

***RULE BASED SYSTEM UNTUK MONITORING GAS  
AMMONIA BERBASIS INTERNET OF THINGS***

**Skripsi  
untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1 Program Studi  
Teknik Komputer**



**ALFIANDIKA ARIF PRATAMA  
1903010013**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER  
FAKULTAS SAINS TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH LAMONGAN  
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

*RULE BASED SYSTEM UNTUK MONITORING GAS  
AMMONIA BERBASIS INTERNET OF THINGS*

Oleh:

**Alfiandika Arif Pratama**


**1903010013**

Telah diujikan dan dinyatakan lulus skripsi pada tanggal 8 Agustus 2023 oleh tim penguji Program Studi Teknik Komputer Fakultas Sains, Teknologi, dan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Lamongan.

Lamongan, 8 Agustus 2023  
Menyetujui,

**Pembimbing I**


**Penguji I**


  
Muhammad Shodiq, S.Kom., M.Kom  
NIDN. 0721099401

  
Mala Rosa Apriliya, S.Kom., M.Kom  
NIDN. 0701049502

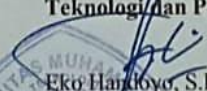
**Pembimbing II**

**Ketua Program Studi  
Teknik Komputer**

  
Heri Ardiansyah, S.T., M.T  
NIDN. 0715128001

  
Mufti Ari Bianto, S.Kom., M.Kom  
NIDN. 0710069501

**Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains  
Teknologi dan Pendidikan**

  
Eko Harjoto, S.Kom., M.Kom  
NIDN. 0717029104

**PERNYATAAN PERSETUJUAN**  
**PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademis Universitas Muhammadiyah Lamongan, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Alfiandika Arif Pratama  
NIM : 1903010013  
Program Studi : S1 Teknik Komputer  
Fakultas : Sains, Teknologi dan Pendidikan  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Lamongan Hak bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

***RULE BASED SYSTEM UNTUK MONITORING GAS AMMONIA***  
***BERBASIS INTERNET OF THINGS***

beserta perangkat yang ada. Dengan Hak bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Teknik Komputer Fakultas Sains, Teknologi dan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Lamongan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dibuat di : Lamongan  
Pada tanggal : 8 Agustus 2023

Yang menyatakan

  
Alfiandika Arif Pratama  
1903010013

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT. Yang telah memberikan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini. Sholawat dan salam dilimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Dan semoga kita semua menerima syafaatnya di hari akhir, Aamiin. Dalam setiap langkah saya berusaha semaksimal mungkin untuk mewujudkan harapan-harapan yang saya impikan sebagai ungkapan terima kasih, saya ingin mempersembahkan skripsi ini untuk :

1. Bapak Eko Handoyo, S.Kom., M.Kom selaku Dekan Fakultas Sains, Teknologi dan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Lamongan.
2. Bapak Mufti Ari Bianto, S.Kom., M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Universitas Muhammadiyah Lamongan.
3. Muhammad Shodiq, S.Kom., M.Kom selaku Dosen Pembimbing I Skripsi yang telah memberikan pengarahan kepada penulis dalam penulisan.
4. Bapak Heri Ardiansyah, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II Skripsi yang telah memberikan pengarahan kepada penulis dalam penulisan.
5. Orang Tua yang selalu memberikan dukungan materi, moral, dan doa yang tak putus untuk penulis. Terima kasih untuk semua pengorbanan, perhatian, dan kasih sayang yang diberikan selama ini.
6. Seluruh pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Peneliti menyadari sepenuhnya atas keterbatasan yang ada, kemampuan, pengetahuan, waktu, pengalaman, maupun literatur yang tersedia maka tentunya semua ini jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sebagai perbaikan dimasa yang akan datang.

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
ABSTRAK .....	xi
<i>ABSTRACT</i> .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 <i>Ammonia</i> .....	8
2.2.2 <i>Sistem Monitoring</i> .....	11
2.2.3 <i>Sensor MQ-135</i> .....	12
2.2.4 <i>Internet of Things (IoT)</i> .....	13
2.2.5 <i>Sistem Berbasis Aturan (Rule Based)</i> .....	14
2.2.6 <i>Arduino Integrated Development Environment (IDE)</i> .....	15
2.2.7 <i>Mikrokontroler ESP32</i> .....	17
2.2.8 <i>Hypertext Markup Language (HTML)</i> .....	18
2.2.9 <i>Cascading Style Sheets (CSS)</i> .....	19

2.2.10	Metode <i>Waterfall</i> .....	20
2.2.11	<i>Object Oriented Analysis and Design (OOAD)</i> .....	22
2.2.12	<i>Use Case Diagram</i> .....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		24
3.1	Bahan dan Alat Penelitian .....	24
3.1.1	Bahan Penelitian.....	24
3.1.2	Alat Penelitian .....	24
3.2	Prosedur Penelitian.....	25
3.2.1	Identifikasi Masalah .....	26
3.2.2	Desain Sistem.....	26
3.2.3	Implementasi .....	26
3.2.4	Pengujian.....	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		27
4.1	Hasil Penelitian .....	27
4.1.1	Identifikasi Masalah .....	27
4.1.2	Desain Sistem.....	28
4.1.3	Implementasi .....	39
4.2	Pengujian.....	45
4.2.1	Analisa Sistem.....	45
BAB V PENUTUP .....		49
5.1	Kesimpulan .....	49
5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....		51
LAMPIRAN .....		57

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sensor MQ-135 (Sucipto dkk., 2023) .....	12
Gambar 2.2 <i>Arduino</i> IDE (Ahmad dkk., 2023).....	16
Gambar 2.3 Mikrokontroler ESP32 .....	17
Gambar 2.4 Metode <i>Waterfall</i> (Satria dan Ardiansyah, 2023) .....	21
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian.....	25
Gambar 4.1 <i>Use Case Diagram</i> .....	29
Gambar 4.2 Blok Diagram .....	30
Gambar 4.3 <i>Flowchart</i> Sistem .....	31
Gambar 4.4 <i>Flowchart Rule Based Sensor</i> .....	33
Gambar 4.5 Denah Alat.....	36
Gambar 4.6 Rancangan Alat .....	37
Gambar 4.7 Rancangan Antarmuka .....	38
Gambar 4.8 Sensor MQ-135 dan Mikrokontroler ESP32 yang tidak aktif.....	41
Gambar 4.9 Sensor MQ-135 dan Mikrokontroler ESP32 yang aktif.....	41
Gambar 4.10 Implementasi Antarmuka (Nilai, Status dan Saran).....	42
Gambar 4.11 Implementasi Antarmuka (Grafik) .....	43
Gambar 4.12 Kode Implementasi Antarmuka ( <i>Arduino IDE</i> ).....	44
Gambar 4.13 Kode Implementasi Antarmuka ( <i>HTML</i> ) .....	45



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Konsentrasi Gas <i>Ammonia</i> (Justiani, 2021) .....	9
Tabel 2.2 Simbol <i>Use Case Diagram</i> (Finandhita, 2018).....	23
Tabel 4.1 Komponen Perangkat Keras.....	40
Tabel 4.2 Jarak Sensor MQ-135 Sejauh 5 cm dari Sumber Gas <i>Ammonia</i> . .....	46
Tabel 4.3 Jarak Sensor MQ-135 Sejauh 10 cm dari Sumber Gas <i>Ammonia</i> .....	47
Tabel 4.4 Jarak Sensor MQ-135 Sejauh 20 cm dari Sumber Gas <i>Ammonia</i> .....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Tempat Penelitian (TPS Tambakboyo) .....	57
Lampiran 2. <i>Code System</i> (Sketch Arduino IDE).....	57
Lampiran 3. <i>Code System</i> (HTML Arduino IDE).....	59

***RULE BASED SYSTEM UNTUK MONITORING GAS AMMONIA  
BERBASIS INTERNET OF THINGS***

**ABSTRAK**

Tempat penampungan sampah merupakan tempat dimana benda akan dibuang, beragam jenis sampah terkumpul pada satu tempat, sehingga menghasilkan bau menyengat yang disebabkan tumpukan sampah tersebut, peneliti melihat bahwa kondisi udara pada tempat penampungan sampah tersebut ditakutkan akan berdampak pada masyarakat sekitar. Dalam penelitian ini dibuatlah sebuah sistem *monitoring* yang mengirim data tentang kadar gas *ammonia* pada tempat penampungan sampah di Tambakboyo. Sistem *monitoring* gas *ammonia* ini menggunakan sensor MQ-135 dengan Mikrokontroler ESP32 sebagai *board* untuk memproses data dari *input* sensor, data tersebut kemudian akan dikirim pada *sketch Arduino IDE* untuk di proses menggunakan metode *rule based* guna untuk menentukan batasan-batasan terhadap nilai kadar gas *ammonia*, data yang telah diolah akan dikirim kembali ke Mikrokontroler ESP32 guna untuk ditampilkan pada *website* sederhana dengan harapan pengguna dapat dengan mudah memahami kondisi kadar gas *ammonia* tersebut secara aktual. Dari hasil sistem yang telah dibuat, pengguna dapat dengan mudah memahami data yang telah dihimpun oleh sensor dan ditampilkan pada *website* dengan fitur grafik yang *real-time*. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa, sistem *monitoring* ini telah berjalan sesuai rencana dan relevan terhadap tujuan penelitian ini, sehingga dapat dipertanggung jawabkan kekuatannya.

**Kata Kunci :** Mikrokontroler ESP32, MQ-135, Sensor *Ammonia*

## ***A RULE-BASED SYSTEM FOR MONITORING AMMONIA GAS BASED ON THE INTERNET OF THINGS***

### ***ABSTRACT***

*The garbage dump is a place where objects will be disposed of, various types of garbage are collected in one place, resulting in a pungent odor caused by the pile of garbage, researchers see that the air conditions in the garbage dump are feared to have an impact on the surrounding community. In this study, a monitoring system was created that sends data about ammonia gas levels at the garbage dump in Tambakboyo. This ammonia gas monitoring system uses an MQ-135 sensor with an ESP32 Microcontroller as a board to process data from sensor input, the data will then be sent to the Arduino IDE sketch to be processed using the rule-based method in order to determine the limits to the value of ammonia gas levels, the data that has been processed will be sent back to the ESP32 Microcontroller to be displayed on a simple website in the hope that users can easily understand the actual condition of ammonia gas levels. From the results of the system that has been made, users can easily understand the data that has been collected by the sensor and displayed on the website with real-time graphic features. Based on this, it can be concluded that this monitoring system has run according to plan and is relevant to the objectives of this research, so that it can be accounted for its accuracy.*

***Keywords : ESP32 Microcontroller, MQ-135, Ammonia Sensor***

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tempat Pembuangan Sampah (TPS) Tambakboyo merupakan nama lain dari TPS Tambakrigadung di Lamongan. TPS ini terletak pada Jl. Raya Jatirejo, Tuwiri, Tambakrigadung, Kec. Tikung, Kab. Lamongan, Jawa Timur. TPS Tambakboyo selama ini menjadi tempat akhir pembuangan sampah masyarakat di kota Lamongan dari total jumlah 16 TPS yang tersebar di beberapa lokasi.

Rata-rata jumlah timbunan sampah di Kota Lamongan yang terangkut ke TPS Tambakrigadung mencapai 82,8 m<sup>3</sup>/hari, dengan total timbunan sampah di Kota Lamongan mencapai rata-rata kurang lebih 105,4 m<sup>3</sup>/hari (Jannah, 2021), sehingga menghasilkan banyak gas beracun. Gas-gas yang dihasilkan di TPS diantaranya *Ammonia* (NH<sub>3</sub>), *Carbon Dioxide* (CO<sub>2</sub>), *Carbon Monoxide* (CO), *Hydrogen* (H<sub>2</sub>), *Hydrogen Sulfide* (H<sub>2</sub>S), *Methane* (CH<sub>4</sub>), *Nitrogen* (N<sub>2</sub>), dan *Oxide* (O<sub>2</sub>) dan gas beracun lainnya (Dwicahyo, 2017). Hal ini dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat sekitar.

*Ammonia* (NH<sub>3</sub>) merupakan salah satu gas kimia (Brightling, 2018) dan bahan baku industri (Bianto dkk., 2023), dengan total produksi dunia mencapai 3300 *metric ton per day* (MTPD) (Brightling, 2018). Gas *ammonia* tidak berwarna, beracun dan memiliki bau yang menyengat sehingga bisa membahayakan tubuh manusia (Siswanti dan Suryono, 2016). *Ammonia* dihasilkan dari siklus *nitrogen* sampah organik yang diurai oleh *mikroorganisme*, dan kandungan bakteri yang biasa terdapat pada sampah yaitu bakteri *heterotrof*, yaitu bakteri yang memanfaatkan sampah organik atau sisa-sisa organisme sebagai sumber energi, termasuk bakteri *nitrit* (*nitrosococcus*), bakteri nitrifikasi (*nitrobacter*) dan spesies jenis *clostridium* di samping organisasi pembusuk utama, yang memiliki peran dalam memecah asam amino dalam protein organisme, baik limbah hewan maupun tumbuhan dalam senyawa *ammonia* maka sampah sangat cenderung menimbulkan penyakit terutama terhadap manusia yang erat kaitannya dengan sampah, yang paling dekat adalah pemulung sampah di

TPS (Utami, 2022). Batas konsentrasi tertinggi seseorang yang terpapar *ammonia* selama 8 jam per hari adalah 25 *part per million* (ppm), dan 35 ppm untuk batas konsentrasi terpapar *ammonia* selama 15 menit (Arganata, 2017). Status gas *ammonia* dikatakan aman jika nilai konsentrasinya sebesar kurang dari 5 ppm (<5 ppm), status waspada jika konsentrasinya antara 5 sampai 20 ppm, dan status berbahaya jika nilai kadar lebih dari 20 ppm (Ashari dkk., 2019).

*Internet of Things* merupakan sebuah teknologi yang memungkinkan untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga dimungkinkan adanya mesin untuk saling berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen (Permana, 2018).

Hasil dari penelitian yang berjudul Penerapan *Internet of Things* (IoT) Pada Sistem *Monitoring* Penggunaan Air PDAM Rumah Tangga. Dalam penelitian tersebut pengawasan terhadap penggunaan air yang digunakan masyarakat dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari sejak lama dilakukan secara manual, pihak PDAM tidak menginginkan terjadinya kemungkinan *miss information* terhadap penggunaan air yang digunakan masyarakat sehari-hari, maka PDAM berinisiatif untuk membuat Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Penggunaan Air PDAM menggunakan teknologi *Internet of Things* dengan menggunakan *water flow sensor*. Penggunaan *Real Time Clock* (RTC) merupakan perangkat keras yang diperuntukkan untuk menentukan sebuah tanggal dan waktu pada tampilan aplikasi BLYNK, diolah lewat Mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan pada *Liquid Crystal Display* (LCD) sebagai *output* pemakaian saat ini serta tagihan yang harus dibayar. Hasil data yang sudah diolah akan dikirim kedalam *web server* BLYNK dan dapat dilihat melalui aplikasi BLYNK pada *smartphone android*. Nilai *error* dari hasil pembacaan *water flow sensor* 1% yang artinya tingkat akurasi sebesar 99%, sedangkan data hasil pembacaan sistem penghitung biaya penggunaan air PDAM tidak terdapat kesalahan (*error*) sehingga akurasi datanya mencapai 100%.

Berdasarkan masalah tersebut, penulis tertarik untuk membuat sistem “*Ruled Based System Untuk Monitoring Gas Ammonia Berbasis Internet of Things*”,

sehingga pada penelitian ini akan menghasilkan sebuah sistem informasi dalam bentuk *web* yang dapat memberikan informasi kadar gas *ammonia* ( $\text{NH}_3$ ) secara *real-time* dan *online*. Harapan kedepannya mengenai analisa yang dihasilkan dari penelitian ini dapat menyajikan nilai kadar gas *ammonia* dalam visual grafik yang *real-time* dan memberikan notifikasi bahaya jika kadar *ammonia* berada di atas ambang batas aman, sehingga tidak sampai menimbulkan bencana keracunan gas beracun secara massal.

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dirumuskan berdasarkan latar belakang tersebut adalah:

1. Bagaimana cara mendapatkan informasi data kadar gas *ammonia* pada TPS Tambakboyo secara *real-time* dalam bentuk visual grafik?
2. Bagaimana mengolah informasi data yang didapatkan dari sensor yang digunakan untuk *monitoring* gas *ammonia* pada TPS Tambakboyo tersebut?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan menjadi lebih jelas dan terarah. Maka, diperlukan beberapa batasan masalah seperti berikut:

1. *Monitoring* yang dilakukan hanya berfokus pada TPS Tambakboyo, Lamongan.
2. *Monitoring* yang dilakukan pada TPS Tambakboyo hanya berfokus pada unsur gas *ammonia*.
3. *Monitoring* yang dilakukan hanya menggunakan 1 (satu) sensor yaitu sensor gas *ammonia* MQ-135.
4. Pendeteksian data kadar gas *ammonia* yang berada di lokasi penelitian hanya dilakukan selama 5 detik sekali.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dari rumusan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat sistem data kadar gas *ammonia* pada TPS Tambakboyo secara *real-time* dalam bentuk visual grafik.

2. Mengolah informasi data yang di dapatkan dari sensor yang digunakan untuk *monitoring* gas *ammonia* pada TPS Tambakboyo tersebut.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian yang dilakukan pada TPS Tambakboyo:

1. Dapat mengetahui data informasi kadar gas *ammonia* pada TPS Tambakboyo.
2. Dapat digunakan untuk pengetahuan tambahan bagi masyarakat sekitar akan bahaya kadar gas *ammonia* pada TPS Tambakboyo.
3. Dapat dijadikan sebagai referensi penelitian selanjutnya.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Dalam penelitian berjudul Analisis Risiko Paparan Gas *Ammonia* (NH<sub>3</sub>) Pada Pekerja Pabrik Tahu di Desa Sepande, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo Tahun 2018 (Prasetya dkk., 2019) yang membahas tentang paparan gas *ammonia* yang terpapar pada para pekerja pabrik tahu. Desa Sepande, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo memiliki jumlah industri tahu sebanyak 4 (empat) industri dengan total 25 pekerja. Dengan banyaknya industri tahu di Desa Sepande, maka memungkinkan konsentrasi dari gas *ammonia* juga meningkat. Efek yang ditimbulkan akibat paparan *ammonia* akan merugikan bagi kesehatan, terutama bagi para pekerja pabrik tahu. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis risiko paparan gas *ammonia* pada pekerja pabrik tahu di Desa Sepande, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo Tahun 2018 menggunakan pendekatan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) dengan langkah-langkah identifikasi bahaya, analisis dosis respon, analisis paparan dan karakterisasi risiko. Tingkat risiko dikatakan aman bila *Risk Quotien* (RQ)  $\leq 1$ , dan tingkat risiko dikatakan tidak aman bila RQ  $> 1$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi gas *ammonia* 44,5 mg/m<sup>3</sup>, konsentrasi tertinggi 90,4 mg/m<sup>3</sup>, konsentrasi terendah 11,2 mg/m<sup>3</sup>. Lingkungan fisik udara didapatkan rata-rata suhu udara 31°C, rata-rata kelembaban udara 59,5%, rata-rata kecepatan angin 1,18 m/s dan arah angin saat pengukuran berhembus dari arah Barat dan Timur. Agen yang berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada pekerja pabrik tahu adalah gas *ammonia* di udara ambien yang bersumber dari limbah cair tahu yang terurai oleh *mikroorganisme*, serta didapatkan sebanyak 56% pekerja pabrik tahu memiliki riwayat gangguan saluran pernafasan. Dosis respon gas *ammonia* adalah 5x10-1 mg/m<sup>3</sup>. Seluruh pekerja pabrik tahu didapatkan nilai RQ  $> 1$ . Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tingkat risiko paparan gas *ammonia* pada pekerja pabrik tahu adalah tidak aman dan berisiko mengalami gangguan saluran pernapasan. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis

adalah penulis menggunakan *Rule Based System* (RBS) sebagai perbedaan mendasar untuk memecahkan sebuah masalah dengan aturan menggunakan *If-Then rule* sebagai representasi pengetahuan paling umum yang digunakan dalam sistem pakar.

Hasil dari penelitian yang berjudul Penerapan *Internet of Things* (IoT) Pada Sistem *Monitoring* Penggunaan Air PDAM Rumah Tangga (Gunawan dkk., 2023) penelitian ini bertujuan untuk pemantauan dan mendeteksi penggunaan air yang digunakan masyarakat dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Air merupakan sumber kehidupan yang sangat diperlukan oleh makhluk hidup. Banyak masyarakat yang sudah beralih menggunakan air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) untuk memenuhi kehidupan air sehari-hari, sehingga dalam proses pendistribusian tersebut pihak PDAM membutuhkan proses pengecekan atau pencatatan oleh petugas dalam penggunaan jumlah penggunaan air yang dialirkan ke masing-masing pelanggan. Hal ini menimbulkan permasalahan yaitu sering terjadinya ketidaksesuaian antara banyaknya pemakaian air dan biaya yang harus dibayar dan dalam meter air yang digunakan PDAM juga masih bersifat analog sehingga data pemakaian air sulit diketahui oleh pelanggan. Maka dibutuhkan sebuah alat untuk memudahkan pihak PDAM dan pelanggan air PDAM dalam melakukan *monitoring* penggunaan air sekaligus jumlah pembayarannya. Alat tersebut berupa sebuah Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Penggunaan Air PDAM menggunakan teknologi *Internet of Things* dengan menggunakan *water flow sensor* yang akan mendeteksi penggunaan air yang digunakan, *Real Time Clock* (RTC) untuk menentukan sebuah tanggal dan waktu dalam tampilan aplikasi BLYNK, diolah lewat Mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan pada *Liquid Crystal Display* (LCD) sebagai *output* pemakaian saat ini serta tagihan yang harus dibayar. Hasil data yang sudah diolah akan dikirim kedalam *web server* BLYNK dan dapat dilihat melalui aplikasi BLYNK pada *smartphone android*. Nilai *error* dari hasil pembacaan *water flow sensor* 1% yang artinya tingkat akurasi sebesar 99%, sedangkan data hasil pembacaan sistem penghitung biaya penggunaan air PDAM tidak terdapat kesalahan (*error*) sehingga akurasi datanya mencapai 100%.

Hasil dari penelitian dengan judul Pemanfaatan Teknologi *Internet of Things* (IoT) Pada Bidang Pertanian (Sandi dan Fatma, 2023) dengan tujuan untuk membantu masyarakat dalam peningkatan kualitas dan kuantitas di bidang pertanian. Kemajuan teknologi di era saat ini membuat bermacam-macam hal wajib mengutamakan efisiensi serta kemudahan dalam melaksanakan pekerjaan yang sering dilakukan tiap hari, hal itu menjadikan banyak manusia menghasilkan bermacam jenis teknologi yang otomatis dan dapat membantu memudahkan pekerjaan serta efisien terhadap waktu. IoT merupakan sebuah teknologi yang dibangun untuk memberikan kemudahan didalamnya, dengan memungkinkan kita dapat terhubung dengan alat melalui internet. Sektor pertanian merupakan sumber penghasilan yang cukup memberikan dampak besar bagi perekonomian di Indonesia, contohnya seperti padi, jagung, kelapa sawit, lada, kopi, teh dan lain-lain. Hasil dari penulisan karya ilmiah ini adalah gambaran mengenai apa saja pemanfaatan teknologi IoT di bidang pertanian yang nantinya dapat membantu masyarakat untuk meningkatkan hasil dan kualitas pertaniannya.

Hasil dari penelitian dengan judul Penerapan Sistem *Monitoring* dan *Controlling* Pada Keamanan Brankas Berbasis *Internet of Things* (IoT) (Nudin dan Wisjhnuadji, 2023) penelitian ini bertujuan untuk keamanan dalam brankas barang-barang berharga. Kasus pencurian terhadap barang berharga semakin meningkat, terutama menyimpan barang berharga di dalam brankas. Mengantisipasi tindakan pencurian pada brankas, diperlukan keamanan dengan sistem terintegrasi. Metode yang digunakan yaitu menggunakan sistem *Internet of Things* sebagai komunikasi antar sistem yang bisa *monitoring* dan *controlling* sistem keamanan brankas. Hasil penelitian pada sistem keamanan brankas ini adalah mampu melindungi barang berharga yang disimpan pada sistem brankas ini dari pencuri maupun dari orang yang tidak bertanggung jawab.

Hasil dari penelitian dengan judul Kunci Pintu Berbasis *Internet of Things* (IoT) (Kurniawan, 2023) penelitian ini bertujuan untuk pengendali kunci pintu rumah Pengendalian Kunci Pintu Rumah menggunakan berbasis *Internet of Things* merupakan pengembangan kunci pintu rumah yang didukung dengan teknologi *cloud computing* sebagai penyimpan data. Dibuatnya alat pengendali

kunci pintu rumah, guna meminimalisir terjadinya perampokan, pencurian, dan pembobolan rumah, juga memberi kemudahan untuk tidak perlu lagi membawa kunci. Metode pengembangan yang ada pada sistem ini adalah menggabungkan teknologi NodeMCU ESP8266, *Smartphone* dan *Wireless Fidelity (WiFi)* yang digunakan untuk menyimpan data secara *online* di <http://192.158.4.1/L>. ESP32 mampu melakukan komunikasi dengan jalur komunikasi jaringan *internet*. *Smartphone* digunakan sebagai pengendali dan *WiFi* digunakan sebagai penghubung, alat ini menerapkan kaidah *Internet of Things*.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Ammonia

*Ammonia* ( $\text{NH}_3$ ) merupakan sebuah molekul gas yang relatif stabil dan tidak berwarna pada suhu biasa, dengan titik didih  $-33^\circ\text{C}$ . Gas *ammonia* merupakan molekul gas yang bobotnya lebih ringan daripada udara dengan kepadatan molekul gas sekitar 0,6 kali lipat lebih padat daripada udara pada kondisi suhu yang sama (Brigden dan Stringer, 2000). Batas konsentrasi tertinggi seseorang yang terpapar *ammonia* selama kurang lebih 8 jam per hari adalah 25 ppm, dan 35 ppm untuk batas konsentrasi terpapar *ammonia* selama kurang lebih 15 menit (Arganata, 2017). Status gas *ammonia* dikatakan aman jika nilai konsentrasinya sebesar kurang dari 5 ppm (Ashari dkk., 2019). *Ammonia* bersifat sangat beracun bahkan dalam konsentrasi rendah (Puspita dkk, 2014). Apabila terjadi kontak langsung antara mata dan gas *ammonia*, dapat mengakibatkan iritasi yang serius bahkan hingga menyebabkan kebutaan permanen. Selain itu, paparan langsung gas *ammonia* pada permukaan kulit berisiko menyebabkan luka bakar serius, yang umumnya dikenal sebagai (*frostbite*). Kondisi ini mengakibatkan kerusakan jaringan kulit dan memerlukan penanganan segera untuk mencegah dampak yang lebih parah. (Firdaus, 2018). Berikut ini merupakan urutan konsentrasi gas *ammonia* dan status bahayanya, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Konsentrasi Gas *Ammonia* (Justiani, 2021)

<b>Konsentrasi Gas <i>Ammonia</i>/part per million (ppm)</b>	<b>Status</b>	<b>Keterangan Bahaya</b>
1 - 10	Sangat Aman	Semula tidak tercium bau, hingga tercium bau
11 - 20	Normal	Batas maksimal paparan kebauan gas <i>ammonia</i> di area pemukiman secara terus menerus (24 jam) KepMen LH No. 50/MENLH/11/1996
21 - 25	Batas Aman Minimal	Nilai ambang batas yang dapat diterima (batas maksimal) paparan di area kerja 8 jam, Surat Edaran Menaker No.02/MENAKER/1978
26 - 50	Batas Aman Maksimal	Bau dapat ditandai, pada umumnya tidak menimbulkan dampak.
51 - 100	Sedang	Mengakibatkan iritasi ringan pada mata, hidung dan tenggorokan, toleransi dapat terjadi dalam 1-2 minggu tanpa memberikan dampak

Tabel 2.1 Konsentrasi Gas *Ammonia* (lanjutan)

<b>Konsentrasi Gas <i>Ammonia</i>/part per million (ppm)</b>	<b>Status</b>	<b>Keterangan Bahaya</b>
101 - 140	Batas Sedang Minimal	Mengakibatkan iritasi tingkat menengah pada mata, tidak menimbulkan dampak yang lebih parah selama kurang dari 2 jam
141 - 400	Batas Sedang Maksimal	Mengakibatkan iritasi tingkat menengah pada tenggorokan
401 - 500	Risiko	Kadar yang memberikan dampak bahaya langsung pada kesehatan - 700 ppm, bahaya tingkat menengah pada mata
501 - 1000	Waspada	Dampak langsung pada jalan pernapasan
1001 - 1700	Batas Waspada Minimal	Mengakibatkan <i>laryngospasm</i>
1701 - 2500	Batas Waspada Maksimal	Berakibat fatal setelah pemaparan selama setengah jam

Tabel 2.1 Konsentrasi Gas *Ammonia* (lanjutan)

<b>Konsentrasi Gas Ammonia/part per million (ppm)</b>	<b>Status</b>	<b>Keterangan Bahaya</b>
2501 - 4999	Berbahaya	Mengakibatkan <i>nekrosis</i> dan kerusakan jaringan permukaan jalan pernapasan, sakit pada dada, edema paru, dan <i>bronchospasm</i>
5000	Fatal	Berakibat fatal dapat menyebabkan kematian mendadak

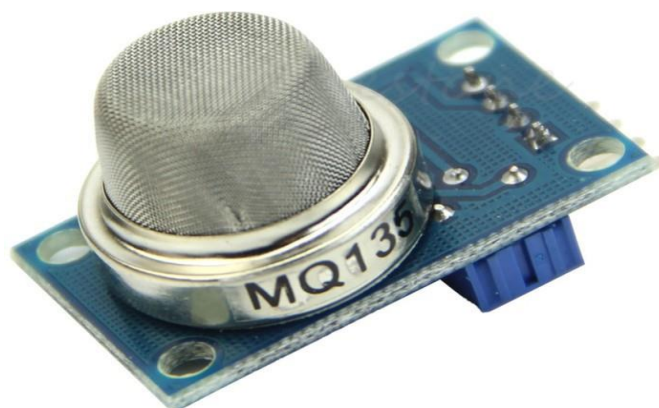
### 2.2.2 Sistem *Monitoring*

Sistem *monitoring* merupakan suatu proses yang dilakukan secara terus menerus dan merupakan bagian yang bersifat integral dari sebuah manajemen yang meliputi penilaian yang bersifat sistematis akan kemajuan suatu pekerjaan (Mudjahidin dan Putra, 2012). Sistem *monitoring* atau sistem pengawasan merupakan suatu usaha yang sistematis untuk menetapkan kinerja standar pada perencanaan untuk merancang sistem umpan balik suatu informasi, untuk membandingkan kinerja aktual dengan standar yang telah ditentukan, untuk menetapkan apakah telah terjadi suatu penyimpangan tersebut, serta untuk mengambil tindakan perbaikan yang diperlukan untuk menjamin bahwa semua sumber daya perusahaan atau organisasi telah digunakan seefektif dan seefisien mungkin guna untuk mencapai tujuan perusahaan atau organisasi tersebut (Widiastuti dan Susanto, 2014). Sistem *monitoring* merupakan penilaian yang sistematis dan terus menerus dilakukan terhadap kemajuan suatu pekerjaan (Hutahaen, 2015). Sistem *monitoring* merupakan suatu proses untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber daya yang ada (Haryanto dan Permata, 2016). Sistem *monitoring* merupakan penilaian secara berkelanjutan terhadap sebuah fungsi dari kegiatan-kegiatan program dalam hal jadwal penggunaan *input*

atau *output* oleh kelompok sasaran yang berkaitan dengan harapan yang telah direncanakan (Panggabean dkk., 2017).

### 2.2.3 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 merupakan salah satu jenis sensor kimia yang sensitif terhadap senyawa-senyawa kimia dari *Ammonia* ( $\text{NH}_3$ ), *Nitrogen Oxide* ( $\text{NO}_x$ ), *Alcohol* (-OH), *Benzene* ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), Asap (CO), *Carbon Dioxide* ( $\text{CO}_2$ ), dan lain sebagainya (Rosa dkk., 2020). Sensor MQ-135 merupakan alat elektronik yang dapat menghasilkan sinyal listrik sebagai fungsi terhadap interaksi dari senyawa kimia, dalam hal ini targetnya adalah gas atau uap senyawa organik (Gumelar dkk., 2017). Bentuk sensor MQ-135 dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sensor MQ-135 (Sucipto dkk., 2023)

Sensor MQ-135 merupakan salah satu sensor gas yang memiliki konduktivitas rendah jika berada di lingkungan udara yang bersih atau udara normal. Konduktivitas sensor akan naik seiring dengan kenaikan konsentrasi gas (Syahputra, 2020). Sensor MQ-135 menunjukkan konduktivitas yang lebih rendah ketika berada dalam udara yang bersih atau normal. Namun, saat gas yang mudah terbakar hadir, sensor ini akan mengalami peningkatan konduktivitas seiring dengan meningkatnya konsentrasi gas tersebut. Proses ini memungkinkan sensor untuk dengan akurat mendeteksi perubahan kualitas udara dan mengenali adanya ancaman potensial akibat konsentrasi gas yang lebih tinggi. (Aggarwal dkk.,



2018). Maka dari itu, pengujian tingkat akurasi sangat dibutuhkan (Aprillya dan Chasanah, 2022; Shodiq dan Saputra, 2022).

#### **2.2.4 Internet of Things (IoT)**

*Internet of Things* (IoT) merupakan suatu jaringan perangkat yang saling terhubung dengan tujuan untuk mengumpulkan dan berbagi data melalui lapisan layanan yang aman. Jaringan ini terhubung ke *server* perintah dan pusat kontrol yang terletak di *cloud*, memungkinkan pengendalian dan *monitoring* dari jarak jauh. Dengan demikian, IoT menciptakan ekosistem di mana perangkat elektronik, sensor, dan perangkat lunak dapat berkolaborasi untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan interaksi dalam kehidupan sehari-hari. (Aggarwal dkk, 2018). Berbagai jumlah kemajuan teknologi yang telah menyatu untuk memungkinkan *internet* dari segala bidang. Menghubungkan setiap benda yang tertanam dengan alat elektronik, perangkat lunak dan sensor ke *internet* yang memungkinkan benda tersebut untuk mengumpulkan data dan bertukar data tanpa campur tangan manusia yang bisa disebut sebagai *Internet of Things* (Tamrakar dkk., 2022). *Internet of Things* merupakan sesuatu yang mengacu pada interkoneksi jaringan objek sehari-hari yang sering kali dilengkapi dengan kecerdasan tiruan yang ada dimana saja. IoT akan meningkatkan keberadaan *internet* di mana-mana dengan mengintegrasikan setiap objek untuk bisa interaksi melalui sistem yang telah tertanam atau bisa disebut dengan *Embedded System*, yang mengarah ke jaringan yang sangat terdistribusi dengan jaringan perangkat yang berkomunikasi dengan manusia ataupun sesama perangkat lainnya (Xia dkk., 2012). Sensor dan aktuator yang tertanam dalam objek fisik dari jalan raya hingga alat pacu jantung dihubungkan melalui jaringan kabel ataupun nirkabel, seringkali menggunakan *Internet Protocol* (IP) yang sama dan dapat terhubung ke *internet*. Jaringan ini menghasilkan *volume* data yang sangat besar yang mengalir ke komputer untuk dianalisis. Ketika objek dapat merasakan lingkungan melalui sensor dan berkomunikasi, mereka menjadi alat untuk memahami sebuah kompleksitas dan merespon hal tersebut dengan cepat. Dan yang revolusioner dari semua ini adalah

alat yang bekerja pun sebagian besar tanpa campur tangan manusia (Chui dkk., 2010).

### **2.2.5 Sistem Berbasis Aturan (*Rule Based*)**

Sistem Berbasis Aturan (*Rule Based*) merupakan jenis program komputer yang mampu memproses informasi dalam *working memory* menggunakan sejumlah aturan yang disimpan dalam basis pengetahuan. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan informasi baru yang berguna. Dengan menggunakan aturan-aturan yang telah ditentukan sebelumnya, sistem ini dapat menganalisis data yang ada dan mengambil kesimpulan yang dapat memberikan tambahan wawasan atau informasi yang lebih lanjut (Mahmud, 2013). *Rule Based Reasoning* (RBR) merupakan aturan-aturan logis dimana setiap aturannya didapat dari studi literatur dan informasi dari ahli tanpa melihat kasus yang dihadapi. Selain itu, ada beberapa cara alternatif lain untuk memperoleh aturan-aturan tersebut, yaitu menggunakan metode pembelajaran mesin berdasarkan data empiris yang tersedia. Satu aturan direpresentasikan dengan: *IF* <kondisi> dan *THEN* <kesimpulan>, dimana di setiap kondisi-kondisi dari aturan ke aturan yang lainnya terhubung satu dengan yang lain melalui penghubung logika seperti kata penghubung yaitu dan atau negasi, serta kata penghubung lainnya sehingga membentuk sebuah fungsi logis (Irfandi dkk., 2015). *Rule Based System* (RBS) merupakan sebuah pendekatan dalam pengambilan keputusan yang mengandalkan aturan-aturan yang telah ditentukan sebelumnya. Metode ini memungkinkan proses pengambilan keputusan berdasarkan pada pedoman-pedoman yang telah dirumuskan sebelumnya, sehingga memudahkan dalam mengotomatisasi keputusan-keputusan yang mungkin muncul dalam suatu domain tertentu. Sistem Berbasis Aturan membantu dalam menyederhanakan kompleksitas pengambilan keputusan dengan mengikuti panduan yang telah ditetapkan sebelumnya. (Nordiansyah dkk., 2014). *Rule based* merupakan sebuah metode dimana aturan yang ada di dalam sistem dibuat sendiri berdasarkan pengetahuan linguistik. Analisis dilakukan pada tingkatan sintaksis dan semantik secara lebih mendalam merupakan kelebihan dari metode ini (Utami dan Hartanti, 2007). *If-Then rule*

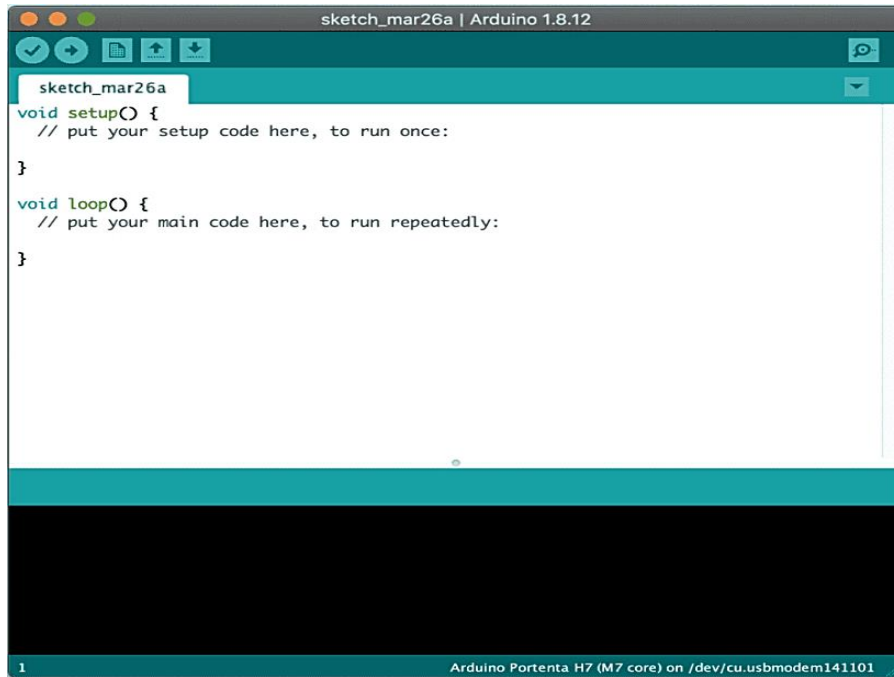
merupakan salah satu bentuk representasi pengetahuan yang paling umum digunakan dalam sistem pakar. Sistem yang menggunakan peraturan seperti paradigma representasi utama disebut *Rule Based System* (Hidayatullah, 2018).

### **2.2.6 Arduino Integrated Development Environment (IDE)**

*Arduino Integrated Development Environment* (IDE) merupakan sebuah perangkat lunak yang memungkinkan pengguna untuk melakukan pemrograman melalui *syntax* pemrograman. Dengan menggunakan *Arduino* IDE ini, pengguna dapat menanamkan kode yang telah dibuat ke dalam mikrokontroler. Hal ini memungkinkan mikrokontroler untuk menjalankan berbagai fungsi sesuai dengan program yang telah diatur oleh pengguna sebelumnya. Proses ini memungkinkan para pengembang untuk mengontrol dan mengatur berbagai tindakan dan respons dari mikrokontroler sesuai dengan kebutuhan dan keinginan mereka (Ahmad dkk., 2023). *Arduino* IDE merupakan salah satu *software* yang menggunakan Bahasa Pemrograman *Java* yang juga dilengkapi pula dengan *library* C atau C++ yang biasa disebut *wiring* yang akan membuat proses *input* ataupun *output* menjadi lebih mudah. Beberapa fitur *Arduino* IDE terdiri dari *syntax highlighting*, pencocokkan *brace*, indentasi otomatis dan *upload* program ke *board* dalam sekali klik yang membuat *software* ini menjadi *user friendly* serta dapat pula digunakan baik oleh pemula maupun yang sudah *expert* atau profesional (Ahmad dkk., 2023). *Arduino* IDE berjalan dengan Bahasa Pemrograman C atau C++, dimana pengguna hanya perlu mendefinisikan 2 (dua) fungsi untuk menjalankan program. 2 (dua) fungsi yang harus didefinisikan adalah:

1. *Void Setup()*, fungsi ini digunakan untuk melakukan inisialisasi variabel, mengimpor pustaka (*library*), dan mendeklarasikan pin pada alat yang akan digunakan. Fungsi *Setup()* hanya akan dieksekusi satu kali setiap kali *Arduino* IDE mulai dijalankan (Ahmad dkk., 2023).
2. *Void Loop()*, fungsi ini digunakan untuk mengeksekusi program yang telah ditulis. Setelah fungsi *Setup()* selesai dieksekusi, *Loop()* akan mulai berjalan. Fungsi *Loop()* bertanggung jawab mengontrol papan *Arduino* IDE dalam membaca *input*, melakukan proses, dan menghasilkan *output*. Fungsi

*Loop()* akan dieksekusi berulang kali oleh papan *Arduino* IDE secara periodik sesuai dengan program yang telah ditulis (Ahmad dkk., 2023). Bentuk *Arduino* IDE dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Arduino* IDE (Ahmad dkk., 2023)

Pada Gambar 2.2, terdapat beragam koleksi *library* yang disertakan di dalamnya, digunakan untuk melengkapi fungsi pada *sketch* yang sedang dibuat. Tidak hanya itu, *library* tersebut bisa diperluas melalui *library* eksternal yang dapat diimpor dari sumber luar, memberikan fleksibilitas dan kesempatan untuk memperkaya proyek yang sedang dikerjakan. Selain menawarkan beragam *library*, *software* ini juga menyediakan fitur *Serial Monitor* yang sangat berguna. *Serial Monitor* berfungsi sebagai layar virtual mirip dengan *Liquid Crystal Display* (LCD) yang memungkinkan para pengembang untuk memantau dan menampilkan fungsi-fungsi yang sedang berjalan pada *board*. Dengan bantuan *Serial Monitor* ini, proses *debugging* dan pemantauan kinerja proyek menjadi lebih mudah dan lebih efisien. Keunggulan pada *Arduino* IDE dengan *library* dan *Serial Monitor* telah membuka pintu bagi para pengembang untuk menggali lebih banyak kreativitas dan inovasi dalam pengembangan proyek elektronik, sehingga hal ini mendorong pertumbuhan dan kemajuan dalam dunia pemrograman dan elektronika (Ahmad dkk., 2023).

### 2.2.7 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan sebuah *chip* yang menawarkan kemampuan luar biasa dengan integrasi sistem di dalamnya *System On Chip* (SOC). *Chip* ini menyediakan koneksi *WiFi* 802.11 b/g/n, *Bluetooth* versi 4.2, dan beragam *peripheral* lainnya. Selain itu, Mikrokontroler ESP32 dilengkapi dengan prosesor, penyimpanan, dan akses ke *General Purpose Input Output* (GPIO), memberikan kesempatan untuk mengakses berbagai aplikasi (Nizam dkk., 2022). Bentuk Mikrokontroler ESP32 dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 mampu berfungsi sebagai pengganti rangkaian *Arduino* IDE dengan kelebihan yang lebih lengkap. Dengan fitur konektivitas *WiFi*, Mikrokontroler ESP32 memungkinkan perangkat untuk terhubung langsung ke jaringan *WiFi*. Hal ini membuka peluang lebih luas untuk mengembangkan proyek-proyek yang memanfaatkan koneksi *internet* dan memungkinkan penggunaan jarak jauh (Nizam dkk., 2022), serta teknologi perangkat ini dapat dimuat dalam satu mikrokontroler *modern* (Ardiansyah dan Bianto, 2022). Dengan kombinasi fitur-fitur tersebut, Mikrokontroler ESP32 muncul sebagai opsi yang sangat menggiurkan bagi para pengembang dan penghobi yang tertarik dalam ranah elektronika dan pemrograman. Kehadiran fitur-fitur tersebut memberikan daya tarik luar biasa bagi individu-individu yang ingin menjelajahi lebih dalam mengenai teknologi ini. (Nizam dkk., 2022).

### 2.2.8 Hypertext Markup Language (HTML)

HTML merupakan gabungan dari tiga kata, yaitu *Hypertext*, *Markup*, dan *Language*. *Hypertext* merujuk pada kemampuan dokumen *web* untuk menyertakan *hyperlink*, yang memungkinkan pengguna untuk berpindah dari satu bagian dokumen ke bagian lain atau bahkan ke dokumen yang berbeda. *Markup* merupakan proses menandai atau memberi anotasi pada teks dengan *tag* atau elemen, yang akan diinterpretasikan oleh *browser* untuk menampilkan konten dengan format dan struktur yang sesuai. *Language* mengacu pada bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat struktur dan mengatur isi dari sebuah halaman *web*. HTML merupakan bahasa inti yang mendasari hampir semua konten *web* yang dapat ditemukan dalam menjelajahi *internet*. Dengan menggunakan HTML, para pengembang *web* dapat membuat dan mengatur struktur halaman, menentukan bagian-bagian seperti *heading*, paragraf, gambar, tabel, dan banyak elemen lainnya. Selain itu, HTML juga mendukung penggunaan atribut untuk memberikan informasi tambahan tentang elemen, seperti warna, ukuran, dan tautan. Hal yang menarik tentang HTML adalah kemampuannya untuk memisahkan konten dari presentasi. Dengan kata lain, HTML menggambarkan isi dan struktur dari halaman, sementara tampilan atau gaya halaman diatur menggunakan *Cascading Style Sheets* (CSS). Ini memungkinkan pengembang untuk dengan mudah mengubah tampilan dan *layout* halaman tanpa harus mengubah kontennya secara keseluruhan. Tidak hanya sebagai bahasa *markup* standar, HTML juga menjadi fondasi bagi bahasa pemrograman *web* lainnya, seperti *JavaScript*, yang memberikan interaksi dan dinamisme pada halaman *web*. Saat ini, HTML telah mencapai versi yang lebih baru, dan literasi terakhirnya yaitu HTML5, menyediakan fitur-fitur canggih untuk memperkaya pengalaman pengguna, seperti audio dan video bawaan, geolokasi, dan grafik yang ditingkatkan. Dalam dunia pengembangan *web*, pemahaman tentang HTML merupakan kunci utama untuk membangun halaman *web* yang kaya dan responsif. Banyak sumber daya dan tutorial yang tersedia secara *online* untuk mempelajari HTML dari tingkat dasar hingga tingkat lanjutan. Dengan pengetahuan tentang HTML, para pengembang dapat menciptakan tampilan dan fungsionalitas yang

menarik untuk memenuhi kebutuhan dan tujuan halaman *web* (Amin, 2023), serta mampu memberikan kenyamanan bagi pengguna (Handoyo dkk., 2019). HTML merupakan bahasa pemrograman standar yang digunakan untuk mengembangkan halaman *web*. Bahasa pemrograman ini menggunakan *tag* (tanda akhir) untuk menandai elemen-elemen dalam halaman, dan mayoritas *browser* dapat mengenali *tag-tag* HTML. Umumnya, *tag-tag* tersebut berpasangan dan setiap *tag* ditandai dengan simbol `< >`. Ekstensi file HTML adalah *.html* atau *.htm*, dan dapat dilihat menggunakan berbagai *browser* seperti *Google Chrome*, *Safari*, atau *Mozilla Firefox*. Ketika *browser* membaca *file* HTML, kontennya akan di *render* (proses akhir dari penggabungan sebuah gambar atau video atau grafis atau *coding*), sehingga pengguna *internet* dapat melihat dan membacanya. Biasanya, sebuah situs *web* terdiri dari berbagai halaman HTML yang berbeda, misalnya halaman beranda, Tentang Kami, dan halaman kontak, masing-masing dengan dokumennya tersendiri. Setiap halaman ini terdiri dari serangkaian *tag* atau elemen yang membentuk struktur hierarki untuk menyusun konten, termasuk bagian, paragraf, *heading*, dan blok konten lainnya (Janariandana dkk., 2023).

### **2.2.9 Cascading Style Sheets (CSS)**

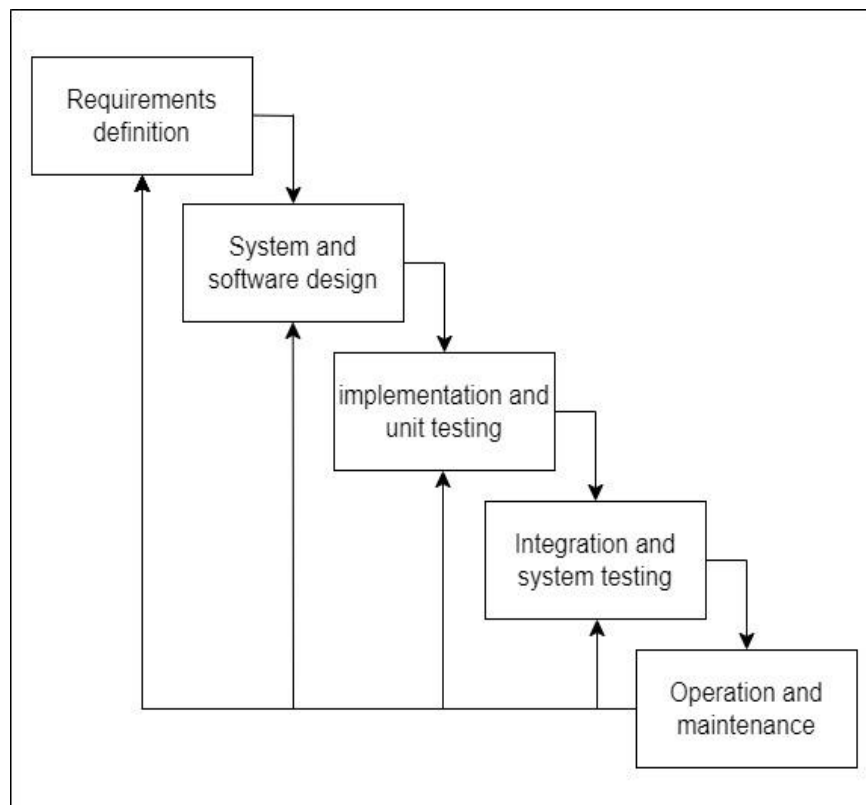
*Cascading Style Sheets* (CSS) digunakan untuk mempresentasikan sebuah halaman *web* dengan antarmuka yang menarik secara visual, memperindah tampilan situs, dan memudahkan pengelolaan tampilan secara terpisah dari struktur konten. CSS merupakan sebuah teknologi yang memiliki peran penting dalam meningkatkan estetika dan pengalaman pengguna pada halaman *website* (situs). Lebih lanjut, *Cascading Style Sheets* merupakan satu set aturan atau instruksi yang digunakan untuk mengontrol tampilan dari elemen-elemen yang ada di dalam dokumen *web*. Dengan menggunakan CSS, Anda dapat menentukan properti seperti warna, ukuran *font*, jarak antara elemen, dan banyak aspek lain yang membentuk tampilan keseluruhan halaman *web*. Dalam konteks pemrograman *web*, *Cascading Style Sheets* berfungsi untuk memisahkan antara struktur konten yang diatur melalui HTML atau XHTML, dengan tampilan yang didefinisikan melalui CSS. Ini memungkinkan *developer* untuk dengan mudah

mengubah tampilan situs secara konsisten tanpa harus mengubah struktur konten yang mendasarinya. Penting untuk dicatat bahwa *Cascading Style Sheets* umumnya digunakan bersamaan dengan Bahasa Pemrograman HTML dan XHTML. CSS memberikan fleksibilitas dalam hal desain dan presentasi, memungkinkan desainer *web* untuk menghasilkan tampilan yang unik dan menarik secara visual. Secara keseluruhan, *Cascading Style Sheets* atau CSS tidak hanya merupakan suatu teknologi, tetapi juga merupakan bahasa pemrograman yang memiliki peran sentral dalam merancang tampilan visual yang menarik dan mengesankan pada halaman-halaman *web* yang dibuat (Usdeldi dan Damanik, 2020).

#### **2.2.10 Metode *Waterfall***

Metode *Waterfall* merupakan suatu pengembangan sistem informasi yang berupa suatu pendekatan yang dijalankan secara sistematis dan berurutan. Pendekatan ini dimulai dengan tahap analisis, diikuti oleh tahap desain, pengodean, pengujian, dan dukungan (*support*) (Kusumo dkk., 2021). Metode *Waterfall* terdiri dari lima fase, setiap fase didefinisikan oleh tugas dan tujuan yang berbeda-beda, dimana keseluruhan fase menggambarkan siklus hidup perangkat lunak hingga pengirimannya (Febrie dkk., 2022). Bentuk dari metode *Waterfall* dapat dilihat pada Gambar 2.4.





Gambar 2.4 Metode *Waterfall* (Satria dan Ardiansyah, 2023)

Berikut penjelasan dari Gambar 2.4 mengenai tahap-tahap metode *Waterfall* (Hasanah dan Untari, 2020):

- 1) *Requirement Definition and Analysis* (Definisi Kebutuhan dan Analisa)  
Langkah pertama adalah mengumpulkan kebutuhan secara menyeluruh, kemudian menganalisis dan mendefinisikan kebutuhan yang harus dipenuhi oleh program yang akan dibangun. Tahap ini harus dilakukan secara komprehensif guna menghasilkan desain yang utuh dan komplit.
- 2) *Design* (Desain)  
Dalam tahap ini, pengembang akan menciptakan sebuah gambaran tentang keseluruhan sistem dan menentukan alur perangkat lunak hingga detail algoritma yang diperlukan oleh pengembang.
- 3) *Implementation* (Implementasi)  
*Implementation* atau implementasi adalah proses tahapan dimana seluruh desain diubah menjadi kode program. Kode-kode program yang dihasilkan

masih berupa modul-modul yang nantinya akan diintegrasikan menjadi sistem yang lengkap.

4) *Integration and Testing* (Integrasi dan Pengujian)

Pada tahap ini, modul-modul yang telah dibuat akan digabungkan dan diuji untuk memastikan bahwa *software* yang dibuat sesuai dengan desainnya. Selain itu, tahap pengujian ini bertujuan untuk menemukan dan memperbaiki segala kesalahan yang mungkin ada dalam fungsi *software*.

5) *Maintenance* (Perawatan)

Tahap terakhir yang dijalankan yaitu *maintenance* atau tahap pemeliharaan, yang mencakup instalasi sistem serta pelaksanaan perbaikan sesuai dengan persetujuan yang telah disepakati sebelumnya.

### **2.2.11 Object Oriented Analysis and Design (OOAD)**





*Object Oriented Analysis and Design* (OOAD) merupakan sebuah pendekatan analisis dan desain yang berfokus pada objek-objek, dan merupakan metodologi inovatif dalam memecahkan sebuah permasalahan dengan memanfaatkan model-model yang mencerminkan konsep-konsep dunia nyata. Proses OOAD berfokus pada konstruksi entitas-entitas objek yang menggabungkan struktur data dengan perilaku yang sesuai, membentuk fondasi kokoh untuk pengembangan perangkat lunak yang efisien dan mudah dipahami (Neyfa dan Tamara, 2016). OOAD merupakan suatu metode terstruktur yang bertujuan untuk menganalisis dan merancang sistem dengan mengaplikasikan prinsip-prinsip berorientasi objek. Selama berlangsungnya siklus hidup pengembangan perangkat lunak, metode ini melibatkan pembuatan serangkaian model sistem yang diwujudkan secara grafis. Dengan fokus pada konsep berorientasi objek, OOAD membantu dalam menghasilkan solusi perangkat lunak yang lebih modular, mudah dipahami, dan dapat diubah dengan lebih baik seiring berjalannya waktu (Mujilahwati dan Fauziah, 2018).

### **2.2.12 Use Case Diagram**

*Use Case Diagram* merupakan kumpulan dari skenario-skenario yang saling terhubung, yang digunakan oleh pengguna untuk mencapai tujuan tertentu

dalam sebuah sistem perangkat lunak. Selain itu, *Use Case Diagram* juga memberikan gambaran menyeluruh tentang bagaimana sebuah sistem beroperasi, dilihat dari perspektif para pengguna perangkat lunak tersebut. Diagram ini membantu memvisualisasikan interaksi antara pengguna dan sistem serta menggambarkan alur kerja secara lebih terperinci (Setiyani, 2021). *Use Case* merupakan langkah pertama dalam memodelkan sebuah sistem. *Use Case* merupakan pemodelan untuk kebutuhan sebuah sistem fungsional, setiap *Use Case* digambarkan sebagai kunci dari suatu skenario yang dilakukan oleh aktor dan diringkas dalam sebuah batasan sistem, setiap *Use Case* dihubungkan dengan sebuah garis notasi (Aliman, 2021). Bentuk dari *Use Case Diagram* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Simbol *Use Case Diagram* (Finandhita, 2018)

No.	Simbol	Nama Simbol	Fungsi
1.	 Actor	<i>Actor</i>	Pihak yang mengakses <i>use case</i>
2.		<i>Association</i>	Pihak yang mengakses <i>use case</i>
3.		<i>Use Case</i>	Merelasikan aktor dengan <i>use case</i>
4.		<i>System Boundary</i>	Menggambarkan batasan sistem terhadap lingkungannya

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Bahan dan Alat Penelitian

##### 3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah gas *ammonia* ( $\text{NH}_3$ ) yang diperoleh dari TPS Tambakboyo di Kota Lamongan. Penelitian ini memfokuskan pada analisis sifat dan karakteristik gas *ammonia* tersebut untuk memahami potensi penggunaannya dalam berbagai aplikasi industri dan lingkungan.

##### 3.1.2 Alat Penelitian

Dalam penelitian yang dilaksanakan, penulis memanfaatkan 2 (dua) jenis alat, yaitu *software* dan *hardware*, sebagai bagian integral dari metode penelitiannya. *Software* yang digunakan bertujuan untuk menganalisis data secara komprehensif dan menyajikan hasil penelitian dalam bentuk visual yang mudah dipahami. Sementara itu, *hardware* yang digunakan akan dikonfigurasi secara khusus agar sesuai dengan kebutuhan penelitian, memastikan pengambilan data yang akurat dan mendukung kelancaran proses pengumpulan data. Integrasi antara kedua jenis alat ini memungkinkan penulis untuk menggabungkan kekuatan masing-masing, sehingga memperoleh pemahaman yang lebih mendalam dan hasil penelitian yang lebih berkualitas.

1. *Hardware* yang digunakan:

- a. Laptop dengan spesifikasi *Intel® Core™ i5-8250U CPU @ 1.60GHz* (8 CPUs), ~1.8GHz, RAM 8 GB DDR4, dengan OS *Windows 10 Home* 64bit.
- b. 1 (satu) buah sensor MQ-135 sebagai alat pendeteksi gas *ammonia* ( $\text{NH}_3$ ).
- c. Kabel USB tipe *Micro* sebagai media penghubung dari sensor menuju laptop.
- d. Mikrokontroler ESP32 sebagai modul *WiFi* untuk menyimpan dan mentransfer *input* data dari sensor menuju laptop.

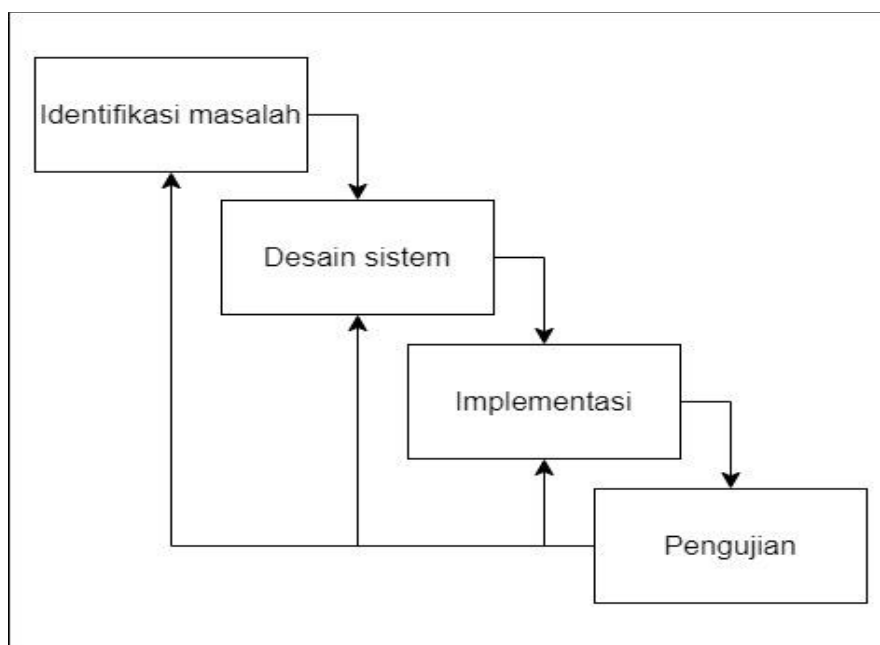
2. *Software* yang digunakan:

- a. *Arduino IDE* sebagai *code system*.

- b. *Google Chrome* sebagai *web browser*.
- c. Bahasa C sebagai Bahasa Pemrograman.
- d. HTML sebagai tampilan *website*.

### 3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Waterfall*, yaitu metode perangkat lunak yang terdiri dari 5 langkah pemodelan. Langkah-langkahnya mencakup analisis dan definisi kebutuhan, desain sistem, implementasi dan pengujian, integrasi dan pengujian sistem, serta pengoperasian dan pemeliharaan. Selain itu, metode *Waterfall* dipilih karena memungkinkan proses pengembangan sistem yang terstruktur dan sistematis. Setiap langkahnya harus diselesaikan sebelum melanjutkan ke langkah berikutnya, sehingga memastikan keberlanjutan dan akurasi dalam pengembangan sistem. Metode ini juga memungkinkan adanya evaluasi berkala pada setiap tahap, sehingga meminimalkan risiko kesalahan pada akhir pengembangan. Gambaran mengenai penerapan metode *Waterfall* dalam prosedur penelitian untuk sistem *monitoring gas ammonia* ( $\text{NH}_3$ ) dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

### 3.2.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan penting untuk menemukan dan mengidentifikasi permasalahan yang muncul. Tahap ini menjadi dasar pemikiran dari penelitian, mencakup analisis masalah, tujuan masalah, serta solusi yang akan diusulkan. Selain itu, dalam proses identifikasi masalah juga melibatkan observasi dan studi literatur untuk memperoleh pemahaman mendalam tentang konteks permasalahan yang akan dipecahkan.

### 3.2.2 Desain Sistem

Dalam tahap ini, dilakukan pembuatan alat berdasarkan diagram desain yang telah dirancang sebelumnya. Proses ini melibatkan penambahan lebih banyak komponen, perancangan sensor, dan pengembangan program khusus untuk alat tersebut. Ketika tahap pembuatan alat telah selesai, alat tersebut akan diintegrasikan dengan *platform Arduino IDE* untuk menciptakan sistem yang berfungsi secara menyeluruh. Selain itu, hasil dari alat ini juga ditampilkan melalui sebuah halaman *website* sederhana agar dapat diakses dan dipantau secara mudah oleh pengguna.

### 3.2.3 Implementasi

Dalam tahap ini, dilakukan implementasi sensor MQ-135 menggunakan Bahasa C dan HTML pada *platform Arduino IDE*. Hal ini bertujuan untuk memperoleh dan memproses data dari sensor gas *ammonia* ( $\text{NH}_3$ ). Setelah data berhasil diolah, selanjutnya akan ditampilkan pada sistem *web* sederhana yang telah terhubung dengan Mikrokontroler ESP32. Proses ini memungkinkan pengguna untuk memantau konsentrasi gas *ammonia* secara *real-time* melalui antarmuka *web* yang mudah diakses dan responsif.

### 3.2.4 Pengujian

Proses pengujian sistem bertujuan untuk memastikan bahwa alat dan sistem *monitoring gas ammonia* yang menggunakan sensor MQ-135 berfungsi sesuai rencana dan dapat bekerja dengan baik. Selain itu, pengujian juga bertujuan untuk mengidentifikasi dan menemukan potensi kekurangan (*weakness*) atau kesalahan (*error*) dalam perangkat dan sistem yang telah dikembangkan.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Identifikasi Masalah

Pada awal penelitian, peneliti harus melakukan identifikasi masalah sebagai tahap awal. Peneliti perlu menjelaskan secara rinci identifikasi masalah yang akan diangkat dalam latar belakang masalahnya. Terdapat 2 (dua) metode yang dapat digunakan untuk identifikasi masalah, yaitu observasi dan studi literatur.

a) Observasi

Dalam pelaksanaan pengumpulan data untuk melengkapi penelitian ini, digunakan teknik yang umum dalam kegiatan ilmiah, yaitu observasi. Observasi yang dilakukan oleh penulis yaitu studi lapangan terhadap penelitian ini yang bertepatan di TPS Tambakboyo, penulis telah mendapatkan data tentang lokasi tersebut, TPS Tambakboyo merupakan salah satu tempat penampungan sampah terbesar di Kota Lamongan, letak TPS tersebut lumayan jauh dari kawasan pemukiman ataupun perumahan yang berada pada kisaran jarak 200 - 300 meter, lokasi TPS berada di area persawahan. Namun, aroma yang tercium dari TPS begitu menyengat seiring terbawa angin yang melintas, aroma tersebut mulai dirasakan pada rentan jarak sekitar 100 meter dari TPS tersebut. Observasi yang dilakukan oleh peneliti tersebut bertujuan untuk mempelajari situasi dan kondisi pada TPS tersebut. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem *monitoring gas ammonia* menggunakan sensor MQ-135 berjalan dengan baik. Sensor MQ-135 mampu membaca *input* berupa gas *ammonia* dengan baik, sehingga dapat diproses secara maksimal oleh Mikrokontroler ESP32.

b) Studi Literatur

Data telah dikumpulkan untuk sistem *monitoring gas ammonia* (NH<sub>3</sub>) yang berbasis *Internet of Things* (IoT). Pengumpulan data ini melibatkan penggunaan sensor gas *ammonia* berupa MQ-135 yang terintegrasi dengan Mikrokontroler ESP32. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk memperoleh pemahaman

yang lebih mendalam mengenai cara kerja sistem ini, serta hasil yang diperoleh setelah berhasil membangun sistem *monitoring gas ammonia* berbasis IoT menggunakan sensor MQ-135.

Sistem *monitoring gas ammonia* ini dirancang untuk mengawasi kondisi gas *ammonia* secara *real-time* berdasarkan koneksi *internet*. Pengguna dapat mengawasi kondisi gas *ammonia* dari jarak jauh melalui sebuah *website* yang telah dibuat untuk pengawasan terhadap perubahan gas *ammonia*, sehingga pengoperasian diharapkan dapat dilakukan sesuai kebutuhan dengan bantuan koneksi *internet*.

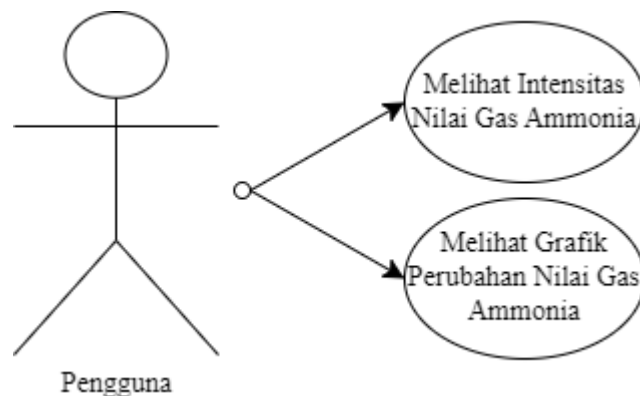
#### **4.1.2 Desain Sistem**

Langkah selanjutnya adalah desain sistem, yang merupakan tahapan penting dalam pengembangan proyek ini. Desain sistem dari penelitian ini memiliki 4 (empat) tahapan, empat tahapan tersebut antara lain yaitu *use case diagram*, denah alat, rancangan alat, dan rancangan antarmuka dari sistem yang akan dibangun berdasarkan hasil pengumpulan data dan analisis sebelumnya.

##### *a) Use Case Diagram*

Langkah pertama adalah membuat *use case diagram*, yang merupakan representasi grafis dari interaksi antara aktor (*user* atau pengguna) dengan sistem. *Use case diagram* menggambarkan fungsionalitas sistem dari perspektif pengguna, sehingga membantu dalam pemahaman dan analisis kebutuhan perangkat lunak. Dalam *use case diagram*, aktor adalah entitas eksternal yang berinteraksi dengan sistem, sedangkan *use case* (kasus penggunaan) adalah tindakan atau fungsi yang dapat dilakukan oleh aktor di dalam sistem. Diagram ini menunjukkan bagaimana aktor dan *use case* saling berhubungan dan berinteraksi dalam skenario yang berbeda. Fungsi yang dapat dilakukan oleh pengguna dalam menjalankan fungsi pada sistem *monitoring gas ammonia* berbasis IoT seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



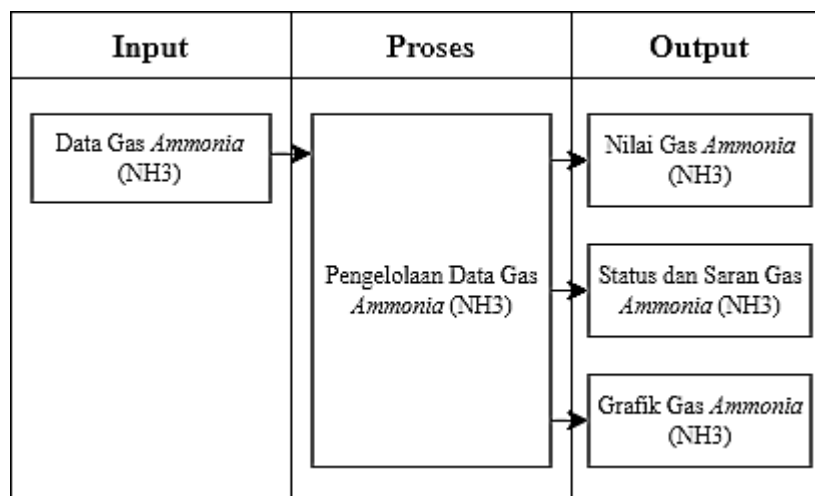


Gambar 4.1 Use Case Diagram

Berdasarkan Gambar 4.1, pengguna dapat mengakses *website* dengan fitur sederhana yaitu tabel *monitoring* kadar gas *ammonia* dan perubahan grafik yang signifikan dan sesuai *input* data yang diterima oleh sensor MQ-135 yang dikirim oleh sensor menuju *website*.

b) Blok Diagram

Blok Diagram yang terdiri dari 3 tahap. Tahap pertama adalah "*input*", yang melibatkan penggunaan sensor MQ-135 untuk mendeteksi gas *ammonia*. Mikrokontroler ESP32 bertindak sebagai perangkat yang terhubung ke *internet* melalui *WiFi*, dan ketika terhubung, Mikrokontroler ESP32 membaca parameter dari sensor MQ-135 yang mendeteksi gas *ammonia*. Data gas *ammonia* dikirim dari sensor ke Mikrokontroler ESP32. Tahap kedua adalah "*proses*", di mana data gas *ammonia* yang dikirim dari sensor diolah untuk memonitor kondisi gas tersebut. Data hasil olahan dikirim ke program *Arduino IDE* untuk analisis sensor. Selanjutnya, data tersebut kembali ke Mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan secara *real-time* pada sebuah *website* sederhana. Tahap terakhir adalah "*output*", di mana data yang telah diolah oleh Mikrokontroler ESP32 ditampilkan pada *website* sederhana dengan parameter yang digunakan adalah tingkat gas *ammonia*. Jika tingkat gas *ammonia* rendah, sistem akan menampilkan "aman" pada tabel status di dalam *website*. Namun, jika tingkat gas *ammonia* tinggi, sistem akan menampilkan "bahaya" sebagai notifikasi pada tabel status untuk memberikan informasi mengenai nilai gas *ammonia* beserta status dan saran yang relevan dengan kondisi status, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



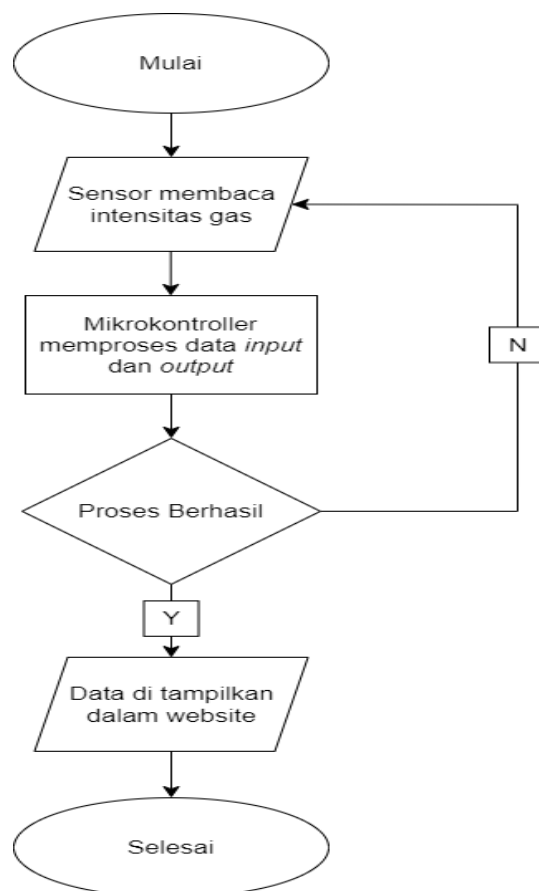
Gambar 4.2 Blok Diagram

Penjelasan daripada Gambar 4.2, yaitu *input* data gas *ammonia* yang diterima sensor akan di proses melalui pengelolaan sistem *monitoring* pendeteksi kadar gas *ammonia*. *Output* kadar gas *ammonia* akan ditampilkan pada *website* apabila mencapai batasan tertentu, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 0 - 49 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “tidak ada gas berbahaya” dan akan muncul saran “Data *ammonia* tidak tersedia atau di luar jangkauan.” serta akan muncul efek “Tidak ada efek berbahaya pada kesehatan manusia karena tidak ada paparan gas *ammonia*.”, lalu apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 150 - 199 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “sedang” dan akan muncul saran “Tingkat *ammonia* meningkat, periksa sumbernya.” serta akan muncul efek “Paparasi gas *ammonia* pada level ini biasanya masih dalam batas yang dapat ditoleransi.”, lalu apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 250 - 299 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “risiko” dan akan muncul saran “Tingkat *ammonia* agak tinggi, perhatikan ventilasi.” serta akan muncul efek “Paparasi gas *ammonia* pada level ini dapat mengganggu kenyamanan manusia.”, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 380 - 399 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “berbahaya” dan akan muncul saran “Tingkat berbahaya! Segera evakuasi dan ambil tindakan pencegahan yang diperlukan.” serta akan muncul efek “Paparasi gas *ammonia* pada level ini berpotensi menyebabkan bahaya serius pada kesehatan manusia.” Berdasarkan Gambar 4.2

tersebut, terdapat fitur saran dari setiap status pada nilai kadar gas *ammonia* tentang peringatan dari pada nilai kadar gas *ammonia* yang berubah sesuai dengan kondisi lapangan.

c) *Flowchart* Sistem

*Flowchart* sistem digunakan sebagai alat untuk mendapatkan gambaran tentang tahapan dalam pembuatan sistem. Tampilan *flowchart* sistem yang menggambarkan proses pengambilan data, pemrosesan, dan penghasilan *output* dalam sistem dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



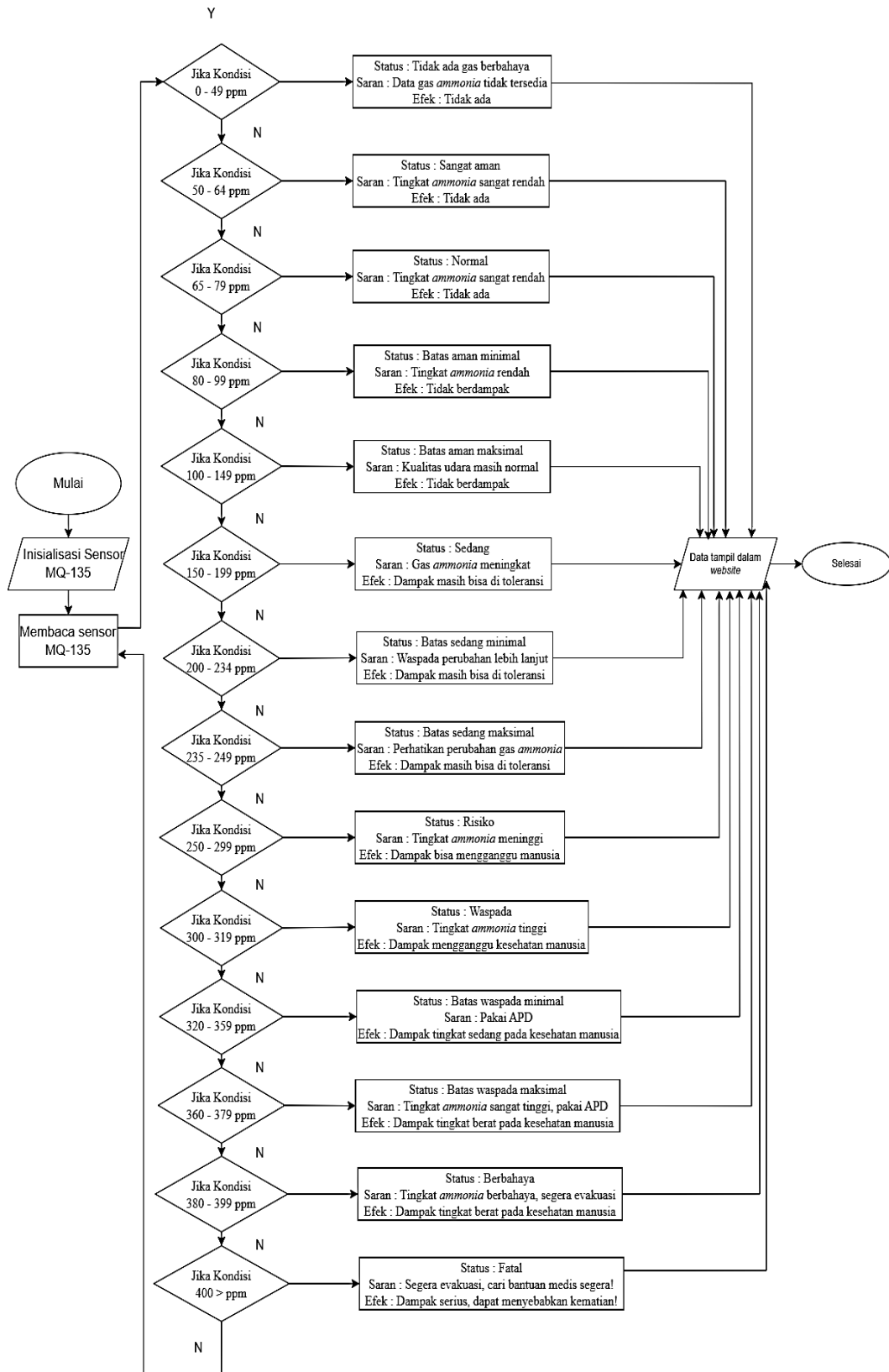
Gambar 4.3 *Flowchart* Sistem

Pertama, program akan menginisialisasi koneksi *WiFi* dengan *mode* *STA* (*Station*). Jika *STA* ditemukan, sistem akan segera mengumpulkan data melalui sensor. Data yang diperoleh dari sensor akan diproses oleh Mikrokontroler *ESP32* sebelum dikirimkan ke *Arduino IDE*. Mikrokontroler *ESP32* berperan sebagai pengirim data dari sensor dan bertugas untuk menampilkan sistem berdasarkan protokol yang telah dibuat dalam program ini. Selanjutnya, data yang diambil dari

sensor akan ditampilkan dalam bentuk antarmuka pengguna pada sebuah *website* sederhana dengan keadaan *real-time*.

d) *Flowchart Rule Base Sensor*

*Flowchart Rule Base sensor* menjelaskan metode sensor dalam membaca intensitas gas *ammonia* dan menghasilkan *output* pada *website*. Proses ini memberikan gambaran tentang bagaimana sensor bekerja untuk mendeteksi konsentrasi gas *ammonia* dan mengolah data menjadi *output* yang relevan dan *real-time*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Flowchart Rule Based Sensor

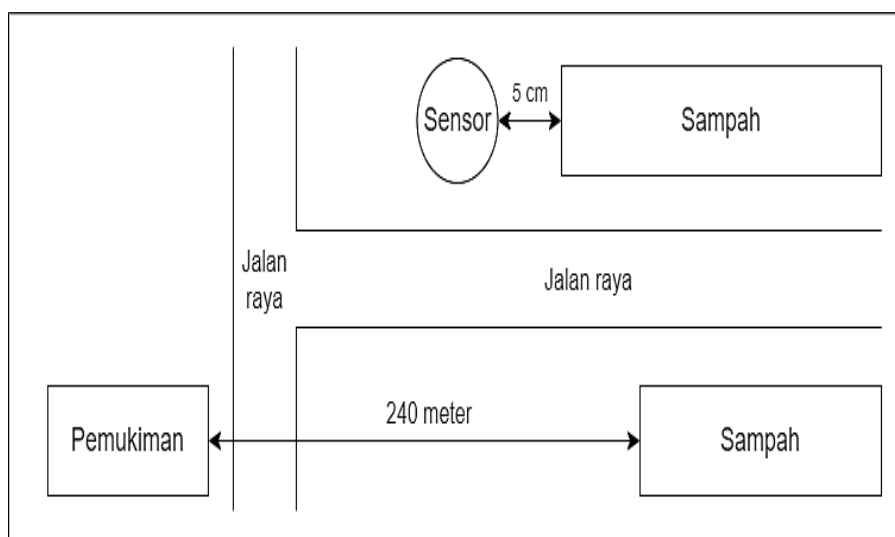
Proses yang telah ditunjukkan pada Gambar 4.4, menjelaskan bagaimana cara proses sensor bekerja, pada langkah pertama yaitu mulai, kemudian sensor MQ-135 akan mendeteksi intensitas gas *ammonia*, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 0 - 49 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “tidak ada gas berbahaya” dan akan muncul saran “Data *ammonia* tidak tersedia atau di luar jangkauan.” serta akan muncul efek “Tidak ada efek berbahaya pada kesehatan manusia karena tidak ada paparan gas *ammonia*.”, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 50 - 64 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “sangat aman” dan akan muncul saran “Tingkat *ammonia* sangat rendah, risiko rendah.” serta akan muncul efek “Paparasi gas *ammonia* pada level ini dianggap aman bagi kesehatan manusia.”, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 65 - 79 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “normal” dan akan muncul saran “Tingkat *ammonia* sangat rendah, tetap perhatikan perubahan.” serta akan muncul efek “Paparasi gas *ammonia* pada level ini dianggap aman bagi kesehatan manusia.”, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 80 - 99 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “batas aman minimal” dan akan muncul saran “Tingkat *ammonia* rendah, tetap waspada terhadap perubahan.” serta akan muncul efek “Paparasi gas *ammonia* pada level ini dianggap aman bagi kesehatan manusia.”, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 100 - 149 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “batas aman maksimal” dan akan muncul saran “Kualitas udara dalam batas normal.” serta akan muncul efek “Paparasi gas *ammonia* pada level ini dianggap aman bagi kesehatan manusia.”, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 150 - 199 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “sedang” dan akan muncul saran “Tingkat *ammonia* meningkat, periksa sumbernya.” serta akan muncul efek “Paparasi gas *ammonia* pada level ini biasanya masih dalam batas yang dapat ditoleransi.”, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 200 - 234 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “batas sedang minimal” dan akan muncul saran “Tingkat *ammonia* di level sedang minimal, waspada perubahan lebih lanjut.” serta akan muncul efek “Paparasi gas *ammonia*

pada level ini umumnya tidak berbahaya bagi kesehatan manusia.”, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 235 - 249 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “batas sedang maksimal” dan akan muncul saran “Tingkat *ammonia* di level medium, perhatikan perubahan.” serta akan muncul efek “Paparan gas *ammonia* pada level ini umumnya masih dalam batas toleransi.”, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 250 - 299 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “risiko” dan akan muncul saran “Tingkat *ammonia* agak tinggi, perhatikan ventilasi.” serta akan muncul efek “Paparan gas *ammonia* pada level ini dapat mengganggu kenyamanan manusia.”, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 300 - 319 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “waspada” dan akan muncul saran “Tingkat *ammonia* tinggi, perlu tindakan pencegahan.” serta akan muncul efek “Paparan gas *ammonia* pada level ini dapat mengganggu kenyamanan manusia.”, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 320 - 359 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “batas waspada minimal” dan akan muncul saran “Tingkat *ammonia* sedang. Beri ventilasi pada area sekitar dan pakai APD.” serta akan muncul efek “Paparan gas *ammonia* pada level ini dapat mengakibatkan ketidaknyamanan bagi manusia.”, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 360 - 379 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “batas waspada maksimal” dan akan muncul saran “Tingkat *ammonia* sangat tinggi, pastikan ventilasi berfungsi optimal.” serta akan muncul efek “Paparan gas *ammonia* pada level ini dapat mengganggu kesehatan manusia.”, apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat berada pada kisaran 380 - 399 ppm, maka status dalam *website* akan muncul “berbahaya” dan akan muncul saran “Tingkat berbahaya! Segera evakuasi dan ambil tindakan pencegahan yang diperlukan.” serta akan muncul efek “Paparan gas *ammonia* pada level ini berpotensi menyebabkan bahaya serius pada kesehatan manusia.”, dan apabila intensitas gas *ammonia* yang didapat sensor kisaran 400 ppm ke atas, maka status dalam tampilan *website* akan muncul “fatal” dan akan muncul saran “Segera evakuasi dan dapatkan bantuan medis!” serta akan muncul efek “Paparan gas *ammonia* pada level ini dapat menyebabkan bahaya serius pada kesehatan

manusia”. Dari hasil proses tersebut, tugas Mikrokontroler ESP32 kemudian akan meng-*upload* hasil olahan data tersebut kedalam *website* yang telah dibuat guna menyelesaikan tahapan terakhir dari *flow chart rule based sensor*, sehingga proses tersebut akhirnya telah selesai dan berhasil diimplementasikan.

e) Denah Alat

Langkah selanjutnya yaitu membuat denah alat. Denah alat merupakan gambaran mengenai lokasi penempatan alat yang akan digunakan dalam penelitian sistem *monitoring gas ammonia* yang akan dilaksanakan oleh penulis. Gambaran lokasi alat ini disajikan dalam bentuk denah yang dapat dilihat pada Gambar 4.5.



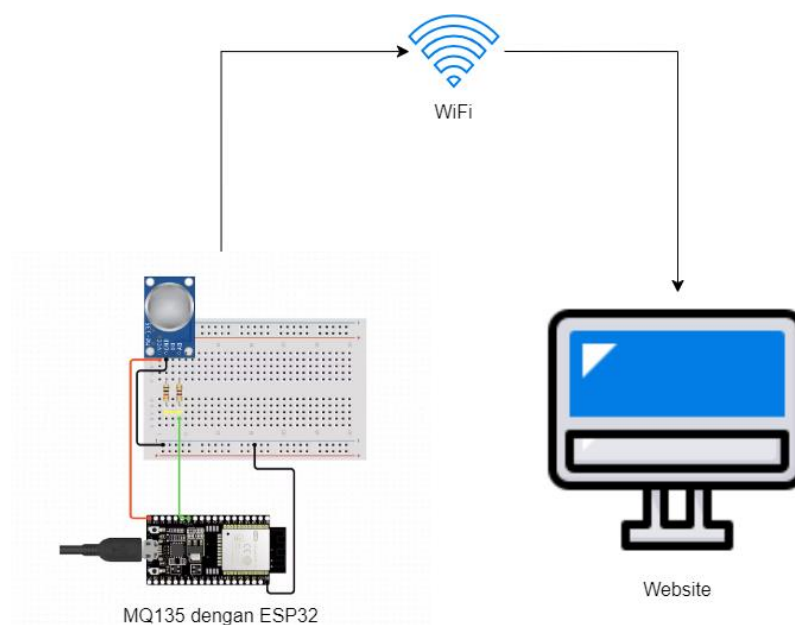
Gambar 4.5 Denah Alat

Dalam Gambar 4.5, terlihat dengan jelas posisi dan penempatan alat yang akan digunakan untuk mengukur dan menganalisis gas *ammonia*. Pemilihan lokasi yang tepat akan memastikan bahwa data yang diperoleh mencerminkan kondisi yang sebenarnya dan relevan dengan tujuan penelitian. Berdasarkan penjelasan dari Gambar 4.5, penulis berencana untuk meletakkan 1 (satu) sensor pada 1 (satu) tempat, lokasi sensor berada didekat timbunan sampah, dengan ketinggian sensor kurang lebih sekitar 1,5 meter, serta jarak sensor dengan timbunan sampah pada TPS Tambakboyo kurang lebih sekitar 5 cm, kemudian jarak pemukiman warga dengan timbunan sampah pada TPS Tambakboyo kurang lebih sekitar 240 meter.



f) Rancangan Alat

Rancangan alat merupakan proses yang melibatkan perancangan alat sensor MQ-135 yang ditempatkan berdekatan dan terhubung dengan Mikrokontroler ESP32. Alat ini berfungsi untuk bertukar informasi melalui koneksi *WiFi* yang kemudian akan diproses dan ditampilkan dalam tampilan *website* sederhana, seperti yang terlihat pada Gambar 4.6 berikut ini.



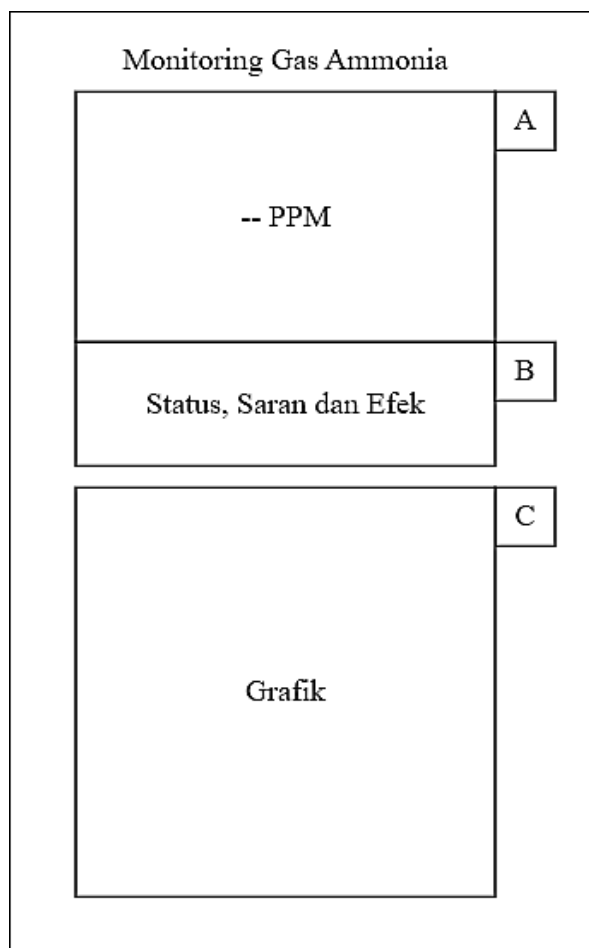
Gambar 4.6 Rancangan Alat

Penjelasan daripada Gambar 4.6 merupakan proses perancangan daripada alat penelitian tersebut, langkah pertama yang dilakukan yaitu menempatkan sensor MQ-135 secara strategis agar dapat mendeteksi dengan akurat konsentrasi gas *ammonia*. Sensor ini kemudian dihubungkan dengan Mikrokontroler ESP32, suatu mikrokontroler yang memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dari sensor tersebut dan mengatur komunikasi melalui jaringan *WiFi*. Selanjutnya, setelah data gas *ammonia* berhasil diambil oleh Mikrokontroler ESP32, informasi akan dikirimkan melalui koneksi *WiFi* menuju *server* atau *hosting* tertentu. Di sisi *server*, data tersebut akan diolah dan diproses untuk selanjutnya ditampilkan dalam tampilan *website* sederhana. Tampilan *website* ini berupa tabel nilai, tabel status, dan visual grafik yang relevan dengan konsentrasi gas *ammonia*. Hasil dari perancangan alat ini dapat memberikan informasi yang berguna dalam mengawasi

dan memantau kualitas gas *ammonia* di sekitar lokasi perangkat berada. Dengan tampilan *website* sederhana, data yang terkumpul dapat dengan mudah diakses dan dimengerti oleh pengguna mengenai intensitas nilai gas *ammonia* dan perubahannya, sehingga memberikan manfaat yang lebih luas dalam mengambil keputusan atau tindakan yang tepat terkait dengan kondisi lingkungan gas *ammonia* di wilayah sekitar.

g) Rancangan Antarmuka

Rancangan antarmuka merupakan elemen penting dalam memahami struktur dan tata letak *website*. Dengan bantuan rancangan antarmuka, dapat lebih mudah dalam memvisualisasikan interaksi antar elemen-elemen dalam *website* untuk mencapai tujuan yang diinginkan, seperti yang terlihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Rancangan Antarmuka

Berdasarkan pada Gambar 4.7, gambar tersebut menunjukkan 3 (tiga) blok dengan penjelasan singkat dan keterangan sebagai berikut:

- 1) Blok A bertujuan untuk mengukur intensitas gas *ammonia* yang terdeteksi oleh sensor MQ-135.
- 2) Blok B menampilkan tabel status, saran dan efek dari kondisi gas *ammonia* yang tertangkap oleh sensor dan memberikan informasi apakah kondisi udara di daerah tersebut dalam kondisi aman atau berbahaya.
- 3) Blok C berisi tabel visual grafik yang memungkinkan pengguna untuk melihat perubahan konsentrasi gas *ammonia* secara *real-time*.

Dari 3 (tiga) blok tersebut, berikut ini merupakan penjelasan lebih lengkapnya:

- 1) Blok A berfungsi sebagai bagian yang menghubungkan sensor MQ-135 dengan sistem. Sensor ini bertugas untuk mendeteksi tingkat gas *ammonia* di sekitarnya dan mengukur intensitasnya. Data yang diperoleh dari sensor ini kemudian akan diproses lebih lanjut dalam sistem.
- 2) Blok B bertanggungjawab untuk menampilkan status gas *ammonia*. Berdasarkan data hasil sensor yang diolah, sistem akan menentukan apakah konsentrasi gas *ammonia* masih dalam batas aman atau sudah mencapai tingkat bahaya. Informasi ini akan ditampilkan dalam bentuk status dan saran sesuai kondisi gas *ammonia* yang jelas dan mudah dipahami oleh pengguna.
- 3) Blok C berfungsi untuk menampilkan visual grafik dari intensitas gas *ammonia* yang diterima sensor MQ-135 yang memungkinkan pengguna untuk melihat perubahan konsentrasi gas *ammonia* secara *real-time*. Dengan adanya tabel visual grafik ini, pengguna dapat memantau secara langsung bagaimana tingkat gas *ammonia* berubah dari waktu ke waktu. Hal ini dapat membantu dalam mengambil tindakan cepat jika ada perubahan mendadak pada konsentrasi gas *ammonia* yang bisa saja mengkhawatirkan.

#### **4.1.3 Implementasi**

Implementasi merupakan proses atau tindakan yang dilakukan untuk menerapkan atau melaksanakan suatu sistem, rencana, ataupun ide. Hal ini merupakan sebuah kegiatan yang telah direncanakan dengan baik dan dilakukan dengan tujuan tertentu. Implementasi mencakup langkah-langkah konkret yang

diperlukan untuk menjalankan suatu ide atau rencana menjadi kenyataan. Dalam konteks pengembangan sistem atau proyek, implementasi memastikan bahwa semua komponen atau fitur yang telah direncanakan diwujudkan dan berfungsi sesuai dengan harapan.

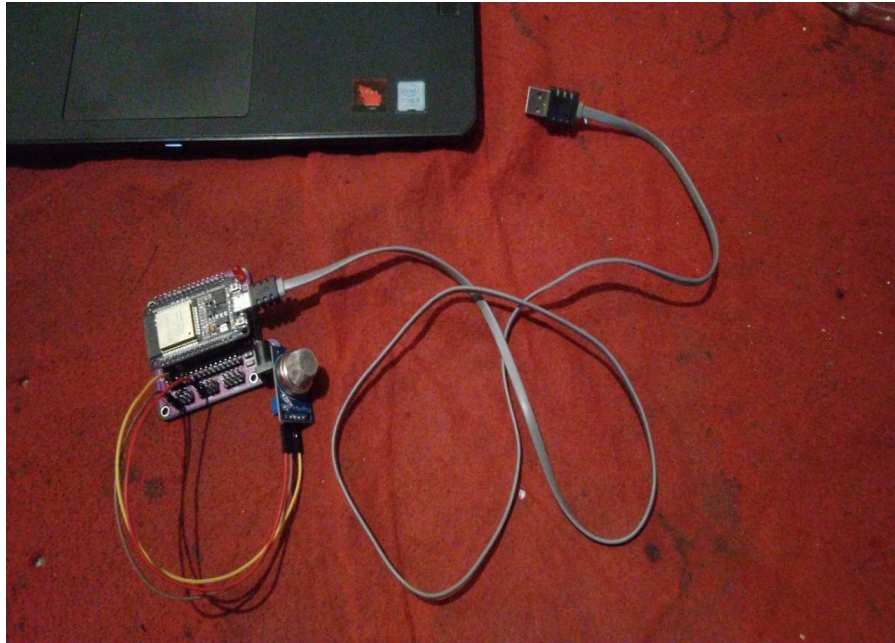
a) Implementasi Alat

Agar sistem *monitoring* gas *ammonia* berbasis Mikrokontroler ESP32 dengan menggunakan *website* dapat berjalan dengan baik, maka diperlukan perangkat keras yang sesuai. Untuk memudahkan pemahaman mengenai persyaratan yang diperlukan, komponen perangkat keras yang dibutuhkan untuk mendukung sistem ini telah tercantum dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Komponen Perangkat Keras

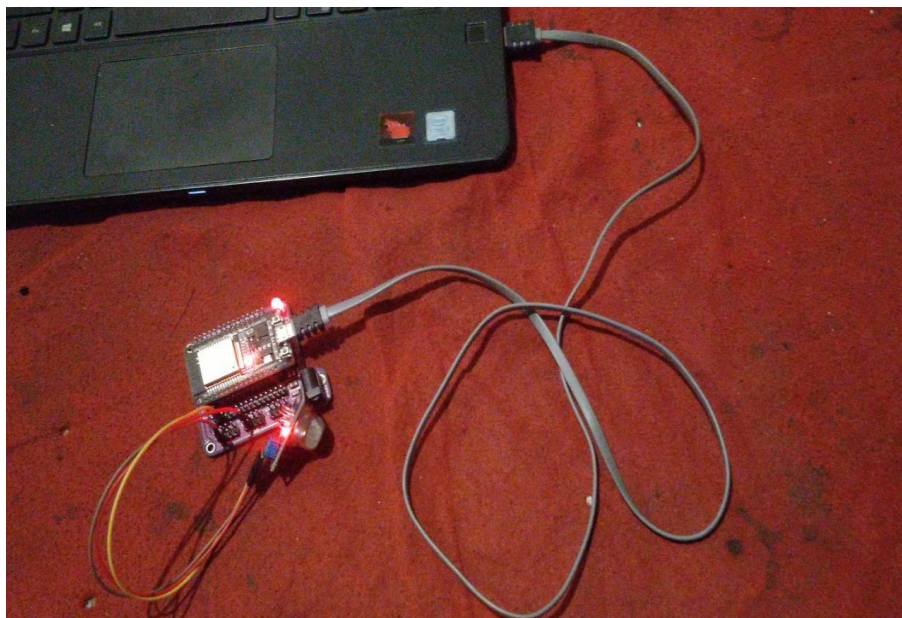
No	Perangkat Keras	Fungsi	Jumlah
1.	Laptop	Menampilkan <i>Website</i> .	1
2.	Sensor MQ-135	Pendeteksi Gas <i>Ammonia</i> .	1
3.	Mikrokontroler ESP32	Menyimpan data dan pengatur komunikasi <i>WiFi</i> dengan modul <i>WiFi</i> yang telah tersedia pada Mikrokontroler ESP32.	1
4.	USB <i>Micro</i>	Media pemindahan <i>file</i> antar perangkat elektronik.	1

Alat-alat tersebut telah dirancang untuk memenuhi kebutuhan sistem *monitoring* terhadap gas *ammonia*. Setelah menyelesaikan implementasi alat, gambaran hasil dari perangkaian sensor pendeteksi gas *ammonia* MQ-135 dan Mikrokontroler ESP32 dalam kondisi non-aktif dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Sensor MQ-135 dan Mikrokontroler ESP32 yang tidak aktif

Kemudian, berikut ini gambaran sensor pendeteksi gas *ammonia* MQ-135 dan Mikrokontroler ESP32 dengan kondisi aktif dan sudah dapat digunakan untuk *monitoring* gas *ammonia*. Dapat dilihat pada Gambar 4.9.

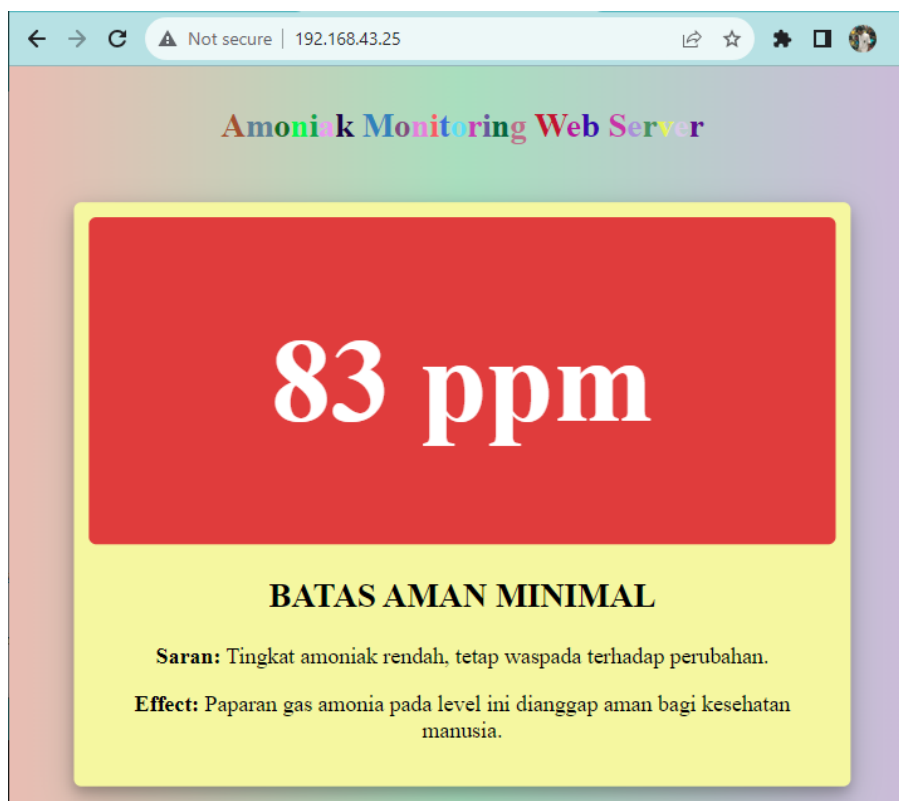


Gambar 4.9 Sensor MQ-135 dan Mikrokontroler ESP32 yang aktif

b) Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka diperlukan agar desain yang telah direncanakan dalam rancangan antarmuka dapat diwujudkan dan berfungsi secara efektif dalam

bentuk nyata. Dalam tahap implementasi, elemen-elemen desain antarmuka, seperti tata letak, ikon, tombol, dan elemen interaksi lainnya, akan diintegrasikan ke dalam sistem atau *platform* yang digunakan. Hal ini memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan *website* atau aplikasi secara intuitif dan efisien, implementasi antarmuka dapat dilihat pada Gambar 4.10.

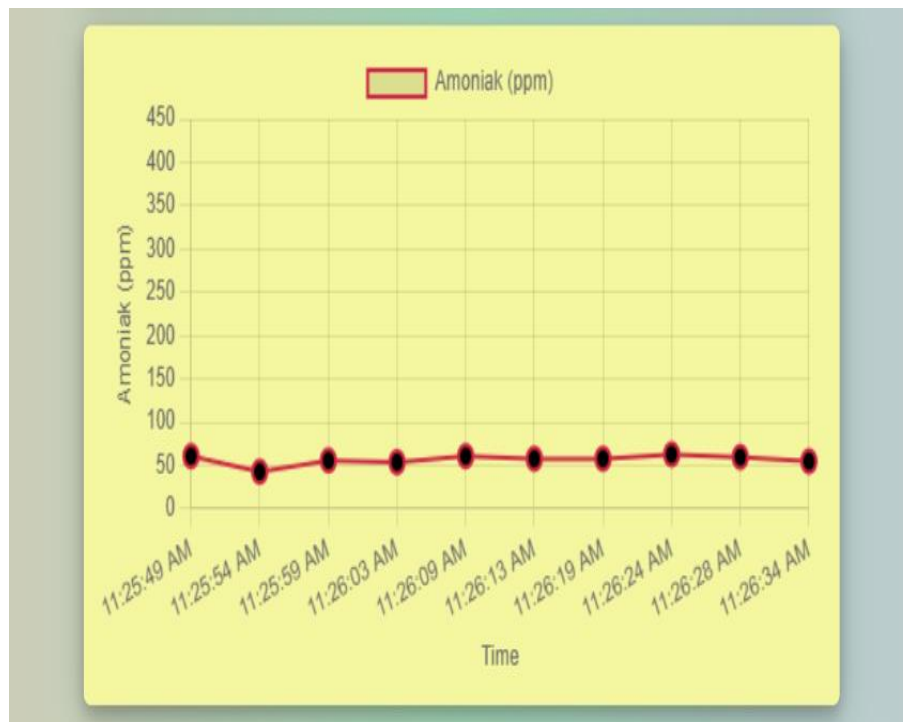


Gambar 4.10 Implementasi Antarmuka (Nilai, Status dan Saran)

Dapat dilihat dari Gambar 4.10, implementasi antarmuka dari penggabungan elemen-elemen yang sudah diatur dalam perangkat lunak *Arduino IDE* menghasilkan *output* data dalam *website* sederhana yang menampilkan tabel nilai ppm dari gas *ammonia*, status dari kondisi gas *ammonia*, dan saran yang mengikuti kondisi perubahan pada nilai gas *ammonia* yang relevan dan *real-time*.

Sementara itu, visualisasi hasil dari implementasi antarmuka ini menampilkan gambaran grafik yang relevan dan terus diperbarui secara *real-time*, sesuai dengan kondisi yang di *input* dari sensor MQ-135. Visualisasi grafik ini mampu memberikan gambaran yang jelas tentang kualitas kinerja antarmuka dalam menyajikan *input* tampilan data dalam bentuk visual grafik daripada gas

*ammonia* secara aktual. Gambaran hasil implementasi antarmuka secara detail dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Implementasi Antarmuka (Grafik)

Penjelasan terkait Gambar 4.11, merupakan gambaran dari perubahan kondisi berdasarkan nilai *input* gas *ammonia* dalam bentuk visual grafik secara *real-time*. Grafik ini penting untuk memvisualisasikan perubahan kondisi gas *ammonia* secara lebih jelas. Dengan grafik ini, dapat disimpulkan pola dan tren yang mungkin terjadi dalam respons sistem terhadap perubahan nilai gas *ammonia*. Grafik tersebut juga dapat membantu dalam analisis dan penilaian hasil penelitian secara lebih komprehensif, dan dapat menjadi sarana alternatif bagi masyarakat dalam memantau dan mengawasi perubahan-perubahan pada nilai gas *ammonia* secara aktual, relevan dan *real-time* terhadap kondisi lapangan, sedangkan mengenai implementasi antarmuka yang menampilkan hasil dari upaya penulis dalam menulis dan mengembangkan kode pemrograman melalui *Arduino* IDE untuk menciptakan sebuah *website* dengan tampilan bahasa pemrograman yang merupakan hasil dari presentasi hasil visual pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11, dapat dilihat pada Gambar 4.12.

```

AMONIAK024ika | Arduino 1.8.15
File Edit Sketch Tools Help

#include <WiFi.h>
#include <WebServer.h>
#include "index.h"

const char* ssid = "MQ135";
const char* password = "123456789";

WebServer server(80);

const int MQ135_PIN = 36;

void handleRoot() {
  String s = HTML_page;
  int amoniak = analogRead(MQ135_PIN) / 10;
  String status;
  String suggestion;

  if (amoniak >= 200) {
    status = "FATAL";
    suggestion = "Segera evakuasi dan dapatkan bantuan medis!";
  } else if (amoniak >= 150) {
    status = "BAHAYA";
    suggestion = "Tingkat berbahaya! Segera evaluasi dan ambil tindakan pencegahan yang diperlukan.";
  } else if (amoniak >= 100) {
    status = "SEDANG";
    suggestion = "Tingkat sedang. Beri ventilasi pada area sekitar dan pakai APD.";
  } else if (amoniak >= 50) {
    status = "Rendah";
  }
}

```

Gambar 4.12 Kode Implementasi Antarmuka (Arduino IDE)

Pertama, pada Gambar 4.12 terlihat sebuah hasil implementasi antarmuka pemrograman menggunakan Bahasa Pemrograman C++ pada *platform sketch Arduino IDE*. Perangkat lunak *Arduino IDE* digunakan untuk memfasilitasi proses pemrograman dan implementasi kode yang ditampilkan dalam gambar tersebut. Gambar tersebut memberikan ilustrasi jelas mengenai kode pemrograman yang digunakan untuk mengoperasikan perangkat sensor melalui Bahasa C++ pada perangkat lunak *Arduino IDE*, serta penulis menyisipkan kode berupa *rule based system*, agar hasil *input* data dari sensor MQ-135 dapat terkalibrasi dengan *website* sistem *monitoring gas ammonia* tersebut.

Kedua, untuk hasil kode pemrograman daripada *website* yang di program menggunakan Bahasa Pemrograman HTML guna untuk menampilkan *input* data sensor yang divisualisasikan nilai kadar gas *ammonia* ke dalam bentuk tabel dan grafik yang sederhana, relevan dan *real-time*. Pada kode HTML tersebut, penulis menyisipkan kode pemrograman yang merujuk pada nama judul penelitian, agar menghasilkan tampilan pada setiap huruf judul berganti-ganti warna dengan fitur *Red Green Blue* (RGB), agar tampilan dalam *website* sederhana tersebut memiliki kesan yang menarik, unik dan kreatif, dapat dilihat pada Gambar 4.13 di bawah ini.



```

AMONIAK020ika - index.h [Arduino 1.8.15]
File Edit Sketch Tools Help
AMONIAK020ika mteck
const char MAIN_page[] PROGMEM = R"*****
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Amonial Monitoring Web Server</title>
<style>
body {
background: linear-gradient(to right, #F5B7B1, #A6C9FF, #0284C0);
}
.card-chart {
width: 50px;
box-shadow: 0 4px 8px 0 rgba(0,0,0,0.2), 0 4px 20px 0 rgba(0,0,0,0.19);
text-align: center;
border-radius: 5px;
background-color: #F5F7A0;
margin: 20px auto;
padding: 10px;
}
.center {
display: flex;
justify-content: center;
}
}
}
}
card {
width: 50px;
box-shadow: 0 4px 8px 0 rgba(0,0,0,0.2), 0 4px 20px 0 rgba(0,0,0,0.19);
text-align: center;
border-radius: 5px;
background-color: #F5F7A0;

```

Gambar 4.13 Kode Implementasi Antarmuka (HTML)

Dalam Gambar 4.13, menunjukkan hasil penulisan kode pemrograman dari tampilan *website* menggunakan Bahasa Pemrograman HTML, yang merupakan kode pemrograman dasar pada *Arduino* IDE untuk menghasilkan sebuah *website* dengan tampilan sederhana. Contoh tersebut menggambarkan cara efektif dalam mengintegrasikan elemen-elemen dalam halaman *website*. Proses pembuatan tampilan *website* dengan Bahasa Pemrograman HTML ini memberikan kemudahan dalam pengembangan dan memastikan tampilan halaman *website* tetap konsisten, terlihat lebih unik dan menarik bagi pengguna.

## 4.2 Pengujian

Pengujian merupakan proses penting untuk menguji, memeriksa, dan mengevaluasi suatu sistem atau teori secara sistematis dan terkontrol.

### 4.2.1 Analisa Sistem

Dalam tahap analisa sistem ini, akan dievaluasi berbagai aspek dan fitur yang terdapat pada sistem. Hasil dari pengujian tersebut akan dicermati dan dianalisis untuk melihat performa serta kinerja sistem secara keseluruhan. Informasi hasil daripada pengujian sistem dan alat di atas, dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Jarak Sensor MQ-135 Sejauh 5 cm dari Sumber Gas *Ammonia*.

No.	Jarak	Waktu	Kadar	Status	Saran/Keterangan
1.	5 cm	10.08.25	183	BAHAYA	Tingkat berbahaya! Segera evakuasi dan ambil tindakan pencegahan yang diperlukan.
2.	5 cm	10.08.30	158	BAHAYA	Tingkat berbahaya! Segera evakuasi dan ambil tindakan pencegahan yang diperlukan.
3.	5 cm	10.08.35	106	SEDANG	Tingkat amoniak sedang. Beri ventilasi pada area sekitar dan pakai APD.
4.	5 cm	10.08.40	113	SEDANG	Tingkat amoniak sedang. Beri ventilasi pada area sekitar dan pakai APD.
5.	5 cm	10.08.45	114	SEDANG	Tingkat amoniak sedang. Beri ventilasi pada area sekitar dan pakai APD.
6.	5 cm	10.08.50	185	BAHAYA	Tingkat berbahaya! Segera evakuasi dan ambil tindakan pencegahan yang diperlukan.
7.	5 cm	10.08.55	152	BAHAYA	Tingkat berbahaya! Segera evakuasi dan ambil tindakan pencegahan yang diperlukan.
8.	5 cm	10.09.00	100	SEDANG	Tingkat amoniak sedang. Beri ventilasi pada area sekitar dan pakai APD.
9.	5 cm	10.09.05	128	SEDANG	Tingkat amoniak sedang. Beri ventilasi pada area sekitar dan pakai APD.
10.	5 cm	10.09.10	120	SEDANG	Tingkat amoniak sedang. Beri ventilasi pada area sekitar dan pakai APD.

Dari data yang tercantum pada Tabel 4.2 tersebut, terlihat bahwa sensor gas *ammonia* MQ-135 saat ditempatkan pada jarak 5 cm menghasilkan *output* data yang menampilkan urutan kadar gas *ammonia* yang di *input* secara *real-time* oleh sensor MQ-135 setiap interval 5 detik sekali.

Selanjutnya, peneliti melakukan percobaan untuk menempatkan sensor gas *ammonia* MQ-135 pada posisi yang sedikit lebih jauh dari sumber gas *ammonia*. Berikut ini adalah hasil rekap data dari *input* sensor gas *ammonia* MQ-135 secara *real-time* dapat dilihat dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jarak Sensor MQ-135 Sejauh 10 cm dari Sumber Gas *Ammonia*

No.	Jarak	Waktu	Kadar	Status	Keterangan
1.	10 cm	10.24.40	161	BAHAYA	Tingkat berbahaya! Segera evakuasi dan ambil tindakan pencegahan yang diperlukan.
2.	10 cm	10.24.45	134	SEDANG	Tingkat amoniak sedang. Beri ventilasi pada area sekitar dan pakai APD.
3.	10 cm	10.24.50	119	SEDANG	Tingkat amoniak sedang. Beri ventilasi pada area sekitar dan pakai APD.
4.	10 cm	10.24.55	81	AMAN	Tingkat amoniak aman, tapi tetap awasi.
5.	10 cm	10.25.00	68	AMAN	Tingkat amoniak aman, tapi tetap awasi.
6.	10 cm	10.25.05	96	AMAN	Tingkat amoniak aman, tapi tetap awasi.
7.	10 cm	10.25.10	62	AMAN	Tingkat amoniak aman, tapi tetap awasi.
8.	10 cm	10.25.15	64	AMAN	Tingkat amoniak aman, tapi tetap awasi.
9.	10 cm	10.25.20	69	AMAN	Tingkat amoniak aman, tapi tetap awasi.
10.	10 cm	10.25.25	65	AMAN	Tingkat amoniak aman, tapi tetap awasi.

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 4.3 tersebut dapat diamati bahwa, ketika sensor gas *ammonia* MQ-135 ditempatkan pada jarak 10 cm, menghasilkan *output* yang secara *real-time* menampilkan urutan data gas *ammonia* yang di *input* oleh sensor MQ-135 setiap interval 5 detik sekali.

Kemudian, peneliti melakukan percobaan sekali lagi dengan tujuan menempatkan sensor gas *ammonia* tipe MQ-135 pada jarak yang sedikit lebih jauh dari sumber gas *ammonia* seperti pada percobaan sebelumnya. Hasil dari pengumpulan data sensor gas *ammonia* MQ-135 yang telah dihimpun dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Jarak Sensor MQ-135 Sejauh 20 cm dari Sumber Gas *Ammonia*

No.	Jarak	Waktu	Kadar	Status	Keterangan
1.	20 cm	12.27.00	88	AMAN	Tingkat amoniak aman, tapi tetap awasi.
2.	20 cm	12.27.05	89	AMAN	Tingkat amoniak aman, tapi tetap awasi.

Tabel 4.4 Jarak Sensor MQ-135 Sejauh 20 cm (lanjutan)

No.	Jarak	Waktu	Kadar	Status	Keterangan
3.	20 cm	12.27.10	67	AMAN	Tingkat amoniak aman, tapi tetap awasi.
4.	20 cm	12.27.15	65	AMAN	Tingkat amoniak aman, tapi tetap awasi.
5.	20 cm	12.27.20	57	AMAN	Tingkat amoniak aman, tapi tetap awasi.
6.	20 cm	12.27.25	50	AMAN	Tingkat amoniak aman, tapi tetap awasi.
7.	20 cm	12.27.30	46	TIDAK ADA GAS BERBAHAYA	Data amoniak tidak tersedia atau di luar jangkauan
8.	20 cm	12.27.35	49	TIDAK ADA GAS BERBAHAYA	Data amoniak tidak tersedia atau di luar jangkauan
9.	20 cm	12.27.40	48	TIDAK ADA GAS BERBAHAYA	Data amoniak tidak tersedia atau di luar jangkauan
10.	20 cm	12.27.45	49	TIDAK ADA GAS BERBAHAYA	Data amoniak tidak tersedia atau di luar jangkauan

Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 4.4 tersebut dapat diamati bahwa, ketika sensor gas *ammonia* MQ-135 ditempatkan pada jarak 20 cm, menghasilkan *output* yang secara *real-time* menampilkan urutan data gas *ammonia* yang di *input* oleh sensor MQ-135 setiap interval 5 detik sekali. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor MQ-135 mampu secara akurat dan berkala mendeteksi konsentrasi gas *ammonia* pada jarak yang telah ditentukan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari penelitian dalam pembuatan sistem *rule based system* untuk *monitoring gas ammonia* berbasis *Internet of Things*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem *monitoring gas ammonia* pada TPS Tambakboyo telah berhasil dibuat dan di implementasikan secara langsung, alat dan sistem telah sukses mengolah data gas *ammonia* secara *real-time* serta berhasil menampilkan data pada *website* sederhana dengan hasil tampilan berupa nilai kadar ppm gas *ammonia*, status, saran dan grafik secara *real-time*.
2. Hasil olahan data gas *ammonia* pada TPS Tambakboyo telah berhasil diolah pada sistem dengan menggunakan *hardware* sensor MQ-135 dan Mikrokontroler ESP32, serta menggunakan *software* Arduino IDE sebagai perancangan bahasa pemrograman dan penggunaan *rule based* guna untuk mengukur batasan-batasan konsentrasi dari gas *ammonia* yang menggunakan Bahasa Pemrograman C++ dan HTML. Dengan hasil data-data tersebut, sistem ini dapat di pertanggung jawabkan keakuratannya.

#### **5.2 Saran**

Hasil dari penelitian ini memberikan beberapa saran yang dapat di terapkan pada penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Penelitian ini hanya mengaplikasikan 1 (satu) sensor dalam implementasinya. Oleh karena itu, dalam penelitian mendatang, disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan lebih dari 1 (satu) sensor gas *ammonia* MQ-135 guna mendapatkan hasil yang lebih relevan dan akurat. Dengan memperluas jumlah sensor, analisis terhadap tingkat konsentrasi gas *ammonia* dapat menjadi lebih komprehensif dan dapat diandalkan.
2. Penelitian ini tidak memanfaatkan penggunaan *database* untuk menyimpan data-data *real-time* tersebut. Hal ini disebabkan oleh fokus peneliti hanya pada perubahan kadar gas *ammonia*, sehingga untuk penelitian selanjutnya

akan lebih bermanfaat jika menggunakan *database* guna melacak riwayat data kadar gas *ammonia* yang di *input* sensor sebelumnya dan memperdalam pemahaman terhadap tren dan pola perubahannya.

3. Penelitian ini hanya menggunakan sensor gas *ammonia* tanpa perangkat keras tambahan, sehingga diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan perangkat keras berupa *alarm* atau perangkat keras lainnya yang sesuai dengan fokus dari pengembangan terhadap penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian ini.
4. Penelitian ini belum menggunakan metode *scientific*, sehingga diperlukan perbandingan dengan metode-metode ilmiah yang lebih tepat guna untuk mencapai hasil yang optimal pada tahapan penelitian selanjutnya. Dalam rangka mengoptimalkan hasil penelitian yang akan datang, penting bagi peneliti untuk mempertimbangkan dan menerapkan metode yang lebih ilmiah guna meraih pemahaman yang lebih mendalam dan akurat terhadap fokus tujuan dari yang diteliti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., Studi, P., & Informatika, T. (2023). *APLIKASI THERMAL SCANNER BERBASIS ARDUINO UNTUK ASESMEN SUHU TUBUH SECARA MANDIRI DI ERA PANDEMI COVID-19*.
- Aprillya, M. R., & Chasanah, U. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Identifikasi Daerah Rawan Kekeringan dengan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus: Kabupaten Lamongan). *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 3(2), 159–167. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v3i2.3983>
- Ardiansyah, H., & Bianto, M. A. (2022). Implementation of License Plate Recognition Monitoring System using Neural Network on Solar Powered Microcontroller. *Indonesian Vocational Research Journal*, 2(1), 105. <https://doi.org/10.30587/ivrj.v2i1.4949>
- Arganata, F. Z. (2017). Beberapa Faktor Penyebab Gangguan Faal Paru Pada Penjual Unggas Di Pasar Burung Kupang Surabaya. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 5(1), 31. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v5i1.2016.31-40>
- Ashari, I. A., Widodo, A. P., & Suryono, S. (2019). The Monitoring System for Ammonia Gas (NH<sub>3</sub>) Hazard Detection in the Livestock Environment uses Inverse Distance Weight Method. *Proceedings of 2019 4th International Conference on Informatics and Computing, ICIC 2019*, 2, 3–8. <https://doi.org/10.1109/ICIC47613.2019.8985673>
- Brigden, K., & Stringer, R. (2000). Ammonia and Urea Production : Incidents of Ammonia Release from the Profertil Urea and Ammonia Facility, Bahia Blanca, Argentina 2000. *Greenpeace Research Laboratories, December*, 4.
- Brightling, J. (2018). Ammonia and the fertiliser industry: The development of ammonia at Billingham. *Johnson Matthey Technology Review*, 62(1), 32–47. <https://doi.org/10.1595/205651318X696341>
- Daniel Panggabean, R. A., Budiman, E., & Pohny. (2017). Monitoring Kegiatan Kapal Pada Kantor Kesyahbandaran Dan Otoritas Pelabuhan Di Samarinda.

- Prosiding Seminar Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 2(1), 1–5.
- DwicaHYo, H. B. (2017). Analisis Kadar NH<sub>3</sub>, Karakteristik Individu Dan Keluhan Pernapasan Pemulung Di TPA Sampah Benowo Dan Bukan Pemulung Di Sekitar TPA Sampah Benowo Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(2), 135–144.
- Environments, V. (n.d.). *Implementasi Perilaku Agen Berbasis. 1.*
- Febrie, S. A., Irmayanti, D., & Muttaqin, M. R. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Pembebasan Bersyarat Narapidana Narkotika Lembaga Permasyarakatan Kelas Iib Purwakarta Dengan Metode Profile Matching. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(4), 1320–1331. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i4.3245>
- Finandhita, A. (2018). Pengenalan UML dan Diagram Use Case. *Akademia.Ac.Id*, 38. [https://repository.unikom.ac.id/55717/1/Bab 2 - Pengenalan UML dan Diagram Use Case.pdf](https://repository.unikom.ac.id/55717/1/Bab%20-%20Pengenalan%20UML%20dan%20Diagram%20Use%20Case.pdf)
- Findawati, Y. (2018). Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak. In *Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak*.
- Firdaus, A. R. (2018). Analisis Risiko Paparan Nh<sub>3</sub> Dan H<sub>2</sub>S Terhadap Gangguan Pernapasan Pada Penduduk Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Bukit Pinang Samarinda. *KESMAS UWIGAMA: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2(1), 49–56. <https://doi.org/10.24903/kujkm.v2i1.302>
- Gumelar, D. M., Rivai, M., & Tasripan, T. (2017). Rancang Bangun Wireless Electronic Nose Berbasis Teknologi Internet of Things. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 6–10. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.26039>
- Gunawan, I., Wasil, M., & Mahpuz, M. (2023). Penerapan Internet Of Things (IoT) Pada Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Rumah Tangga. *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 6(1), 115–126. <https://doi.org/10.29408/jit.v6i1.7204>
- Haryanto, H., & Permata, E. (2016). Sistem Monitoring Proses Produksi pada Mesin Bardi di PT. Tirta Investama (Danone Aqua) Sukabumi Berbasis Web. *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 3(1), 26. <https://doi.org/10.36055/setrum.v3i1.495>



- Hidayatullah, A. A. (2018). *Identifikasi konflik peminjaman menggunakan rule-based pada sistem informasi peminjaman ruangan dan fasilitas kampus*. <http://etheses.uin-malang.ac.id/12047/>
- hutahaen. (2015). Perancangan Sistem Informasi Akuntansi Management Fee Jasa Outsourcing Berbasis Web Pada PT. Trisakti Manunggal Jaya. *Journal ...*, 1–2. <http://jurnal.stmik.banisaleh.ac.id/index.php/JIST/article/view/112>
- Iera, A., Floerkemeier, C., Mitsugi, J., & Morabito, G. (2010). The Internet of things. *IEEE Wireless Communications*, 17(6), 8–9. <https://doi.org/10.1109/MWC.2010.5675772>
- Irfandi, M. A., Romadhony, A., & Saadah, S. (2015). *Implementasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi Dan Mulut Menggunakan Metode Hybrid Case-Based Dan Rule-Based Reasoning*. April 2017. <https://doi.org/10.21108/indosc.2015.19>
- Janariandana, Z., Faisal, A., Astripat, A. M., Meidiyanti, D., Utomo, R. P., Purnama, R., & Rachmatika, R. (2023). Pelatihan Pembuatan Web Design Menggunakan HTML Dan CSS Di SMK Letris Indonesia 2. *AMMA : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(12), 1608–1612.
- Jannah, W. (2021). Optimasi Rute Pengangkutan Sampah Di Kota Lamongan Dengan Menggunakan Metode Saving Matrix. *Indonesian Journal of Spatial Planning*, 1(2), 57. <https://doi.org/10.26623/ijsp.v1i2.3108>
- Justiani, A. A. (2021). Hubungan paparan gas Amonia dengan gangguan pernapasan pada pekerja peternakan ayam. *Jurnal Medika Hutama*, 2(2), 750–756. <http://jurnalmedikahutama.com>
- Kurniawan, M. F. (2023). *KUNCI PINTU BERBASIS INTERNET OF THING (IoT)*. 3(1), 1–16.
- Kusumo, A. T., Vito Triantori, & Ishak Komarudin. (2021). Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Berbasis Web pada Smooth-Tee dengan Metode Waterfall. *Jurnal Sistem Informasi*, 10(2), 82–88. <https://doi.org/10.51998/jsi.v10i2.422>
- León, O., Hernández-Serrano, J., & Soriano, M. (2010). Securing cognitive radio networks. *International Journal of Communication Systems*, 23(5), 633–652.

<https://doi.org/10.1002/dac>

- Mahmud, A. (2013). Mesin penjawab otomatis al-hadits menggunakan metode rule based. *Skripsi*.
- Mudjahidin, M., & Dita Pahang Putra, N. (2012). Rancang Bangun Sistem Informasi Monitoring Perkembangan Proyek Berbasis Web. *Jurnal Teknik Industri*, 11(1), 75–83. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol11.no1.75-83>
- Muhammad Amin, S.Kom., M. K. (2023). *PEMROGRAMAN DENGAN BAHASA HTML DAN CSS Penulis :*
- Mujilahwati, S., & Fauziah, S. N. (2018). Pemodelan Ooad Aplikasi Prediksi Harga Sembako Berbasis Android. *Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 12(1), 1–7. <https://doi.org/10.35457/antivirus.v12i1.430>
- Neyfa, B. C., & Tamara, D. (1976). Special meeting of Council--private practice and juniors' contract. *Bmj*, 1(6001), 107–109. <https://doi.org/10.1136/bmj.1.6001.107>
- Nizam, M. N., Haris Yuana, & Zunita Wulansari. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>
- Novelan Muhammad Syahputra. (2020). *Infotekjar : Jurnal Nasional Informatika Studi Pustaka*. 2, 1–5. <https://doi.org/10.30743/infotekjar.v4i2.2306>
- Nudin, M. I., & Wisjhnuadji, T. W. (2023). *Penerapan Sistem Monitoring dan Kontrolling Pada Keamanan Brankas Berbasis IoT*. 11, 93–97.
- Permana, F. S. P. S. M. N. R. S. (2018). Pemanfaatan Teknologi Cloud Blynk Dalam Sistem Kontrolling Stop Kontak Lampu Rumah Berbasis Aplikasi Android. *Jurnal Teknik Informatika Atmaluhur*, 6(1), 40.
- Prasetya, A., Khambali, I., & . R. (2019). Analisis Risiko Pajanan Gas Amonia (Nh3) Pada Pekerja Pabrik Tahu Di Desa Sepande Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo Tahun 2018. *Gema Lingkungan Kesehatan*, 17(1), 44–49. <https://doi.org/10.36568/kesling.v17i1.1052>
- Puspita, N., & Sari, Tri Rima Setyawati, A. H. Y. (2014). Kondisi hematologi pemulung yang terpapar gas amoniak di tempat pembuangan akhir ( TPA ) sampah Batu Layang Pontianak. *Protobiont*, 3(September 2013), 31–39.

- Rosa, A. A., Simon, B. A., & Lieanto, K. S. (2020). Sistem Pendeteksi Pencemaran Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135. *Ultima Computing: Jurnal Sistem Komputer*, 12(1), 23–28. <https://doi.org/10.31937/sk.v12i1.1611>
- Sandi, G. H., & Fatma, Y. (2023). Pemanfaatan Teknologi Internet of Things ( Iot ) Pada Bidang Pertanian. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 1–5.
- Satria, M. B., & Ardiansyah, H. (2023). Analisis dan Perancangan Sistem Raport Digital Metode Waterfall. *Journal on Education*, 5(2), 5143–5151. <https://doi.org/10.31004/joe.v5i2.1253>
- Setiyani, L. (2021). Desain Sistem : Use Case Diagram Pendahuluan. *Prosiding Seminar Nasional : Inovasi & Adopsi Teknologi 2021, September*, 246–260.
- Shodiq, M., & Saputra, B. D. (2022). Grey Forecasting Model Untuk Peramalan Harga Ikan Budidaya. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(6), 1770. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i6.5120>
- Siswanti, A., & Suryono, D. (2016). Wireless Sensor System Untuk Pemantauan Kadar Gas Amonia (Nh3) Menggunakan Algoritma Berbasis Aturan. *Youngster Physics Journal*, 5(2), 59–68.
- Solekha, R., Ayu, P., Setiyowati, I., Musyarofah, B., Nisah, S., Bianto, A., & Jauhari, B. D. (2023). Penyulingan Minyak Atsiri Serai Wangi Dengan Metode Stabilitas Suhu dan Lama Penyulingan untuk Meningkatkan Rendemen. *Journal of Biology Education, Science & Technology*, 6(1), 120–126.
- Sucipto, A., Brilliantina, A., Kurnia, E., Sari, N., Wijaya, R., & Adhamatika, A. (2023). Rancang Bangun Alat Deteksi Dan Pengukur Gas Emisi Karbondioksida ( CO2 ) Dan Gas Emisi Metana ( CH4 ) Berbasis Mikrokontoler Abstrak Abstrac *PENDAHULUAN Perubahan iklim yang terjadi di bumi saat ini sangat dipengaruhi oleh gas emisi rumah kaca yang dihas*. 2(1), 122–126.
- Tamrakar, A. K., Shukla, A., Kalifullah, A. H., Reegu, F. A., & Shukla, K. (2022). extended review on internet of things (IoT) and its characterisation.

- International Journal of Health Sciences*, 7(26), 8490–8500.  
<https://doi.org/10.53730/ijhs.v6ns2.7177>
- Technology, B. O. F., & Engineering, C. (n.d.). *IOT BASED AIR AND SOUND POLLUTION MONITORING Candidate 's Declaration*. 141085.
- Umar, R., Riadi, I., & Handoyo, E. (2019). Analisis Keamanan Sistem Informasi Berdasarkan Framework COBIT 5 Menggunakan Capability Maturity Model Integration (CMMI). *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 9(1), 47.  
<https://doi.org/10.21456/vol9iss1pp47-54>
- Usdeldi, & Damanik, F. V. (2020). JAAB: Jurnal of Applied Accounting And Business Pendahuluan Landasan Teori. *Jurnal of Applied Accounting And Business*, 2(2), 86–93.
- Utami, E., & Hartati, S. (2007). Pendekatan Metode Rule Based Dalam Mengalihbahasakan Teks Bahasa Inggris Ke Teks Bahasa Indonesia. *Jurnal Informatika*, 8, 42–53. <https://doi.org/10.9744/informatika.8.1.pp.42-53>
- Utami, J. H. (2022). *Analisis Kadar Gas Amonia (NH3) Terhadap Faktor Lingkungan di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan Yogyakarta*.
- Widiastuti, N. I., & Susanto, R. (2014). Kajian sistem monitoring dokumen akreditasi teknik informatika unikom. *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 12(2), 195–202. <https://doi.org/10.34010/miu.v12i2.28>
- Dubin Taosha, Wang Jing, Li Yuan, Ma Lei Lei, Wang Cui Cui, & Amaliyyah, R. Analisis struktural ko-varian pada indikator terkait kesehatan pada lansia di rumah dengan fokus pada subjektif kesehatan. Judul. 6 (Februari), 6.

Special Thanks for ChatGPT

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Tempat Penelitian (TPS Tambakboyo)



### Lampiran 2. Code System (Sketch Arduino IDE)

```
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include "index.h"

const char* ssid = "NamaWiFi";
const char* password = "PasswordWiFi";

const char* serverAddress = "alamat_server_anda";
const int serverPort = 80;

const int MQ135_PIN = 36; // Pin analog untuk
sensor MQ-135
```

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);

  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Connecting to WiFi...");
  }

  Serial.println("Connected to WiFi");
}

void loop() {
  float ammoniaValue = analogRead(MQ135_PIN);
  float ammoniaPPM = map(ammoniaValue, 0, 4095, 0,
5000); // 0-4095 untuk ESP32 ADC

  // Mengirim data ke server
  sendDataToServer(ammoniaPPM);

  delay(5000); // Interval pengiriman data
}

void sendDataToServer(float ppm) {
  WiFiClient client;

  if (client.connect(serverAddress, serverPort)) {
    String postData = "ppm=" + String(ppm);
```

```

client.println("POST /update-data HTTP/1.1");
    client.println("Host: " +
String(serverAddress));
    client.println("Content-Type: application/x-
www-form-urlencoded");
    client.print("Content-Length: ");
    client.println(postData.length());
    client.println();
    client.println(postData);

    Serial.println("Data sent to server");
}

client.stop();
}

```

### Lampiran 3. Code System (HTML Arduino IDE)

```

const char MAIN_page[] PROGMEM = R"=====(
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-
width, initial-scale=1.0">
    <title>Konsentrasi Ammonia</title>
    <style>
        .red {
            color: red;
        }
    </style>

```

```
<script
src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/chart.js"></scrip
t>
</head>
<body>
  <h1>Konsentrasi Ammonia</h1>
  <form action="/" method="post">
    <label for="ammonia_ppm">Masukkan nilai
konsentrasi ammonia (ppm):</label>
    <input type="text" name="ammonia_ppm"
id="ammonia_ppm">
    <button type="submit">Tampilkan
Informasi</button>
  </form>

  <h2>Status:</h2>
  <table>
    <tr>
      <td>Keterangan:</td>
      <td id="keterangan"></td>
    </tr>
    <tr>
      <td>Saran:</td>
      <td id="saran"></td>
    </tr>
    <tr>
      <td>Efek Kesehatan:</td>
      <td id="efek"></td>
    </tr>
  </table>

```



```
        <tr>
            <td>Jarak yang Dianjurkan:</td>
            <td id="jarak"></td>
        </tr>
    </table>

    <h2>Grafik Konsentrasi Ammonia</h2>
    <canvas id="ammoniaChart"></canvas>

    <script>
        const keteranganElement =
document.getElementById('keterangan');
        const saranElement =
document.getElementById('saran');
        const efekElement =
document.getElementById('efek');
        const jarakElement =
document.getElementById('jarak');
        const chartCanvas =
document.getElementById('ammoniaChart');
        const ctx = chartCanvas.getContext('2d');

        let chart;

        function updateStatusTable(ppm) {
            if (ppm <= 10) {
                keteranganElement.textContent = 'Sangat
Rendah';
                saranElement.textContent = 'Konsentrasi
ammonia sangat rendah, biasanya aman.';
            }
        }
    </script>
</body>
</html>
```

```
        efekElement.textContent = 'Tidak ada
efek kesehatan yang signifikan.';
        jarakElement.textContent = 'Ammonia
dalam konsentrasi sangat rendah umumnya aman.';
    } else if (ppm <= 25) {
        keteranganElement.textContent =
'Rendah';
        saranElement.textContent = 'Konsentrasi
ammonia dalam kisaran normal.';
        efekElement.textContent = 'Tidak ada
efek kesehatan yang signifikan.';
        jarakElement.textContent = 'Ammonia
dalam konsentrasi rendah umumnya tidak memerlukan
tindakan khusus.';
    } else if (ppm <= 50) {
        keteranganElement.textContent =
'Sedang';
        saranElement.textContent = 'Konsentrasi
ammonia sedang, perlu perhatian.';
        efekElement.textContent = 'Paparan
jangka panjang dapat menyebabkan iritasi pada mata
dan saluran pernapasan.';
        jarakElement.textContent = 'Pastikan
sirkulasi udara baik dan hindari paparan
langsung.';
    } else if (ppm <= 100) {
        keteranganElement.textContent =
'Tinggi';
        saranElement.textContent = 'Konsentrasi
ammonia tinggi, segera ambil tindakan.';
```

```
        efekElement.textContent = 'Paparannya dapat menyebabkan iritasi parah pada mata dan saluran pernapasan.';
        jarakElement.textContent = 'Pindahkan diri ke tempat yang aman dan segarkan udara segera.';
    } else if (ppm <= 200) {
        keteranganElement.textContent = 'Sangat Tinggi';
        saranElement.textContent = 'Konsentrasi ammonia sangat tinggi, tindakan darurat diperlukan.';
        efekElement.textContent = 'Paparannya dapat mengakibatkan kerusakan serius pada kesehatan dan bahkan kematian.';
        jarakElement.textContent = 'Segera pindahkan diri ke tempat yang aman, gunakan masker pernapasan, dan hubungi tim darurat.';
    } else if (ppm <= 300) {
        keteranganElement.textContent = 'Ekstrem';
        saranElement.textContent = 'Konsentrasi ammonia di atas ambang batas, segera evakuasi.';
        efekElement.textContent = 'Paparannya dapat mengakibatkan kerusakan parah pada kesehatan dan kematian.';
        jarakElement.textContent = 'Tinggalkan area terpapar segera, gunakan masker pernapasan, dan hubungi tim darurat.';
```

```
    } else if (ppm <= 400) {
        keteranganElement.textContent =
'Bahaya';
        saranElement.textContent = 'Konsentrasi
ammonia sangat berbahaya, evakuasi segera.';
        efekElement.textContent = 'Paparan
dapat menyebabkan kerusakan parah pada kesehatan
dan bahkan kematian.';
        jarakElement.textContent = 'Segera
evakuasi dan hubungi tim darurat.';
    } else if (ppm <= 500) {
        keteranganElement.textContent =
'Ekstrem';
        saranElement.textContent = 'Konsentrasi
ammonia berbahaya, evakuasi mendesak.';
        efekElement.textContent = 'Paparan
dapat mengakibatkan kerusakan parah pada kesehatan
dan kematian.';
        jarakElement.textContent = 'Evakuasi
segera dan hubungi tim darurat.';
    } else if (ppm <= 600) {
        keteranganElement.textContent = 'Sangat
Ekstrem';
        saranElement.textContent = 'Konsentrasi
ammonia sangat berbahaya, evakuasi mendesak.';
        efekElement.textContent = 'Paparan
dapat menyebabkan kerusakan parah pada kesehatan
dan bahkan kematian.';
        jarakElement.textContent = 'Evakuasi
segera dan hubungi tim darurat.';
```

```
    } else if (ppm <= 700) {
        keteranganElement.textContent = 'Sangat
Bahaya';
        saranElement.textContent = 'Konsentrasi
ammonia sangat berbahaya, evakuasi mendesak.';
        efekElement.textContent = 'Paparan
dapat menyebabkan kerusakan parah pada kesehatan
dan bahkan kematian.';
        jarakElement.textContent = 'Evakuasi
segera dan hubungi tim darurat.';
    } else if (ppm <= 800) {
        keteranganElement.textContent =
'Parah';
        saranElement.textContent = 'Konsentrasi
ammonia sangat berbahaya, evakuasi segera.';
        efekElement.textContent = 'Paparan
dapat menyebabkan kerusakan parah pada kesehatan
dan bahkan kematian.';
        jarakElement.textContent = 'Evakuasi
segera dan hubungi tim darurat.';
    } else if (ppm <= 900) {
        keteranganElement.textContent =
'Kritis';
        saranElement.textContent = 'Konsentrasi
ammonia kritis, evakuasi darurat.';
        efekElement.textContent = 'Paparan
dapat menyebabkan kerusakan parah pada kesehatan
dan bahkan kematian.';
        jarakElement.textContent = 'Evakuasi
segera dan hubungi tim darurat.';
```

```

        } else {
            keteranganElement.textContent =
'Darurat';
            saranElement.textContent = 'Konsentrasi
ammonia darurat, evakuasi segera.';
            efekElement.textContent = 'Paparan
dapat menyebabkan kerusakan parah pada kesehatan
dan bahkan kematian.';
            jarakElement.textContent = 'Evakuasi
segera dan hubungi tim darurat.';
        }
    }

function updateChart(ppm) {
    if (!chart) {
        chart = new Chart(ctx, {
            type: 'line',
            data: {
                labels: [],
                datasets: [{
                    label: 'Konsentrasi
Ammonia (ppm)',
                    data: [],
                    borderColor: 'blue',
                    backgroundColor:
'rgba(0, 0, 255, 0.1)',
                    borderWidth: 1
                }]
            },
            options: {

```

```
        responsive: true,
        maintainAspectRatio: false,
        scales: {
            y: {
                beginAtZero: true
            }
        }
    });
}

    chart.data.labels.push(new
Date().toLocaleTimeString());
    chart.data.datasets[0].data.push(ppm);

    if (chart.data.labels.length > 10) {
        chart.data.labels.shift();

chart.data.datasets[0].data.shift();
    }

    chart.update();
}

// Simulasi data realtime
let testPPM = 50;
setInterval(() => {
    testPPM = Math.random() * 200; // Ganti
ini dengan data yang sesuai
    updateStatusTable(testPPM);
```

```
        updateChart (testPPM) ;  
        }, 1000) ;  
    </script>  
</body>  
</html>  
)=====";
```