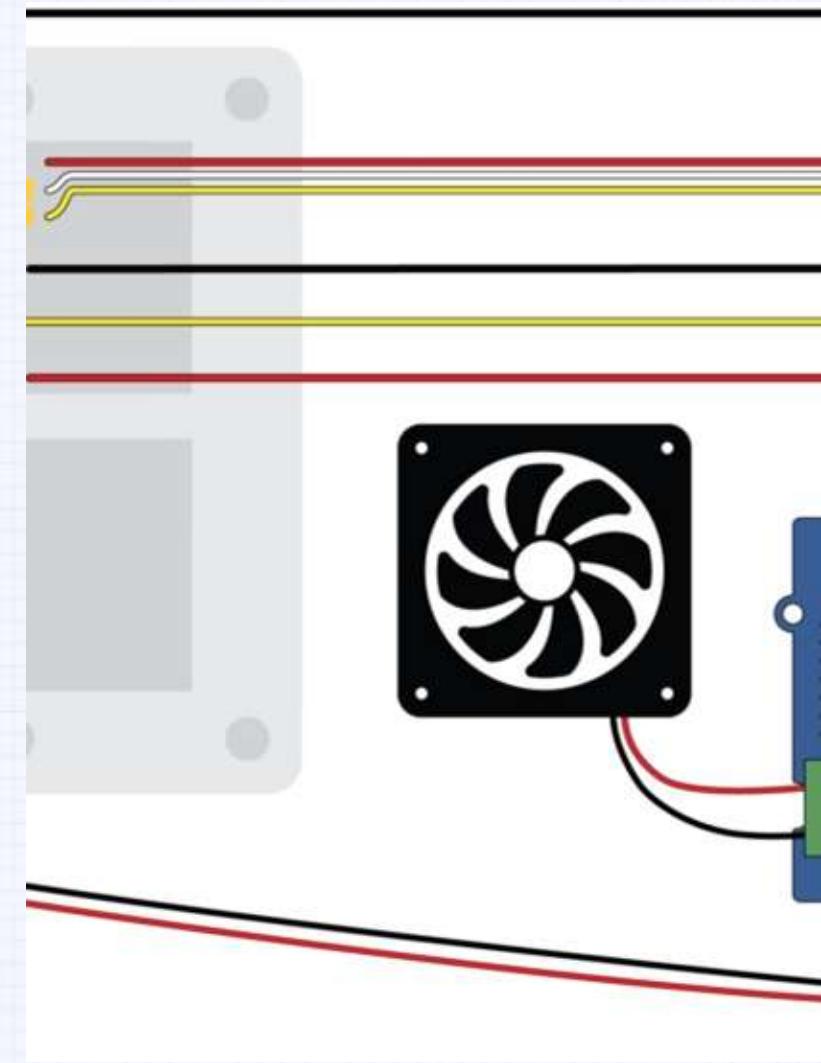


# Gambaran Umum Sistem

Sistem e-nose dirancang untuk membaca data sensor gas secara real-time, mengirimkan data ke laptop, dan menampilkan grafik dari 8 parameter gas.

Proses akuisisi terbagi dua, yaitu Arduino sebagai pengumpul data dari sensor dan laptop menjalankan backend serta frontend untuk pemrosesan dan visualisasi secara bersamaan.

Struktur sistem disusun agar fleksibel dan dapat dikembangkan dengan mudah untuk pengujian aroma dengan parameter gas yang berbeda.



# Komponen dan Material

01

Sistem menggunakan Arduino Uno R4 WiFi sebagai perangkat akuisisi data utama dan modul sensor untuk mendeteksi gas seperti CO, VOC, dan etanol.

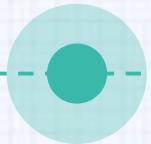
02

Selain sensor gas, terdapat modul tambahan untuk memberikan informasi tentang suhu, kelembapan, dan tekanan udara agar data lebih akurat.

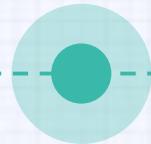
03

Rust digunakan untuk backend yang mengelola komunikasi dan pemrosesan data, sedangkan Python Qt dipakai untuk frontend yang berfungsi memvisualisasikan sinyal dalam grafik.

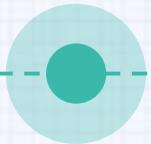
# Arsitektur Backend



Backend dirancang untuk membaca data serial dari Arduino dan memprosesnya dalam buffer sebelum mengirimkan data ke GUI.



Fitur yang diimplementasikan termasuk API REST untuk kontrol sistem seperti start, stop, dan penyimpanan data.



Penggunaan thread asinkron memastikan backend tetap responsif bahkan saat data masuk secara berkelanjutan; mode simulasi disiapkan untuk pengembangan tanpa perangkat Arduino aktif.

01

02

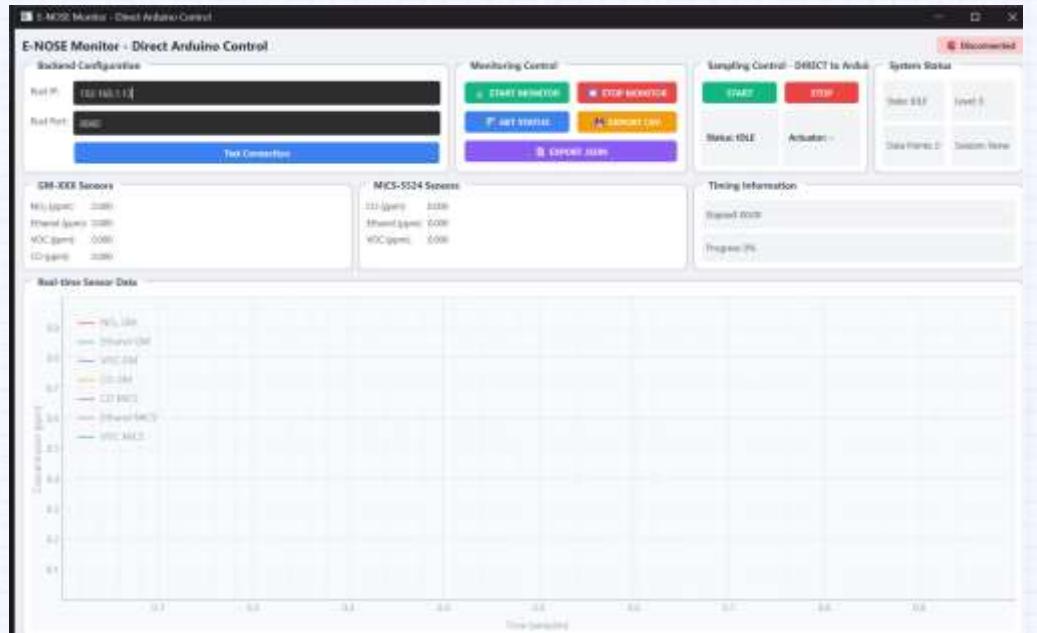
03

# Desain Antarmuka Pengguna (GUI)

GUI dirancang untuk memberikan visualisasi data sensor secara langsung dengan grafik yang responsif hingga 200 titik data terakhir agar tetap ringan.

Fungsi utama GUI mencakup konfigurasi koneksi, kontrol sampling, visualisasi grafik, penyimpanan hasil ke format CSV, dan unggah data ke platform Edge Impulse.

Desain GUI mengutamakan kejelasan antarmuka dengan status sistem yang ditampilkan secara real-time, seperti koneksi backend dan mode simulasi perangkat.





# 05 Pelaksanaan



# Konfigurasi Hardware

## Pengaturan sensor

Sensor kalibrasi, seperti sensor VOC dan etanol, disiapkan untuk mendeteksi perubahan konsentrasi gas dari sampel aroma secara akurat.

## Pemrograman Arduino

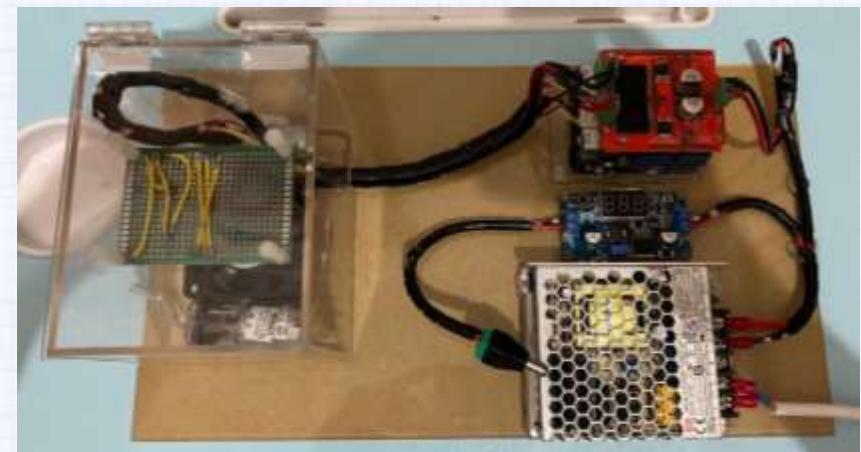
Arduino Uno R4WiFi diprogram menggunakan kode untuk membaca data dari masing-masing sensor dan mengirimkannya secara real-time dalam bentuk JSON ke backend.

## Penempatan kabel

Kabel untuk sensor, pin analog, dan pin digital dirancang sedemikian rupa agar tidak mengganggu alur udara ke sensor saat pengukuran dilakukan.

## Uji awal

Setiap sensor diuji untuk memastikan nilai yang dibaca stabil, dan Arduino mampu mengirimkan paket JSON tanpa gangguan.



# Implementasi Backend

## Pemrosesan data Arduino dengan Rust

Backend dikembangkan dengan bahasa Rust untuk membaca data serial dari Arduino, menerjemahkan JSON, dan menyimpan hasilnya dalam buffer internal.

## Penggunaan mode simulasi

Jika Arduino tidak terdeteksi, backend secara otomatis beralih ke mode simulasi yang menghasilkan data dummy untuk pengujian antarmuka.

## Streaming data real-time

WebSocket server diterapkan untuk mengirimkan data sensor yang masuk ke GUI secara berkelanjutan, memungkinkan visualisasi yang lancar tanpa jeda.

## Mekanisme penanganan error

Sistem dirancang untuk mengabaikan data yang tidak lengkap atau rusak, memastikan bahwa alur data tetap stabil dan akurat.

# Pengembangan Frontend

## Integrasi PyQt6 untuk visualisasi

PyQt6 digunakan untuk membangun interface GUI yang dapat menampilkan data sensor secara real-time, dalam bentuk grafik dinamis yang mudah dipahami.

## Penerapan grafik responsif

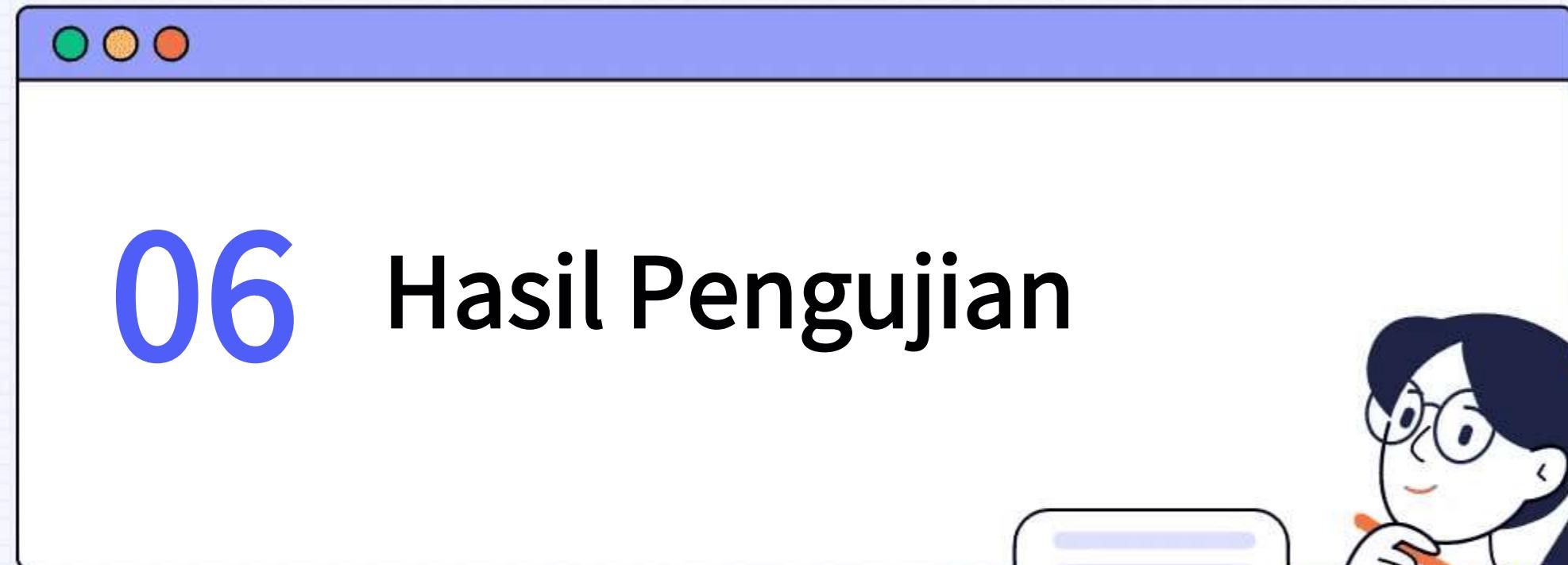
PyQtGraph memungkinkan grafik berjalan halus tanpa penggunaan memori yang berlebihan, dengan pembatasan titik data sekitar 200 sampel terakhir.

## Fitur penyimpanan dataset

Fitur ekspor ke CSV dibuat untuk memungkinkan pengguna menyimpan data sensor yang sudah terkumpul untuk analisis lebih lanjut di Edge Impulse.

## Antisipasi masalah koneksi

GUI dirancang untuk memberikan indikator status sistem seperti port terhubung atau tidak, sehingga memudahkan pengguna dalam proses debugging.



# Respons Data Waktu Nyata

## Akurasi sensor yang tinggi

Sensor berhasil mendekripsi perubahan aroma secara langsung, dengan nilai baseline dan respons yang tetap stabil sepanjang pengujian.

## Dinamika sinyal yang jelas

Grafik memperlihatkan perubahan kurva secara real-time, menampilkan kenaikan dan penurunan respons yang sesuai dengan intensitas aroma.

## Stabilitas sistem

Perangkat keras dan perangkat lunak berfungsi secara sinkron untuk mengelola data streaming tanpa delay signifikan.



# 07 Visualisasi Data



# Grafik GUI

## 01

Grafik waktu nyata berdasarkan skenario pompa tunggal dan ganda: GUI menampilkan dua jenis grafik real-time yang dirancang untuk membedakan pola respons sensor berdasarkan konfigurasi pompa. Grafik ini memberikan gambaran visual tentang variasi tingkat aroma secara langsung.

## 02

Perbedaan pola grafik pada pompa tunggal dan ganda: Dengan satu pompa, grafik menunjukkan perubahan konsentrasi yang landai. Sebaliknya, dengan dua pompa, grafik memperlihatkan lonjakan amplitudo yang lebih tinggi dan respons sensor yang lebih cepat.

## 03

Skala otomatis pada grafik: GUI mengimplementasikan skema skala otomatis, memungkinkan visualisasi tetap jelas tanpa pengguna perlu mengatur skala manual saat data aroma berubah.



# Analisis Grafik

## Karakteristik intensitas sinyal

Grafik menggambarkan pola intensitas sinyal yang berubah sesuai konsentrasi senyawa volatil dalam sampel, yang penting untuk analisis profil aroma.

## Stabilisasi sinyal

Analisis impuls tepi mengidentifikasi fase baseline stabil sebelum paparan aroma, yang diikuti lonjakan respons dan peluruhan yang konsisten.

## Penentuan respons sensor

Impuls tepi digunakan untuk menentukan kecepatan sensor mencapai puncak respons terhadap paparan aroma, memberikan wawasan tentang kinetika senyawa volatil yang dideteksi.



# 08 Desain Sistem 3D



# Desain Sistem 3D



## Mencegah turbulensi udara

Ruang dibuat dengan struktur yang meminimalkan potensi turbulensi udara yang dapat mengganggu bacaan sensor.



## Peningkatan efisiensi deteksi sensor

Dengan aliran udara yang dikontrol secara optimal, respons sensor menjadi lebih cepat dan data yang dihasilkan lebih konsisten.



## Penempatan sensor yang strategis

Sensor ditempatkan pada lokasi yang optimal untuk memastikan seluruh sampel gas dapat mencapai permukaan sensor secara merata.

# Desain Sistem 3D

1

## Jarak antar sensor terjaga

Jarak antar sensor diatur untuk menghindari interaksi respons sensor yang dapat mengurangi akurasi data.

2

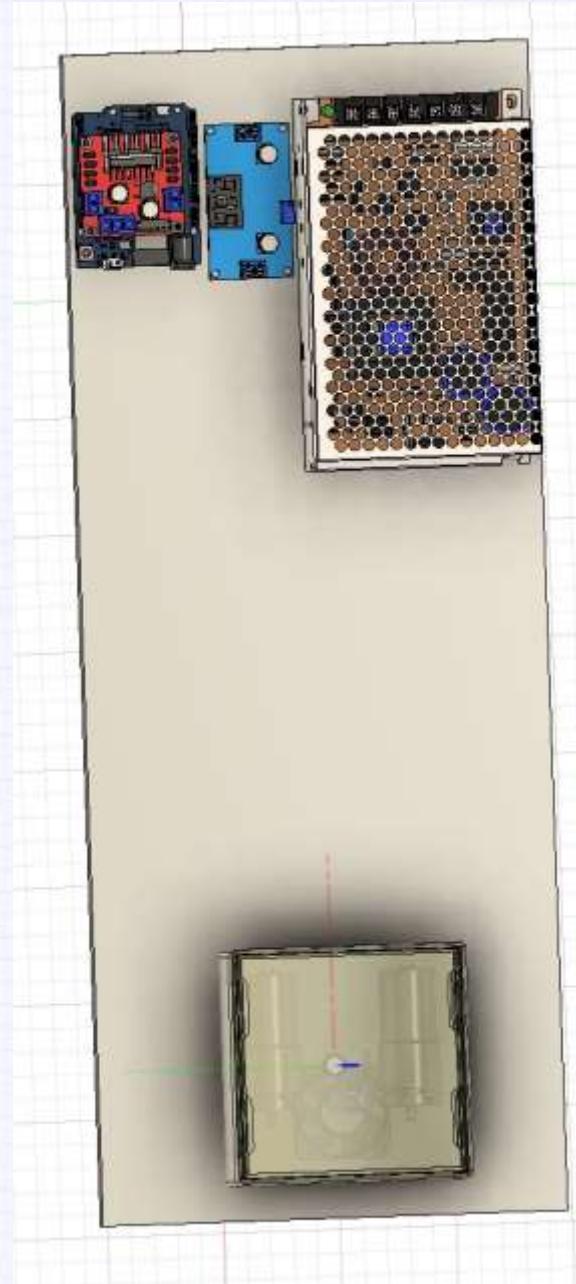
## Sistem ventilasi terarah

Lubang masuk dan keluar udara dirancang dengan presisi untuk mengarahkan aroma secara langsung ke area sensitif sensor.

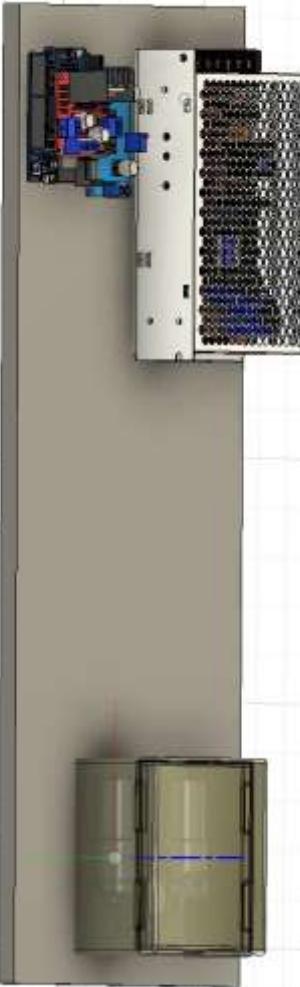
3

## Casing yang kuat

Desain casing dibuat dengan bahan kokoh untuk melindungi komponen elektronik dari kerusakan akibat benturan dan perubahan kondisi lingkungan.



# Desain Sistem 3D



01

## Sistem kabel yang rapi

Pengaturan kabel dibuat sedemikian rupa agar tidak mengganggu aliran udara dan mempermudah proses pengujian maupun perawatan.

02

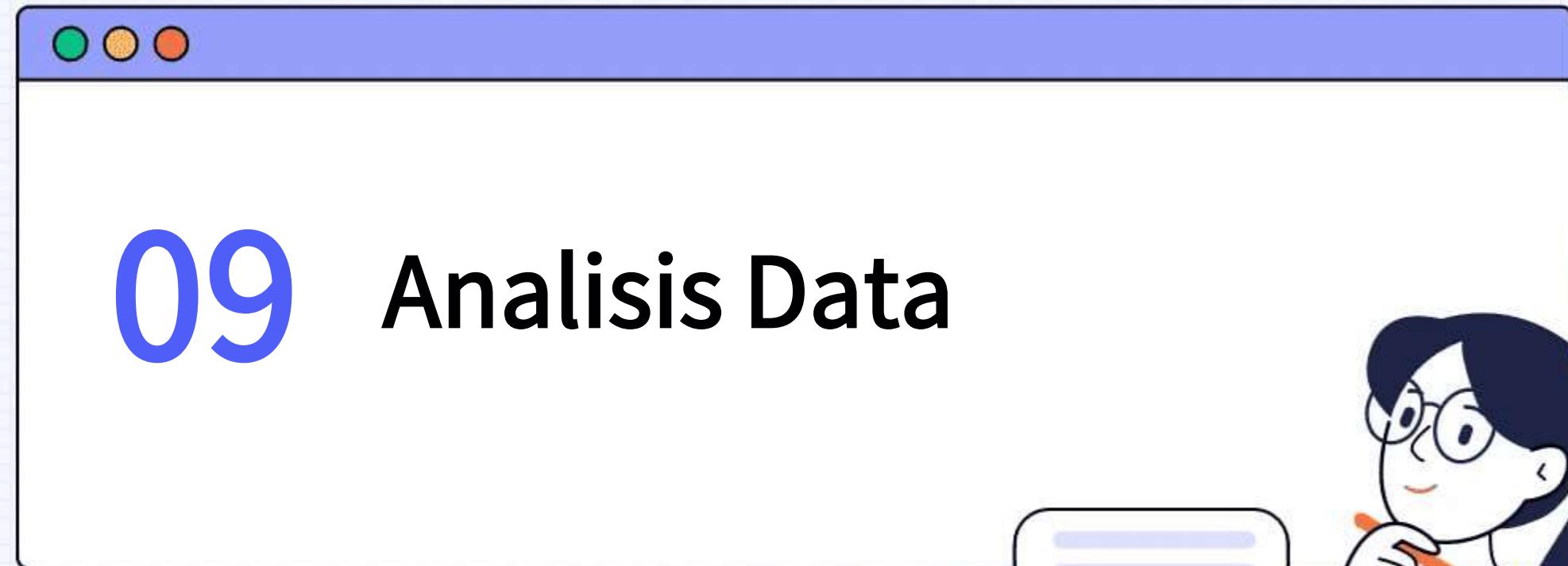
## Desain modular

Bagian dalam casing didesain modular sehingga setiap komponen dapat dengan mudah dilepas atau diganti tanpa mengganggu bagian lain.

03

## Sistem pengisapan udara

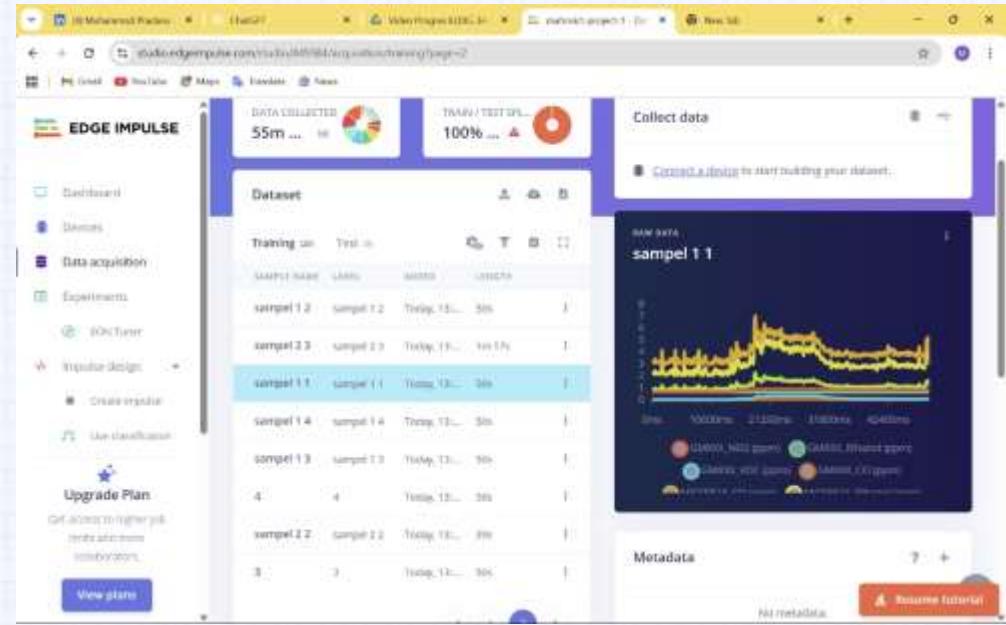
Desain casing dilengkapi dengan pompa atau kipas untuk membantu sirkulasi udara yang lebih efektif.



# Analisis Data

## Pola respons sensor gas

Sensor menunjukkan pola respons spesifik terhadap senyawa volatil seperti VOC, etanol, dan NO<sub>2</sub>, dengan amplitudo yang mencerminkan konsentrasi aroma yang terdeteksi.



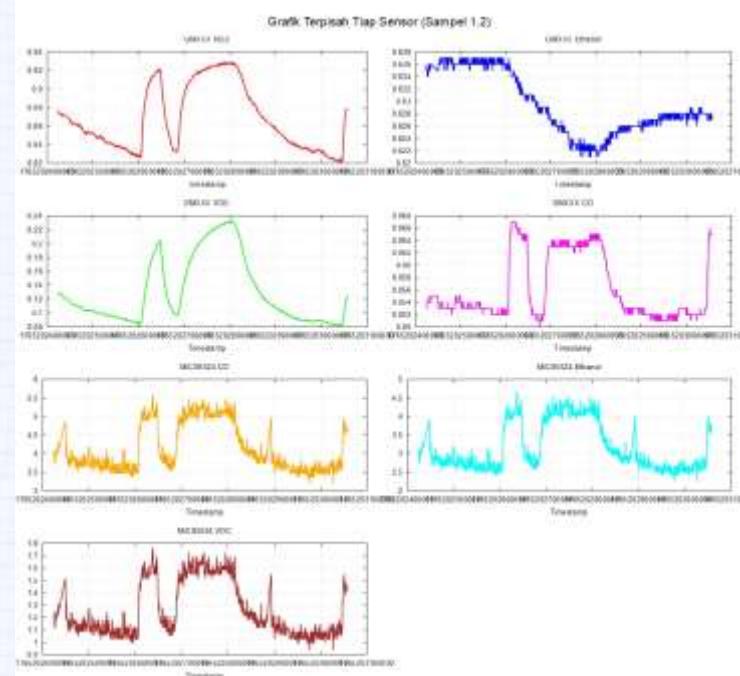
## Respons baseline dan puncak

Perubahan sinyal dari baseline ke puncak respons memberikan informasi karakteristik aroma, termasuk intensitas dan volatilitas sampel sabun cair.

## Perbandingan antar-sensor

Respons sensor MICS cenderung lebih tajam, sementara GMXXX menunjukkan respons lebih stabil untuk analisis aroma yang mendalam.

# Analisis Data



## Fitur kritis analisis aroma

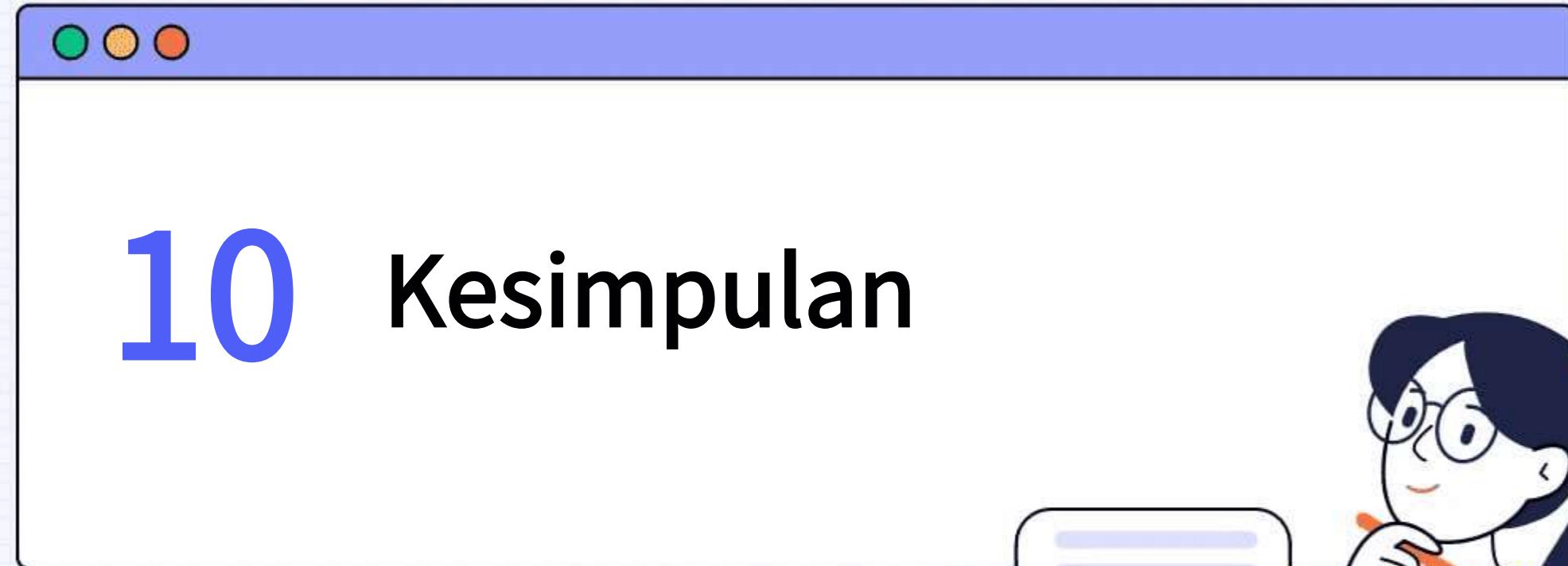
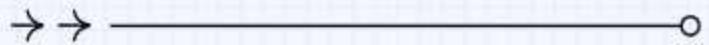
Nilai maksimum, area di bawah kurva, dan time-to-peak menjadi parameter utama dalam membedakan aroma antar sampel.

## Pola stabilitas aroma

Aroma dengan komponen berat menunjukkan puncak respons lebih lama dibanding volatil yang lebih ringan dan cepat menguap.

## Perbandingan antar sampel

Analisis respons sinyal dapat mengidentifikasi karakter aroma unik seperti amplitudo tinggi untuk aroma kuat dan grafik datar untuk aroma lemah.



# 10 Kesimpulan



# Kesimpulan



Sistem e-nose berhasil menampilkan pola visual yang stabil untuk berbagai jenis aroma, memberikan representasi yang jelas terhadap pola sinyal setiap sampel.



Respons sensor terhadap senyawa volatil seperti CO, VOC, dan etanol terlihat konsisten, mencerminkan kemampuan sistem dalam pemrosesan sinyal waktu nyata.



Backend berbasis Rust dan GUI PyQt6 terbukti efektif mengintegrasikan pengolahan data dan tampilan grafik tanpa ada gangguan atau jeda berarti.

# Kesimpulan

01

Penambahan jenis sensor gas atau modul sensor canggih dapat memperkaya analisis dan akurasi identifikasi aroma.

02

Pengembangan fitur otomatis seperti pengunggahan dataset ke Edge Impulse langsung dari GUI memungkinkan efisiensi dalam pemrosesan data.

03

Peningkatan perangkat keras dengan mikrokontroler yang lebih kuat atau kemampuan nirkabel dapat memungkinkan aplikasi portabel yang lebih fleksibel dalam berbagai kondisi.

# Terima kasih

