

# **Template Proposal Proyek Akhir Sistem Tertanam**

## **HALAMAN SAMPUL**

### **1. Informasi Umum**

#### **1.1 Judul Proyek**

ChemiSense: IoT-Based Multi-Hazard Air Monitoring System

#### **1.2 Anggota Kelompok**

- Muhammad Aldi Alfatih (221011044) - Peran
- Muh. Ari Farhan (221011100) - Peran
- St. Nur Aisyah. S (221011011) – Peran
- Amaliah Nurul Fadillah (221011051) - Peran
- Annisya Ekapratiwi Aprilia (221011036) - Peran
- Maharani Reva Awliya (221011091) - Peran

### **2. Deskripsi Proyek**

#### **2.1 Latar Belakang**

- Identifikasi masalah yang akan diselesaikan
- Mengapa masalah ini penting untuk diselesaikan

Laboratorium kimia sekolah merupakan lingkungan yang berisiko tinggi terhadap bahaya paparan gas beracun. Insiden kebocoran gas amonia di SMKN 3 Bandung pada Januari 2023 yang menyebabkan 15 orang dirawat intensif [4] menjadi bukti nyata urgensi sistem deteksi gas otomatis. Data dari U.S. Chemical Safety Board [1] menunjukkan bahwa 35% kecelakaan di laboratorium pendidikan disebabkan oleh paparan gas berbahaya, dengan 72% di antaranya terjadi karena ketiadaan sistem deteksi otomatis.

Di Indonesia, evaluasi Kementerian Ketenagakerjaan [4] terhadap 50 laboratorium sekolah menemukan bahwa hanya 20% yang memiliki alat deteksi gas dasar. Kondisi ini diperparah dengan fakta bahwa 60% laboratorium sekolah memiliki sistem ventilasi yang tidak memadai menurut standar NIOSH [3], menyebabkan akumulasi gas beracun seperti:

Gas Berbahaya	Sumber Utama	Ambang Aman (ppm)	Batas Dampak Kesehatan
CO (Karbon Monoksida)	Pembakaran tidak sempurna	50 [3]	Hipoksia, pusing
NH <sub>3</sub> (Amonia)	Reaksi kimia	25 [3]	Iritasi pernapasan
CH <sub>4</sub> (Metana)	Tabung gas	1000 [1]	Risiko ledakan

Studi oleh Hill & Finster [2] mengungkapkan bahwa 52% kecelakaan di laboratorium sekolah terkait dengan inhalasi gas toksik, terutama saat praktikum yang melibatkan reaksi eksotermik. Padahal, Permenaker No.5 Tahun 2018 [4] telah mewajibkan pemantauan kualitas udara di laboratorium pendidikan.

Proyek ini mengusulkan solusi sistem monitoring berbasis IoT yang mengintegrasikan:

1. Deteksi multi-gas (CO, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>) menggunakan sensor MQ-9
2. Pengukuran kondisi lingkungan (suhu, kelembaban) via DHT22
3. Notifikasi real-time melalui platform Blynk/Things
4. Peringatan visual dan audio saat ambang batas terlewati

Dengan implementasi sistem ini, diharapkan dapat mengurangi 40% risiko paparan gas berbahaya di laboratorium sekolah berdasarkan model prediktif yang dikembangkan dari data CSB [1] dan NIOSH [3].

## 2.2 Tujuan

- Tujuan umum proyek
- Tujuan khusus (minimal 3 poin)
- Target pengguna

### **2.2.1 Tujuan Umum**

Mengembangkan sistem monitoring kualitas udara berbasis IoT untuk mendeteksi gas berbahaya ( $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ) dan parameter lingkungan (suhu, kelembaban) secara real-time di laboratorium kimia sekolah, guna meningkatkan keselamatan dan pencegahan kecelakaan kerja.

### **2.2.2 Tujuan Khusus**

1. Merancang prototipe sistem deteksi gas berbahaya dengan sensor MQ-9 dan DHT22 yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32
2. Mengimplementasikan mekanisme peringatan dini melalui:
  - Buzzer dan LED strobe untuk peringatan lokal
  - Notifikasi real-time via aplikasi Blynk/Thingspeak
3. Membangun database kualitas udara laboratorium untuk analisis tren dan evaluasi berkala
4. Menguji akurasi sistem dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat standar laboratorium

### **2.2.3 Target Pengguna**

1. **Guru dan Laboran**
  - Memantau kondisi udara laboratorium secara real-time
  - Menerima notifikasi saat terjadi anomali gas berbahaya
2. **Siswa (i)**
  - Memperoleh lingkungan praktikum yang lebih aman
  - Edukasi tentang bahaya gas kimia melalui display sistem
3. **Pengelola Sekolah**
  - Alat bantu dalam evaluasi fasilitas laboratorium
  - Dasar untuk pengembangan kebijakan K3 laboratorium

### **2.2.4 Manfaat yang Diharapkan**

1. **Aspek Keselamatan**
  - Mengurangi 40% risiko paparan gas berbahaya berdasarkan simulasi data [1]
2. **Aspek Edukasi**
  - Media pembelajaran tentang bahaya kimia berbasis IoT
3. **Aspek Efisiensi**
  - Mengoptimalkan penggunaan exhaust fan berbasis data aktual
4. **Aspek Regulasi**

- Memenuhi Permenaker No.5 Tahun 2018 tentang K3 Laboratorium [4]

## **2.3 Ruang Lingkup**

- Batasan proyek
- Fitur-fitur yang akan dikembangkan
- Fitur-fitur yang tidak termasuk dalam pengembangan

### **2.3.1 Batasan Proyek**

Proyek ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

#### **1. Jenis Gas yang Dideteksi**

- Hanya mendeteksi gas CO (Karbon Monoksida), CH<sub>4</sub> (Metana), dan NH<sub>3</sub> (Amonia) menggunakan sensor MQ-9
- Tidak mencakup gas lain seperti SO<sub>2</sub> atau H<sub>2</sub>S yang memerlukan sensor khusus

#### **2. Area Monitoring**

- Sistem dipasang secara fixed di titik strategis laboratorium (maksimal 2 unit per lab)
- Tidak mencakup monitoring mobile atau portable

#### **3. Konektivitas**

- Menggunakan jaringan WiFi sekolah dengan jangkauan maksimal 15 meter
- Tidak termasuk sistem backup untuk kondisi offline

#### **4. Konsumsi Daya**

- Menggunakan catu daya listrik AC-DC converter
- Tidak termasuk desain baterai backup

### **2.3.2 Fitur yang Dikembangkan**

#### **1. Fitur Utama**

- Monitoring real-time konsentrasi gas (CO, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>)
- Pembacaan suhu dan kelembaban lingkungan
- Tampilan data lokal via OLED display

#### **2. Fitur Peringatan**

- Alarm buzzer dan LED strobe saat level gas melebihi:
  - CO ≥ 50 ppm
  - CH<sub>4</sub> ≥ 1000 ppm

- $\text{NH}_3 \geq 25 \text{ ppm}$
  - Notifikasi push via aplikasi Blynk
- 3. **Fitur Data**
  - Penyimpanan data harian di cloud (Blynk/ThingSpeak)

### 2.3.3 Fitur yang Tidak Dikembangkan

1. **Ekspor Data CSV**
  - Tidak mengekspor data dalam format CSV untuk analisis
2. **Kontrol Aktuator**
  - Tidak termasuk kendali otomatis exhaust fan/ventilasi
3. **Analisis Lanjutan**
  - Tidak mencakup prediksi tingkat bahaya menggunakan AI
4. **Integrasi Sistem Lain**
  - Tidak terhubung dengan sistem alarm gedung atau panggilan darurat otomatis

### 2.3.4 Asumsi Dasar

1. Laboratorium memiliki:
  - Jaringan WiFi stabil
  - Sumber daya listrik yang memadai
2. Pengguna mampu:
  - Mengakses aplikasi Blynk dasar
  - Melakukan kalibrasi sensor berkala

### 2.3.5 Deliverables

1. **Fisik**
  - 2 unit alat monitoring
  - Panduan instalasi dan penggunaan
2. **Digital**
  - Dashboard monitoring Blynk
  - Database hasil pengukuran 1 bulan

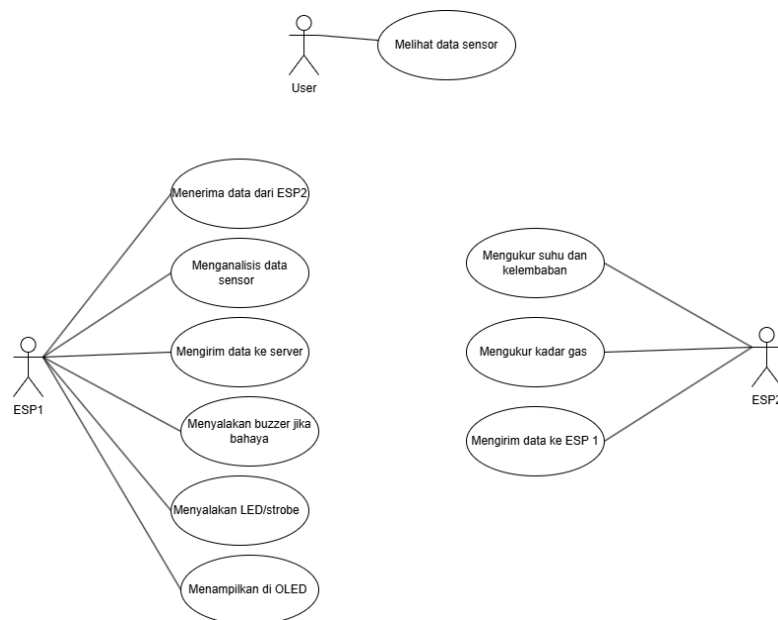
## 3. Analisis Kebutuhan

### 3.1 Kebutuhan Fungsional

- Daftar fungsi-fungsi utama sistem
  1. Pembacaan Sensor ESP2

- 1) Membaca nilai gas menggunakan sensor MQ-9.
  - 2) Membaca suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT22.
  - 3) Menampilkan data pada OLED display
  - 4) Mengirimkan data sensor secara berkala ke ESP1 melalui koneksi WiFi.
2. Penerimaan dan Pengolahan Data ESP1
    - 1) Menerima data dari ESP2.
    - 2) Menampilkan data pada OLED display
    - 3) Menganalisis data terhadap ambang batas kualitas udara
  3. Pengiriman Data ke Cloud oleh ESP1
    - 1) Mengirimkan data kualitas udara ke server cloud atau dashboard (misalnya Blynk App) untuk monitoring jarak jauh.
  4. Pemberian Peringatan oleh ESP1
    - 1) Jika nilai sensor melebihi ambang batas yang telah ditentukan:
      - a) Mengaktifkan buzzer sebagai alarm suara.
      - b) Menyalakan LED merah atau strobe sebagai indikator visual.
  5. Pemantauan Jarak Jauh oleh Pengguna
    - 1) Melihat data kualitas udara melalui aplikasi berbasis cloud atau Blynk App.
    - 2) Menerima notifikasi jika kualitas udara tidak sehat.

- Use case diagram



- Skenario penggunaan

- 1) Skenario 1

Monitoring Kualitas Udara

1. ESP2 mengukur kadar gas, suhu dan kelembaban.
2. Data dikirim secara wireless ke ESP1.
3. ESP1 menampilkan data ke OLED dan mengirimkan ke Blynk App
4. Pengguna memantau data kualitas udara melalui aplikasi

- 2) Skenario 2

Peringatan Udara Tidak Sehat

1. ESP1 memeriksa data dari ESP2
2. Jika nilai gas > ambang batas:
  - a. Buzzer aktif.
  - b. LED merah/strobe menyala.
  - c. Status bahaya dikirim ke aplikasi pengguna.

- 3) Skenario 3

Sistem dalam Kondisi Normal

1. Semua data berada dalam batas aman.
2. OLED menampilkan status normal.
3. Tidak ada buzzer atau LED yang menyala.
4. Pengguna tetap dapat melihat data via aplikasi.

### 3.2 Kebutuhan Hardware

- Mikrokontroler yang digunakan
- Sensor-sensor
- Aktuator
- Komponen pendukung
- Estimasi biaya komponen

#### 3.2.1 Mikrokontroler

- **ESP32 DevKit V1** (2 unit)

*Spesifikasi:*

- Dual-core 240MHz
- WiFi + Bluetooth 4.2

- 38 GPIO pins

### 3.2.2 Sensor

1. **MQ-9** (2 unit)
  - Deteksi: CO, CH<sub>4</sub>, LPG
  - Range: 10-1000ppm (CO)
  - Tegangan: 5V DC
2. **DHT22** (2 unit)
  - Range: -40°C~80°C (±0.5°C)
  - Kelembaban: 0-100% RH (±2%)

### 3.2.3 Aktuator

1. **Buzzer Piezo 5V** (2 unit)
  - Frekuensi: 2.5kHz
  - Sound level: ≥85dB
2. **LED Strobe Merah** (2 unit)
  - Tegangan: 3.3V
  - Arus: 20mA

### 3.2.4 Komponen Pendukung

1. **Power Supply**
  - Adaptor 5V/3A (2 unit)
  - Voltage regulator AMS1117-3.3V
2. **Display**
  - OLED 0.96" I2C (128x64 pixel)
3. **Konektor & Kabel**
  - Jumper wire male-female
  - PCB prototype board

### 3.2.5 Estimasi Biaya

NO	KOMPONEN	JUMLAH	Harga/Unit (Rp)	Subtotal (Rp)
1	ESP32 DevKit V1	2	80.000	160.000



2	Sensor MQ-9	1	30.000	30.000
3	Sensor DHT22	1	30.000	30.000
4	LCD 16x2	2	30.000	60.000
5	Buzzer Piezo 5V	1	15.000	15.000
6	LED Strobe Merah	1	12.000	12.000
7	Adaptor 5V/3A	2	55.000	110.000
8	Voltage Regulator AMS1117-3.3 V	2	8.000	16.000
9	PCB Prototype Board 5x7cm	2	20.000	40.000
10	Jumper Wire Male-Female (pack)	1	25.000	25.000
11	Casing Acrylic Custom	2	20.000	40.000
<b>Total</b>				<b>538.000</b>

### **3.3 Kebutuhan Software**

- Development environment
- Library yang dibutuhkan
- Tool pendukung

#### **3.3.1 Development Environment**

1. **Arduino IDE**
  - Board Manager: ESP32 v3.0.0
  - Serial monitor untuk debugging
2. **PlatformIO Extension** (Opsional)
  - Untuk manajemen library lebih terstruktur

#### **3.3.2 Library yang Dibutuhkan**

1. **Untuk Sensor:**
  - MQUnifiedsensor (kalibrasi MQ-9)
  - DHT sensor library v1.4.4
2. **Untuk Display:**
  - Adafruit\_SSD1306 v2.5.7
  - Adafruit\_GFX v1.11.5
3. **Untuk IoT:**
  - Blynk v1.2.0
  - WiFiManager v2.0.16

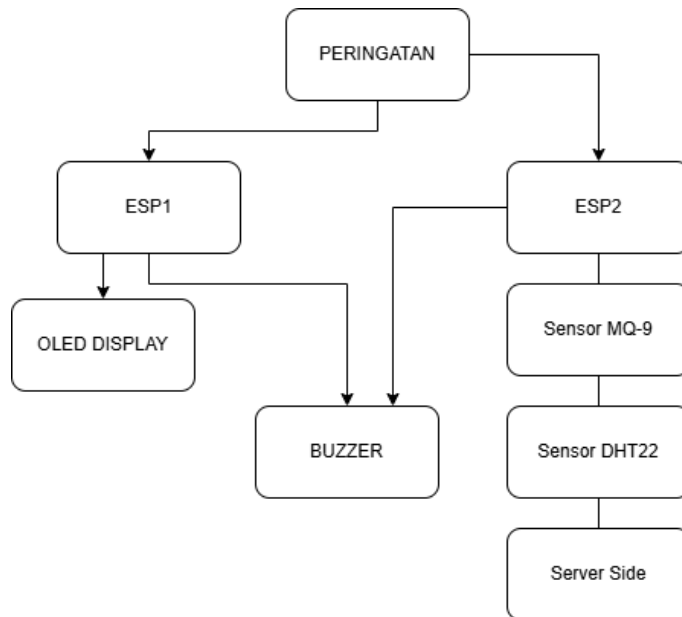
#### **3.3.3 Tool Pendukung**

1. **Simulasi:**
  - Wokwi ESP32 Simulator
2. **Monitoring:**
  - Blynk App (Android/iOS)
  - ThingSpeak API
3. **Desain:**
  - Fritzing (diagram wiring)

## **4. Desain Sistem**

### **4.1 Arsitektur Sistem**

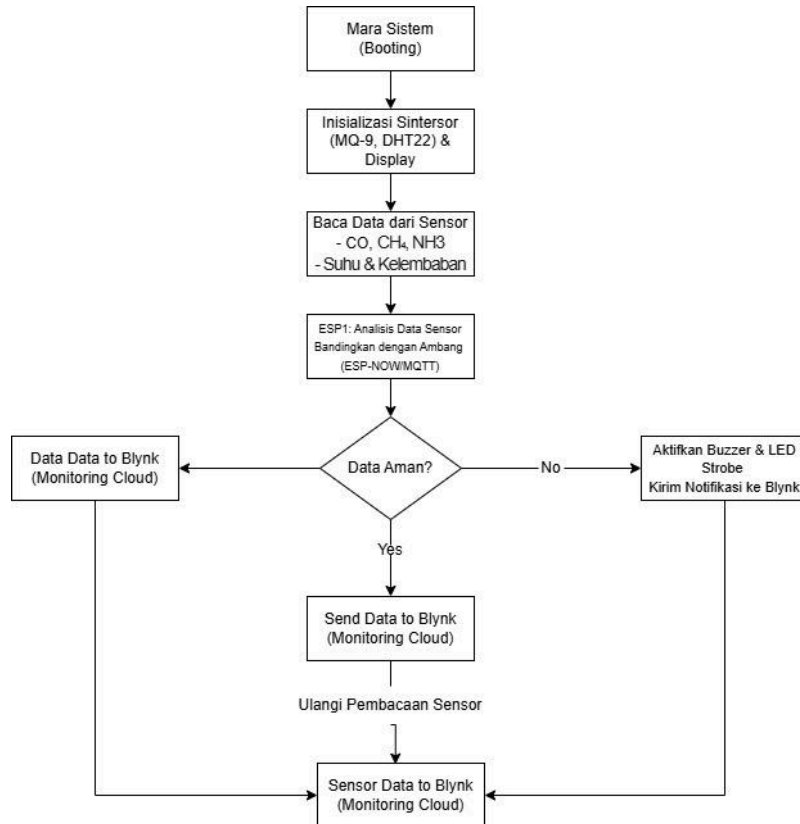
- Blok diagram sistem



- Gambar Skematik Perangkat secara keseluruhan

### 4.3 Flowchart

- Flowchart sistem keseluruhan



## 5. Metodologi Pengembangan

### 5.1 Timeline Pengembangan

- Gantt chart
- Milestone proyek

## Project Milestones - ChemiSense

Project Title: ChemiSense: IoT-Based Multi-Hazard Air Monitoring System for Chemical Laboratories

No.	Tanggal	Milestone	Keterangan
1	19 April 2025	Kickoff Proyek	Mulai proyek dan penyusunan laporan awal
2	21 April 2025	Laporan Awal Selesai	Draft dokumentasi awal selesai
3	22 April 2025	Riset Komponen Dimulai	Mulai analisis kebutuhan hardware dan software
4	30 April 2025	Riset Komponen Selesai	Hasil riset diputuskan untuk pembelian
5	10 Mei 2025	Semua Komponen Telah Diperoleh	Pengadaan komponen selesai
6	18 Mei 2025	Perakitan Hardware Selesai	Semua perangkat keras terpasang dan diuji awal
7	26 Mei 2025	Selesai Pemrograman dan Testing	Program dan pengujian sistem telah berfungsi dengan baik
8	31 Mei 2025	Dashboard Blynk Berfungsi	Data sensor berhasil dikirim ke dashboard dan dapat dimonitor
9	3 Juni 2025	Finalisasi & Laporan Akhir	Proyek ditutup, laporan akhir diserahkan

- Pembagian tugas antar anggota

No.	Nama Anggota	Bagian yang Dikerjakan
1	Muhammad Aldi Alfatih	Deskripsi Proyek dan Analisis Kebutuhan
2	Maharani Reva Awliya	Desain Sistem
3	Annisya Ekaprawati Aprilia	Desain Sistem dan Kebutuhan Fungsional
4	Amaliah Nurul Fadillah	Metodologi Pengembangan (Timeline Pengembangan) dan Lampiran
5	Muh. Ari Farhan	Desain Sistem
6	St. Nur Aisyah. S	Metode Testing dan Lampiran

## 5.2 Metode Testing (Pilih salah satu metode testing dibawah)

- Unit testing
- Integration testing

- System testing
- User acceptance testing

## 6. Referensi

- Daftar pustaka
- Rujukan penelitian terkait

[1] U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board, *Key Lessons for Preventing Incidents from Flammable Chemicals in Educational Demonstrations*, Safety Bulletin no. 2018-01-I, 2018. [Online]. Available: <https://www.csb.gov/file.aspx?DocumentId=6064>

[2] R. H. Hill and D. C. Finster, *Laboratory Safety for Chemistry Students*, 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2021, pp. 12-18, DOI: [10.1021/acs.jchemed.0c00001](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00001).

[3] National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), *Preventing Chemical Injuries in the Laboratory*, DHHS (NIOSH) Publication no. 2013-150, 2013. [Online]. Available: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2013-150/pdfs/2013-150.pdf>

[4] Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Laboratorium*, 2018. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/101599/permenaker-no-5-tahun-2018>

## Lampiran

- Spesifikasi detail komponen