

# **Pengembangan Sistem Pendeteksi Kebakaran dan Kebocoran Gas berbasis Arduino**

## **SISTEM TERTANAM**

Disusun Oleh:

13323020\_Naomi Butar butar

13323031\_Handika Nainggolan

13323018\_Bastian Sitanggang



**D3 TEKNOLOGI KOMPUTER**

**Fakultas VOKASI**

**INSTITUT TEKNOLOGI DEL**

**TAHUN 2024**

# DAFTAR ISI

|   |           |
|---|-----------|
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                     | <b>3</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                     | <b>4</b>  |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>                               | <b>5</b>  |
| 1.1 <b>Latar Belakang.....</b>                                | <b>5</b>  |
| 1.2 <b>Tujuan.....</b>  | <b>6</b>  |
| 1.3 <b>Batasan Masalah .....</b>                              | <b>7</b>  |
| 1.4 <b>Deskripsi Sistem Secara Keseluruhan.....</b>           | <b>8</b>  |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                           | <b>9</b>  |
| 2.1 <b>Teori Pembahasan .....</b>                             | <b>9</b>  |
| 2.2 <b>Teori Pembahasan Alat .....</b>                        | <b>11</b> |
| 2.3 <b>Teori Pembahasan Pengembangan yang sejenisnya.....</b> | <b>13</b> |
| <b>BAB 3. PERANCANGAN DESAIN SISTEM.....</b>                  | <b>15</b> |
| 3.1 <b>Perancangan Sistem [Software].....</b>                 | <b>15</b> |
| 3.2 <b>Perancangan Sistem [Hardware].....</b>                 | <b>17</b> |
| 3.3 <b>FlowChart Sistem [Secara Keseluruhan] .....</b>        | <b>22</b> |
| <b>BAB 4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....</b>                 | <b>23</b> |
| 4.1 <b>Implementasi Hardware.....</b>                         | <b>23</b> |
| 4.2 <b>Implementasi Software .....</b>                        | <b>25</b> |
| 4.3 <b>Pengujian Hardware.....</b>                            | <b>28</b> |
| 4.4 <b>Pengujian Software .....</b>                           | <b>30</b> |
| <b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                      | <b>32</b> |
| 5.1 <b>KESIMPULAN .....</b>                                   | <b>32</b> |
| 5.2 <b>SARAN.....</b>   | <b>33</b> |
| <b>Referensi: .....</b>                                       | <b>34</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 3. 1 Perancangan Sistem Software .....   | 15 |
| Gambar 3. 2 Perancangan Sistem Hardware .....   | 17 |
| Gambar 3. 3 Arduino Mega .....                  | 18 |
| Gambar 3. 4 Sensor Gas .....                    | 18 |
| Gambar 3. 5 Sensor Api .....                    | 19 |
| Gambar 3. 6 LCD.....                            | 19 |
| Gambar 3. 7 Modul Relay .....                   | 19 |
| Gambar 3. 8 Pompa Air .....                     | 20 |
| Gambar 3. 9 Buzzer .....                        | 20 |
| Gambar 3. 10 Flowchart.....                     | 22 |
| Gambar 3. 11 Implementasi dengan Selang .....   | 24 |
| Gambar 3. 12 LCD Menyala.....                   | 24 |
| Gambar 3. 13 Rangkaian Hardware .....           | 25 |
| Gambar 3. 14 Contoh Implementasi Software ..... | 27 |

## **DAFTAR TABEL**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Table 1 Teori Pembahasan Pengembangan.....</b> | <b>13</b> |
| <b>Table 2 Pengujian Hardware .....</b>           | <b>28</b> |
| <b>Table 3 Pengujian Software .....</b>           | <b>30</b> |

# BAB 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kebakaran dan kebocoran gas merupakan ancaman serius yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, cedera, hingga kehilangan nyawa. Berdasarkan data dari *National Fire Protection Association (NFPA)*, kejadian kebakaran dan ledakan gas terus meningkat setiap tahunnya, yang mengakibatkan kerugian material dan korban jiwa yang cukup besar. Dalam banyak kasus, peristiwa kebakaran atau kebocoran gas bisa dicegah atau ditanggulangi secara efektif jika dideteksi lebih awal. Oleh karena itu, diperlukan teknologi pendeteksi dini yang mampu memberikan peringatan segera agar tindakan preventif dapat dilakukan dengan cepat.

Perkembangan teknologi sensor dan mikrokontroler, seperti Arduino, memungkinkan untuk merancang sistem pendeteksi api dan gas yang lebih ekonomis dan efisien. Penggunaan sensor gas, seperti MQ-2 atau MQ-135, yang sensitif terhadap gas beracun (seperti karbon monoksida, metana, dan LPG), serta sensor api berbasis infra merah atau ultraviolet, memberikan kemampuan pendeteksian yang andal dan responsif dalam berbagai kondisi lingkungan. Beberapa studi menunjukkan bahwa integrasi sistem ini dengan IoT juga dapat meningkatkan efektivitas dalam memonitor kondisi lingkungan secara real-time, dengan mengirimkan notifikasi langsung ke perangkat pengguna, seperti smartphone atau komputer.

Sistem deteksi api dan gas juga memainkan peran penting dalam industri dan tempat tinggal. Di banyak negara, penerapan standar keselamatan untuk kebakaran dan gas sudah menjadi kewajiban, terutama di kawasan industri dan gedung bertingkat tinggi. Sistem ini diharapkan dapat memberikan keamanan tambahan dan menjadi solusi praktis yang mudah diintegrasikan dengan infrastruktur yang sudah ada. Mengingat urgensi dan pentingnya sistem ini, penelitian lebih lanjut tentang pengembangan alat pendeteksi yang murah, praktis, dan efisien menjadi suatu kebutuhan.

## 1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pendeteksi api dan gas sebagai sistem peringatan dini yang dapat meningkatkan keselamatan. Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Membangun alat deteksi api dan gas yang mampu memberikan peringatan dini secara efektif.
- 2) Menyediakan solusi keamanan yang dapat digunakan pada lingkungan rumah dan industri.
- 3) Meningkatkan pemahaman dalam penerapan sensor dan mikrokontroler untuk keamanan.

Dengan adanya alat ini, diharapkan dapat tercipta lingkungan yang lebih aman, baik di rumah maupun industri, melalui pemantauan dan peringatan dini berbasis teknologi.

### 1.3 Batasan Masalah

Dalam mengembangkan alat pendeteksi api dan gas ini, terdapat beberapa batasan masalah yang harus diperhatikan agar penelitian lebih terfokus dan dapat dicapai dalam ruang lingkup yang ditentukan. Batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut:

1) Jenis Sensor yang Digunakan

Proyek ini hanya menggunakan sensor gas tipe MQ (misalnya MQ-2 untuk mendeteksi LPG, karbon monoksida, dan metana) serta sensor api inframerah atau ultraviolet. Alat ini tidak menggunakan sensor lain yang lebih kompleks atau khusus untuk deteksi jenis gas tertentu di luar cakupan ini.

2) Cakupan Area Deteksi

Sistem ini dirancang untuk ruangan kecil hingga menengah dan tidak dirancang untuk memantau area luas atau bangunan bertingkat tinggi.

3) Sumber Daya dan Biaya

Sistem dirancang menggunakan komponen yang ekonomis dan mudah didapatkan, sehingga tidak menggunakan teknologi atau komponen mahal yang mungkin meningkatkan performa alat namun melampaui batas anggaran proyek ini.

4) Ketepatan dan Akurasi Deteksi

Mengingat keterbatasan dari sensor-sensor sederhana yang digunakan, sistem ini memiliki batasan dalam hal ketepatan dan akurasi deteksi dibandingkan dengan perangkat deteksi api dan gas komersial yang lebih canggih.

Batasan ini ditetapkan agar hasil proyek dapat dicapai dengan waktu, biaya, dan sumber daya yang tersedia tanpa mengurangi fokus utama dari tujuan proyek.

#### **1.4 Deskripsi Sistem Secara Keseluruhan**

Sistem yang akan dibangun adalah alat pendeteksi dini untuk api dan gas berbahaya yang dapat digunakan di lingkungan rumah atau industri kecil. Sistem ini menggunakan kombinasi sensor gas dan sensor api yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino sebagai pengendali utama. Sensor gas, seperti sensor MQ-2 atau MQ-135, digunakan untuk mendeteksi gas-gas berbahaya, seperti LPG, karbon monoksida, dan metana, yang berpotensi memicu kebakaran atau ledakan. Di sisi lain, sensor api berbasis inframerah atau ultraviolet digunakan untuk mendeteksi keberadaan api atau suhu yang meningkat tajam, sebagai indikasi awal adanya kebakaran.

Ketika sensor mendeteksi keberadaan gas berbahaya atau api, sistem akan memicu alarm lokal, seperti buzzer dan LED, untuk memberikan peringatan visual dan suara kepada penghuni atau pengguna yang berada di dekat alat tersebut. Dengan demikian, pengguna dapat menerima peringatan berupa suara dan apabila api terdeteksi, maka secara otomatis system akan mengirimkan perintah untuk menyemprotkan air ke sumber api tersebut dengan cara menyebarkan air nya melalui selang yang sudah terhubung ke pompa air mini setelah mendapatkan perintah.

Alat ini dirancang agar mudah dipasang, berbiaya rendah, dan ekonomis, sehingga dapat dijangkau oleh masyarakat luas dan diaplikasikan dalam berbagai lingkungan. Selain itu, perangkat ini dirancang untuk bekerja secara mandiri dengan suplai daya yang efisien, sehingga dapat beroperasi dalam jangka waktu yang cukup lama tanpa memerlukan pemeliharaan yang kompleks. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan tingkat keamanan dengan memberikan peringatan dini yang memungkinkan tindakan pencegahan atau evakuasi dapat dilakukan dengan segera.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Teori Pembahasan

Dalam sistem keamanan berbasis teknologi, khususnya untuk deteksi dini kebakaran dan kebocoran gas, penting untuk memahami bagaimana komponen dan mekanisme yang terlibat dapat bekerja secara efektif untuk meningkatkan keselamatan. Penelitian di bidang ini terus berkembang, terutama dalam memanfaatkan sensor dan mikrokontroler untuk mendeteksi kondisi lingkungan yang berpotensi membahayakan (*Perwira & Broto, 2017*).

Beberapa permasalahan yang sering diidentifikasi mencakup:

- Bagaimana merancang sistem yang dapat mendeteksi gas berbahaya dan keberadaan api secara cepat dan andal?
- Bagaimana mengintegrasikan mikrokontroler Arduino Mega dengan berbagai sensor untuk menghasilkan respons yang sesuai?
- Bagaimana cara menyampaikan peringatan dini kepada pengguna, baik melalui alarm lokal maupun notifikasi jarak jauh?

#### A. Sensor gas

Sensor gas adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas tertentu di udara. Dalam sistem ini, **MQ-2 Gas Sensor** digunakan untuk mengenali gas berbahaya seperti LPG, asap, atau hidrogen. Sensor ini termasuk jenis semikonduktor (Metal Oxide Semiconductor - MOS), yang bekerja dengan mendeteksi perubahan resistansi akibat keberadaan gas.

Prinsip kerja sensor MQ-2 adalah sebagai berikut:

- Ketika gas terdeteksi, elemen pemanas dalam sensor memicu perubahan resistansi.
- Perubahan resistansi ini kemudian diubah menjadi sinyal listrik yang dapat dibaca oleh mikrokontroler.
- Arduino Mega, sebagai pusat kendali, membaca output dari sensor melalui salah satu pin digitalnya (misalnya pin 0) untuk memproses sinyal tersebut.

## **B. Sensor Api**

Flame Sensor digunakan untuk mendeteksi keberadaan api atau radiasi termal di lingkungan sekitar. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi panjang gelombang cahaya inframerah yang dihasilkan oleh nyala api.

Prinsip kerja sensor ini:

- Ketika api terdeteksi, sensor mengeluarkan sinyal digital pada pin outputnya.
- Arduino Mega membaca sinyal dari sensor ini melalui salah satu pin digitalnya (misalnya pin 5).
- Berdasarkan sinyal tersebut, Arduino mengaktifkan alarm atau menampilkan pesan di LCD.

## **C. Mikrokontroler Arduino Mega**

Arduino Mega adalah platform mikrokontroler yang fleksibel dan ekonomis, digunakan untuk mengendalikan dan memproses data dari sensor. Arduino mampu:

1. Membaca sinyal dari sensor gas dan api.
2. Mengontrol modul output seperti buzzer, relay, dan layar LCD.
3. Mengirimkan notifikasi atau alarm jika kondisi berbahaya terdeteksi.

## **D. Sistem Alarm dan Tindakan Otomatis**

Sistem deteksi dini tidak hanya memberikan peringatan, tetapi juga dapat mengambil tindakan otomatis seperti:

1. Mengaktifkan Buzzer: Memberikan peringatan suara kepada pengguna.
2. Memicu Pompa Air: Memadamkan api secara otomatis jika api terdeteksi.
3. Notifikasi Jarak Jauh: Mengirimkan pesan ke perangkat pengguna melalui IoT.

Sistem ini diharapkan mampu memberikan perlindungan yang lebih baik, terutama di area dengan risiko tinggi kebakaran dan kebocoran gas. Dengan memanfaatkan teknologi sederhana namun efektif, seperti sensor MQ-2 dan sensor inframerah, sistem ini dapat menjadi solusi keamanan yang ekonomis dan mudah diimplementasikan (*Prasetyo et al., 2023*).

## 2.2 Teori Pembahasan Alat

### 1. Sensor Gas (MQ Series)

Sensor gas dari seri MQ, seperti MQ-2 dan MQ-135, adalah sensor yang dirancang untuk mendeteksi gas-gas tertentu di lingkungan. Sensor ini bekerja berdasarkan perubahan resistansi elemen sensitif ketika gas target terdeteksi. Berikut adalah karakteristik utamanya:

- **MQ-2:** Mampu mendeteksi LPG, karbon monoksida (CO), metana, dan asap. Cocok untuk aplikasi peringatan dini kebakaran atau kebocoran gas.
- **MQ-135:** Dirancang untuk mendeteksi gas beracun seperti amonia, karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan formaldehida.

Sensor ini memiliki elemen pemanas internal untuk menjaga kondisi optimal deteksi. Outputnya berupa sinyal analog atau digital yang dapat diproses oleh mikrokontroler seperti Arduino (*Waworundeng, 2020*).

### 2. Sensor Api (Flame Sensor)

Sensor api digunakan untuk mendeteksi nyala api melalui radiasi cahaya inframerah (IR) atau ultraviolet (UV). Sensor ini dilengkapi dengan fotodioda atau fototransistor yang peka terhadap panjang gelombang tertentu, misalnya 760 nm untuk IR atau sekitar 200–300 nm untuk UV. Beberapa fitur utama:

- Respon cepat terhadap keberadaan api.
- Kemampuan mendeteksi api dalam jangkauan hingga beberapa meter, tergantung sensitivitasnya.

### 3. Mikrokontroler Arduino Mega

Arduino Mega adalah komponen utama sistem kontrol. Dilengkapi dengan:

- **Mikrokontroler ATmega328P:** Memproses sinyal input dari sensor dan mengendalikan perangkat output seperti buzzer, LCD, dan relay.
- **Antarmuka Input/Output Digital dan Analog:** Mendukung koneksi berbagai jenis sensor dan perangkat.

Arduino memiliki keunggulan berupa ekosistem yang luas, kompatibilitas dengan berbagai modul, dan kemudahan pemrograman menggunakan bahasa berbasis C++.

#### **4. LCD 16x2**

LCD (Liquid Crystal Display) 16x2 digunakan untuk menampilkan informasi seperti status gas dan api. LCD ini bekerja menggunakan teknologi pengendalian matriks cairan kristal, yang diatur oleh mikrokontroler melalui antarmuka digital. Keunggulannya:

- Hemat energi.
- Mudah diintegrasikan dengan Arduino.

#### **5. Modul Relay**

Relay adalah saklar elektronik yang digunakan untuk mengendalikan perangkat berdaya tinggi (seperti pompa air) menggunakan sinyal berdaya rendah dari Arduino. Relay bekerja dengan prinsip elektromagnetik yang memungkinkan pengalihan arus pada rangkaian terpisah (*Fanani et al., 2012*).

#### **6. Pompa Air Mini**

Pompa air digunakan untuk memadamkan api. Pompa ini diaktifkan melalui relay berdasarkan sinyal dari Arduino. Umumnya menggunakan motor DC kecil dengan kapasitas semprotan yang cukup untuk area terbatas.

#### **7. Buzzer**

Buzzer berfungsi sebagai perangkat alarm suara yang memberikan peringatan dini. Jenis yang sering digunakan adalah buzzer piezoelektrik, yang bekerja berdasarkan efek piezoelektrik untuk menghasilkan suara ketika dialiri arus listrik.

#### **8. Sumber Daya**

Sistem ini biasanya menggunakan adaptor DC 5V atau 9V, yang menyediakan daya untuk Arduino, sensor, dan perangkat lain. Efisiensi pengelolaan daya penting agar alat dapat beroperasi secara terus-menerus.

## 2.3 Teori Pembahasan Pengembangan yang sejenisnya

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai rancangan pembangunan sistem pendeteksi dini kebakaran dan kebocoran gas berbasis Arduino. Berikut ini merupakan tabel yang berisi penjelasan komponen-komponen yang akan digunakan pada pengembangan sistem ini.

Table 1 Teori Pembahasan Pengembangan

| No. | Nama Komponen       | Kegunaan  |
|-----|---------------------|---|
| 1   | Arduino Mega        | Mikrokontroler yang digunakan untuk membaca data sensor dan mengontrol perangkat lainnya, seperti relay, LCD, dan buzzer. |
| 2   | Sensor Gas MQ-2     | Mendeteksi keberadaan gas mudah terbakar seperti LPG, metana, karbon monoksida, dan asap di udara.                        |
| 3   | Sensor Api (Flame)  | Mendeteksi keberadaan nyala api melalui radiasi inframerah atau ultraviolet.  |
| 4   | LCD 16x2            | Menampilkan informasi deteksi gas atau api secara real-time kepada pengguna.  |
| 5   | Buzzer              | Memberikan peringatan berupa suara ketika gas atau api terdeteksi.  |
| 6   | Modul Relay         | Saklar elektronik yang digunakan untuk mengendalikan pompa air atau perangkat lain berdasarkan sinyal dari Arduino.       |
| 7   | Pompa Air Mini      | Memadamkan api secara otomatis dengan menyemprotkan air.  |
| 8   | Kabel Jumper        | Menghubungkan berbagai komponen elektronik dalam rangkaian sistem.  |
| 9   | Breadboard atau PCB | Sebagai tempat pemasangan dan penghubung jalur komponen elektronik.   |

### A. Sensor

Sistem ini menggunakan sensor gas MQ-2 untuk mendeteksi kebocoran gas mudah terbakar seperti LPG dan karbon monoksida, serta sensor api untuk mendeteksi keberadaan nyala api. Sensor gas bekerja dengan mengukur perubahan resistansi elemen sensitif ketika terpapar gas, sedangkan sensor api mendeteksi radiasi inframerah atau ultraviolet yang dihasilkan oleh nyala api (Perwira & Broto, 2017).

## **B. Aktuator**

Sistem ini menggunakan buzzer untuk memberikan peringatan suara dan pompa air mini untuk memadamkan api. Ketika sensor mendeteksi keberadaan gas atau api, Arduino akan memerintahkan relay untuk mengaktifkan buzzer atau pompa air sesuai kondisi bahaya yang terdeteksi.

## **C. Mikrokontroler**

Arduino Mega digunakan sebagai pusat kendali sistem. Mikrokontroler ini bertugas mengolah data yang diterima dari sensor, mengontrol tampilan informasi pada LCD, serta mengatur kerja buzzer dan pompa air melalui modul relay.

## **D. Komunikasi Serial**

LCD 16x2 pada sistem ini terhubung ke Arduino menggunakan komunikasi serial Inter-Integrated Circuit (I2C). Dengan I2C, pengiriman data antara Arduino dan LCD menjadi lebih efisien melalui dua pin utama, yaitu SDA (Serial Data) untuk transfer data dan SCL (Serial Clock) untuk sinyal waktu.

## **E. Pulse Width Modulation (PWM)**

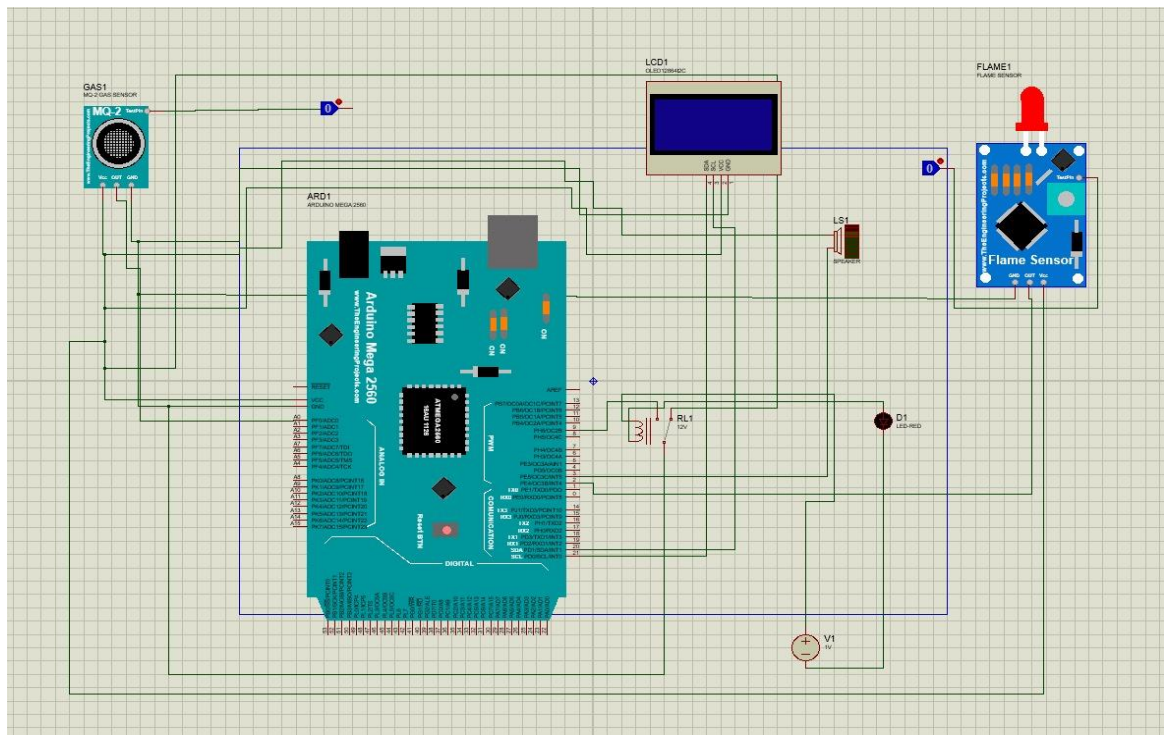
PWM digunakan untuk mengatur intensitas sinyal pada beberapa komponen, seperti buzzer. Melalui PWM, Arduino dapat mengatur frekuensi atau durasi suara alarm yang dihasilkan untuk memberikan peringatan sesuai tingkat bahaya.

## **F. Sinyal Analog dan Digital**

Sistem ini memanfaatkan sinyal analog dari sensor gas MQ-2 untuk mendeteksi konsentrasi gas dan sinyal digital dari sensor api untuk mendeteksi keberadaan nyala api. Sinyal analog memberikan data variabel dengan nilai kontinu, sementara sinyal digital digunakan untuk mengontrol perangkat seperti relay dan buzzer dalam dua kondisi, yaitu aktif (HIGH) atau tidak aktif (LOW).

## BAB 3. PERANCANGAN DESAIN SISTEM

### 3.1 Perancangan Sistem [Software]



Gambar 3. 1 Perancangan Sistem Software

Rangkaian pada gambar ini adalah sistem deteksi gas dan api berbasis Arduino, yang menampilkan hasil deteksi pada LCD dan memberikan peringatan suara melalui speaker. Berikut adalah penjelasan dari setiap komponen yang terlibat dan bagaimana mereka berfungsi dalam rangkaian ini:

#### Komponen dan Koneksi

1. Arduino Mega (ARD1):
  - Arduino Mega digunakan sebagai pusat kendali untuk membaca input dari sensor gas dan sensor api, serta mengontrol tampilan LCD dan speaker/buzzer.
2. MQ-2 Gas Sensor (GAS1):
  - Sensor ini mendeteksi keberadaan gas di sekitarnya, seperti LPG, asap, atau hidrogen.
  - Pin VCC dari sensor gas dihubungkan ke sumber tegangan 5V dari Arduino, GND terhubung ke GND Arduino, dan OUT terhubung ke salah satu pin digital Arduino (pin digital yang dipilih di kode, misalnya pin 0).

3. Flame Sensor (FLAME1):

- Sensor ini mendeteksi keberadaan api di sekitarnya
- Pin VCC dihubungkan ke 5V dari Arduino, GND dihubungkan ke GND Arduino, dan OUT terhubung ke pin digital lain di Arduino (sesuai kode, misalnya pin 5).

4. LCD 16x2 (LCD1):

- LCD ini digunakan untuk menampilkan pesan deteksi dari sensor gas dan api.
- Pin LCD terhubung ke beberapa pin digital Arduino (biasanya pin 7 hingga 12) untuk mengirimkan data dan perintah kontrol dari Arduino ke LCD.

5. Speaker (LS1):

- Speaker digunakan untuk memberikan sinyal peringatan berupa suara ketika gas atau api terdeteksi.
- Dalam kode, pin ini diatur pada pin digital 4 di Arduino. Ketika gas atau api terdeteksi, Arduino mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan speaker agar berbunyi sebagai alarm.

### **Cara Kerja Rangkaian**

1. Pendeteksian Gas dan Api:

- Saat sistem menyala, sensor gas dan api mulai mendeteksi kondisi di sekitar.
- Jika sensor mendeteksi adanya gas atau api, pin OUT masing-masing sensor akan memberikan sinyal HIGH.
- Arduino akan membaca status dari pin OUT masing-masing sensor dan menentukan tindakan yang sesuai.

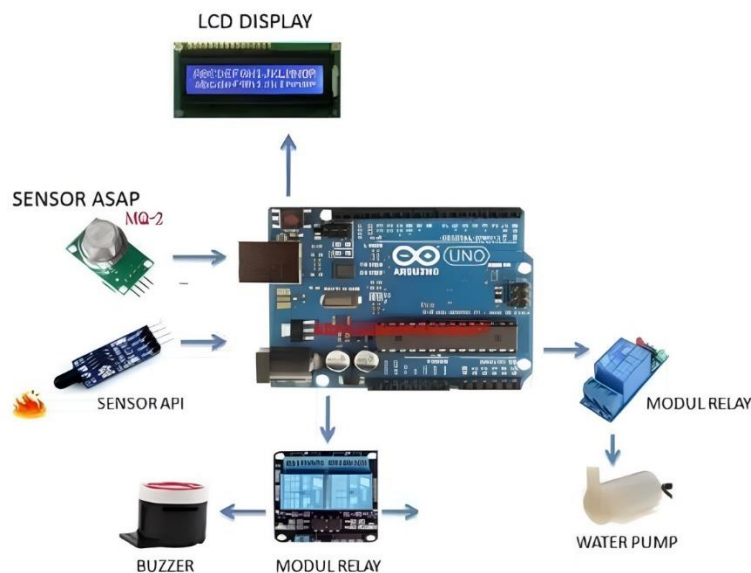
2. Kontrol Output

- Berdasarkan hasil pembacaan sensor:

- Hanya gas yang terdeteksi: LCD menampilkan "Gas Detected", dan speaker berbunyi untuk memberikan peringatan.
- Hanya api yang terdeteksi: LCD menampilkan "Flame Detected", dan speaker berbunyi.
- Keduanya terdeteksi: LCD menampilkan "Gas & Flame Detected", dan speaker berbunyi lebih lama atau lebih intens sebagai tanda peringatan ganda.
- Tidak ada gas atau api: LCD menampilkan "Gas & Flame Not Detected", dan speaker tidak berbunyi.

- Tampilan LCD:
  - LCD digunakan sebagai antarmuka untuk menampilkan informasi kondisi deteksi dari sensor. Ini membantu pengguna untuk melihat status sistem secara langsung.
  - Arduino mengirimkan pesan ke LCD sesuai kondisi: apakah gas, api, keduanya, atau tidak ada yang terdeteksi.
- Peringatan Melalui Speaker/Buzzer:
  - Speaker atau buzzer akan berbunyi sebagai alarm saat gas atau api terdeteksi, membantu menarik perhatian terhadap potensi bahaya.

### 3.2 Perancangan Sistem [Hardware]

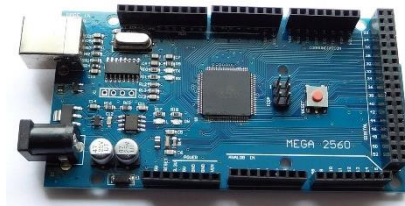


Gambar 3. 2 Perancangan Sistem Hardware

Alat yang terlihat pada gambar adalah sistem deteksi kebakaran dan kebocoran gas berbasis Arduino. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen yang bekerja sama untuk mendeteksi adanya api dan kebocoran gas. Berikut adalah penjelasan fungsi dan cara kerja dari masing-masing komponen:

### 1. Arduino Mega 2560

Arduino Mega adalah pusat kendali dari sistem ini. Arduino menghubungkan berbagai sensor dan perangkat lain, mengolah data dari sensor, dan memberikan perintah kepada komponen lain seperti modul relay dan buzzer untuk merespons deteksi gas atau api.



*Gambar 3. 3 Arduino Mega*

### 2. Sensor MQ-2 (SENSOR ASAP)

Sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas, terutama gas yang mudah terbakar seperti LPG, metana, dan asap. Sensor ini akan mengirimkan sinyal tegangan ke Arduino jika mendeteksi adanya gas dalam jumlah tertentu. Arduino kemudian akan memproses sinyal ini untuk mengambil tindakan yang sesuai.



*Gambar 3. 4 Sensor Gas*

### 3. Sensor API (Sensor Flame)

Sensor api berfungsi untuk mendeteksi adanya nyala api. Ketika sensor ini mendeteksi nyala api, ia mengirimkan sinyal ke Arduino. Arduino akan memproses sinyal ini dan akan memberikan instruksi untuk menyalakan alarm atau melakukan tindakan pencegahan lainnya.



*Gambar 3. 5 Sensor Api*

#### **4. LCD Display**

LCD digunakan untuk menampilkan informasi status sistem secara real-time. Informasi ini bisa berupa kadar gas yang terdeteksi atau pesan peringatan jika terdapat api atau gas bocor. LCD ini membantu pengguna untuk memonitor sistem secara visual.



*Gambar 3. 6 LCD*

#### **5. Modul Relay**

Modul relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh Arduino. Pada sistem ini, relay dihubungkan dengan pompa air dan buzzer. Jika terdeteksi kebakaran atau kebocoran gas, Arduino akan mengaktifkan relay, yang kemudian menghidupkan buzzer atau pompa air.



*Gambar 3. 7 Modul Relay*

## 6. Pompa Air

Pompa air digunakan untuk memadamkan api secara otomatis. Ketika Arduino mendeteksi adanya kebakaran melalui sensor api, ia akan mengaktifkan relay yang terhubung ke pompa air untuk menyembprotkan air ke area yang terdeteksi api.



*Gambar 3. 8 Pompa Air*

## 7. Buzzer

Buzzer berfungsi sebagai alarm suara. Ketika sensor gas atau api mendeteksi bahaya, Arduino mengaktifkan relay yang akan menyalakan buzzer. Suara alarm ini memperingatkan pengguna mengenai adanya kebakaran atau kebocoran gas.

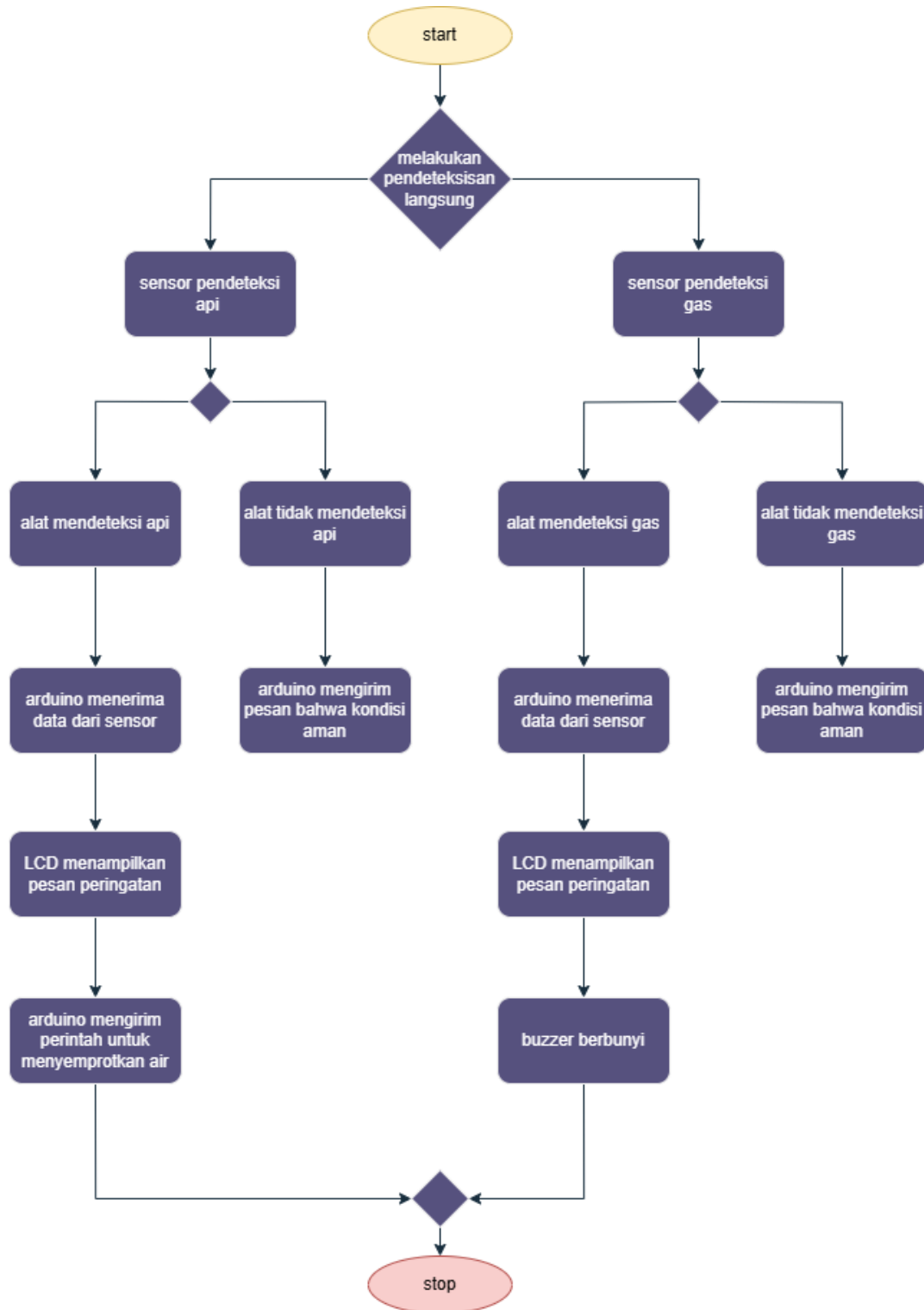


*Gambar 3. 9 Buzzer*

### **Cara Kerja Sistem:**

1. Sensor MQ-2 dan sensor api terus-menerus memantau adanya gas dan api.
2. Ketika sensor mendeteksi adanya gas atau nyala api, mereka mengirimkan sinyal ke Arduino.
3. Arduino kemudian mengolah sinyal ini. Jika terdeteksi adanya kebocoran gas atau api, Arduino akan melakukan langkah-langkah berikut:
  - Mengaktifkan modul relay untuk menyalakan buzzer sebagai peringatan suara.
  - Menampilkan status pada LCD Display untuk memberikan informasi kepada pengguna.
  - Jika terdeteksi api, Arduino akan mengaktifkan relay untuk menghidupkan pompa air agar dapat memadamkan api.
4. Sistem ini terus berfungsi secara otomatis untuk mendeteksi kondisi kebakaran atau kebocoran gas, dan akan mengulang proses di atas setiap kali ada ancaman baru.

### 3.3 FlowChart Sistem [Secara Keseluruhan]



Gambar 3. 10 Flowchart

## BAB 4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

### 4.1 Implementasi Hardware

Sistem pendeteksi gas dan api otomatis yang dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Mega sebagai pusat kendali. Sistem ini memanfaatkan sensor gas MQ-2 untuk mendeteksi konsentrasi gas yang berbahaya di udara, seperti LPG, karbon monoksida, atau asap. Selain itu, sensor api (flame sensor) digunakan untuk mendeteksi keberadaan nyala api yang dapat menyebabkan kebakaran.

Untuk memberikan peringatan, sistem dilengkapi dengan buzzer sebagai aktuator suara yang akan berbunyi jika ada gas atau api yang terdeteksi. Selain itu, LCD 16 x 2 digunakan untuk menampilkan status deteksi secara real-time, seperti "Gas Terdeteksi", "Api Terdeteksi", atau "Sistem Siaga". Semua komponen ini mendapatkan daya dari adaptor 5V yang dihubungkan ke Arduino Mega.

Pengolahan data dilakukan dengan mengintegrasikan pembacaan sensor melalui pin analog dan digital Arduino, yang kemudian diolah menjadi keluaran berupa peringatan suara dan visual. Sistem ini juga dirancang untuk bekerja secara mandiri, dengan logika yang memastikan respon cepat terhadap situasi berbahaya. Dengan kombinasi ini, sistem memberikan solusi yang efektif untuk mendeteksi bahaya gas dan api serta meningkatkan keselamatan di lingkungan yang rentan terhadap risiko tersebut.



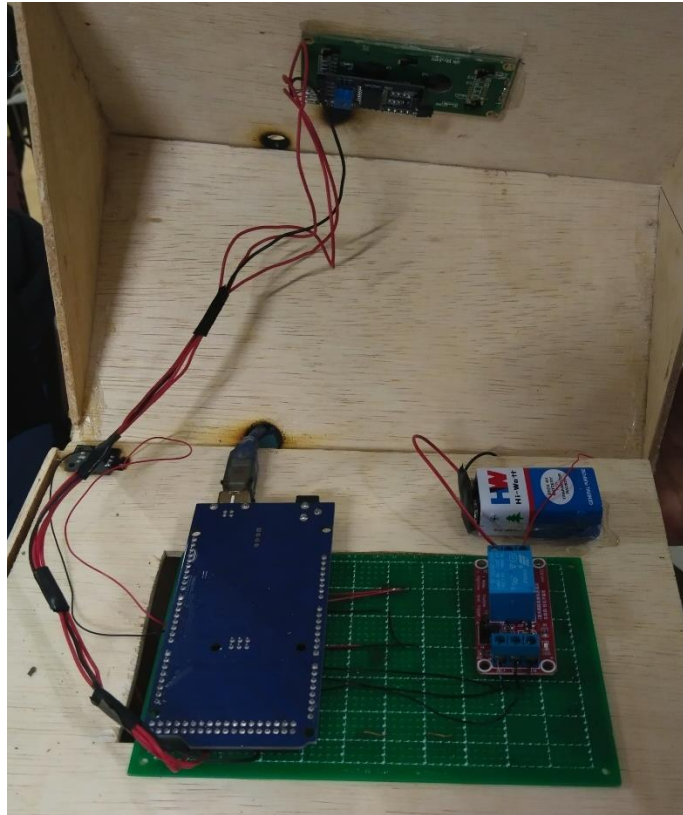
*Gambar 3. 11 Produk Hasil*



*Gambar 3. 12 Implementasi dengan Selang*



*Gambar 3. 13 LCD Menyala*



*Gambar 3. 14 Rangkaian Hardware*

## 4.2 Implementasi Software

Untuk implementasi software, Arduino IDE digunakan sebagai platform pemrograman untuk sistem pendeteksi gas dan api otomatis. Arduino IDE menyediakan lingkungan pemrograman yang mudah digunakan untuk menulis, menguji, dan mengunggah kode program ke mikrokontroler Arduino Mega. Kode program yang dikembangkan mengintegrasikan sensor MQ-2 dan flame sensor untuk mendeteksi bahaya, serta mengontrol buzzer dan LCD untuk memberikan peringatan kepada pengguna.

Program ini dirancang untuk membaca data analog dari sensor gas MQ-2 dan data digital dari sensor api. Jika konsentrasi gas melebihi ambang batas atau api terdeteksi, sistem akan mengaktifkan buzzer sebagai peringatan suara dan menampilkan status bahaya pada layar LCD. Arduino IDE memungkinkan pengelolaan logika pemrograman, seperti pemrosesan data sensor secara real-time, pengaturan ambang batas deteksi, dan pengendalian komponen output.

Berikut adalah cuplikan contoh kode program yang diunggah ke Arduino Mega melalui Arduino IDE:

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// Definisi pin dan komponen
#define GAS_SENSOR_PIN A0
#define FLAME_SENSOR_PIN 2
#define BUZZER_PIN 3
#define RELAY_CHANNEL_1 8 // Relay untuk pompa air
#define RELAY_CHANNEL_2 9 // Relay cadangan jika diperlukan

const int gasThreshold = 400; // Ambang batas deteksi gas
const int flameDetectedValue = LOW; // Nilai deteksi api (LOW saat mendeteksi api)

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C LCD

void setup() {
  // Inisialisasi pin
  pinMode(GAS_SENSOR_PIN, INPUT);
  pinMode(FLAME_SENSOR_PIN, INPUT);
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_CHANNEL_1, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_CHANNEL_2, OUTPUT);

  // Matikan buzzer dan relay di awal
  digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
  digitalWrite(RELAY_CHANNEL_1, LOW);
  digitalWrite(RELAY_CHANNEL_2, LOW);

  // Inisialisasi Serial untuk debugging
  Serial.begin(9600);

  // Inisialisasi LCD
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Sistem Siaga");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Gas & Api");
  delay(2000); // Tunggu 2 detik untuk pesan awal
}

void loop() {
  int gasValue = analogRead(GAS_SENSOR_PIN); // Membaca nilai dari sensor gas
  int flameDetected = digitalRead(FLAME_SENSOR_PIN); // Membaca status sensor api
```

```

// Debug nilai sensor
Serial.print("Gas Sensor Value: ");
Serial.println(gasValue);
Serial.print("Flame Sensor Value: ");
Serial.println(flameDetected);

lcd.clear(); // Bersihkan layar LCD untuk tampilan baru

// Jika gas terdeteksi
if (gasValue > gasThreshold) {
    // Buzzer berbunyi secara periodik
    digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
    delay(200); // Durasi buzzer berbunyi
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
    delay(200); // Jeda sebelum bunyi berikutnya

    // Tampilan di LCD
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Gas Terdeteksi!");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Gunakan Masker!");
}
// Jika api terdeteksi
else if (flameDetected == flameDetectedValue) {
    digitalWrite(RELAY_CHANNEL_1, HIGH); // Nyalakan pompa air
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Api Terdeteksi!");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Menyemprot Air!");
}
// Jika api sudah padam
else if (flameDetected != flameDetectedValue && digitalRead(RELAY_CHANNEL_1) == HIGH) {
    digitalWrite(RELAY_CHANNEL_1, LOW); // Matikan pompa air
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Api Padam");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Sistem Aman");
}

// Jika tidak ada deteksi gas atau api
else {
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW); // Matikan buzzer
    digitalWrite(RELAY_CHANNEL_1, LOW); // Matikan pompa air
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Aman saat ini");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Tetap Waspada!");
}

delay(500); // Tunggu 500ms sebelum pembacaan berikutnya
}

```

*Gambar 3. 15 Contoh Implementasi Software*

### 4.3 Pengujian Hardware

Table 2 Pengujian Hardware

|  |   |
|--|---|
| <b>Identifikasi</b>  | HW-01   |
| <b>No. Fungsi</b>  | F01   |
| <b>Nama Butir Uji</b>  | Pengujian Sistem Deteksi Gas dan Api  |
| <b>Tujuan</b>  | Memastikan komponen sistem (sensor gas, sensor api, buzzer, pompa air, LCD, dan relay) bekerja sesuai skenario operasional yang dirancang.  |
| <b>Deskripsi</b>   | Sistem diuji untuk memverifikasi deteksi gas berbahaya dan api, respons buzzer, aktivasi pompa air, dan tampilan informasi di LCD. Output diobservasi melalui Serial Monitor Arduino dan secara fisik pada komponen sistem. |
| <b>Skenario Pengujian</b>  |   |
| <b>a. Deteksi Gas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Simulasikan adanya gas dengan konsentrasi melebihi ambang batas pada sensor gas.</li><li>• Uji respons sistem saat tidak ada gas berbahaya.</li></ul>  |   |
| <b>b. Deteksi Api</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Simulasikan keberadaan api pada sensor api dengan menggunakan sumber panas.</li><li>• Uji respons sistem saat tidak ada api yang terdeteksi.</li></ul> |   |
| <b>c. Aktivasi Pompa Air</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uji pompa air aktif saat sistem mendeteksi keberadaan api.</li><li>• Pastikan pompa berhenti setelah api tidak terdeteksi lagi.</li></ul>       |   |
| <b>d. Respon Buzzer</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Uji buzzer berbunyi satu kali saat mendeteksi gas.</li><li>• Uji buzzer berbunyi dua kali saat mendeteksi api.</li></ul>                             |   |
| <b>e. Tampilan LCD</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Verifikasi informasi yang ditampilkan di LCD sesuai kondisi sistem, seperti “Gas Terdeteksi” atau “Api Terdeteksi”.</li></ul>                         |   |

| <b>Kriteria Evaluasi Hasil</b>  |  |                                  |                     |
|---|--|----------------------------------|---------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor gas mendeteksi konsentrasi gas berbahaya dengan akurat.</li> <li>• Sensor api mendeteksi keberadaan api dengan responsif.</li> <li>• Pompa air aktif dan berhenti sesuai kondisi keberadaan api.</li> <li>• Buzzer memberikan peringatan suara yang sesuai dengan kondisi gas dan api.</li> <li>• LCD menampilkan informasi yang sesuai dengan keadaan lingkungan.</li> </ul> |  |                                  |                     |
| <b>Data Masukan</b>   | <b>Yang Diharapkan</b>                               | <b>Pengamatan</b>                | <b>Kesimpulan</b>   |
| Konsentrasi gas > ambang batas  | Buzzer berbunyi 1x, LCD menampilkan “Gas Terdeteksi” | Sistem merespons sesuai skenario | <b>[X] Diterima</b> |
| Tidak ada gas   | LCD menampilkan “Gas Tidak Terdeteksi”               | Sistem merespons sesuai skenario | <b>[X] Diterima</b> |
| Api terdeteksi oleh sensor api  | Pompa air aktif, LCD menampilkan “Api Terdeteksi”    | Sistem merespons sesuai skenario | <b>[X] Diterima</b> |
| Tidak ada api   | LCD menampilkan “Api Tidak Terdeteksi”               | Sistem merespons sesuai skenario | <b>[X] Diterima</b> |
| Api hilang setelah terdeteksi   | Pompa air berhenti                                   | Sistem merespons sesuai skenario | <b>[X] Diterima</b> |

## 4.4 Pengujian Software

Table 3 Pengujian Software

|   |   |
|---|---|
| <b>Identifikasi</b>   | SW-01   |
| <b>No. Fungsi</b>   | F02   |
| <b>Nama Butir Uji</b>   | Pengujian fungsi software pada sistem pendeteksi gas dan api otomatis   |
| <b>Tujuan</b>   | Memastikan bahwa software menampilkan status akses ("Gas Terdeteksi"/"Api Terdeteksi") dengan benar pada LCD, serta memastikan logika berjalan sesuai skenario operasional. |
| <b>Deskripsi</b>  | Sistem diuji dengan memasukkan data dari sensor dan mengamati hasil pengolahan melalui tampilan LCD dalam format yang mudah dibaca.   |
| <b>Skenario Pengujian</b>   |   |
| <b>a. Deteksi Gas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Simulasikan konsentrasi gas melebihi ambang batas.</li><li>• Periksa apakah LCD menampilkan “Gas Terdeteksi” dan buzzer berbunyi satu kali.</li></ul>   |   |
| <b>b. Deteksi Api</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Simulasikan keberadaan api pada sensor api.</li><li>• Verifikasi tampilan “Api Terdeteksi” pada LCD dan buzzer berbunyi dua kali.</li></ul>   |   |
| <b>c. Kombinasi Deteksi Gas dan Api</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Simulasikan adanya gas dan api secara bersamaan.</li><li>• Periksa apakah tampilan pada LCD menampilkan “Gas dan Api Terdeteksi”, dan kedua peringatan suara diaktifkan secara berurutan.</li></ul> |   |
| <b>d. Sistem Siaga</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Jalankan sistem tanpa adanya gas atau api.</li><li>• Pastikan LCD menampilkan “Sistem Siaga” dan tidak ada peringatan suara.</li></ul>   |   |

| Kriteria Evaluasi Hasil   |   |                                  |              |
|---|---|----------------------------------|--------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tampilan LCD sesuai dengan kondisi yang terdeteksi.</li> <li>• Logika software berfungsi untuk menangani deteksi simultan (gas dan api).</li> <li>• Buzzer menghasilkan peringatan suara sesuai skenario yang dirancang.</li> <li>• Sistem tidak menghasilkan output jika tidak ada ancaman..</li> </ul>   |   |                                  |              |
| Kasus dan Hasil Pengujian   |   |                                  |              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Keberhasilan:</b> Semua skenario pengujian menunjukkan bahwa software bekerja sesuai dengan rancangan. Logika sistem mampu menangani deteksi simultan dan memberikan keluaran yang akurat pada LCD dan buzzer.</li> <li>• <b>Peningkatan yang Dapat Dilakukan:</b> Tambahkan fitur <i>data logging</i> untuk mencatat waktu dan kejadian deteksi gas dan api agar hasilnya dapat dipantau secara historis.</li> </ul> |   |                                  |              |
| Data Masukan  | Yang Diharapkan   | Pengamatan                       | Kesimpulan   |
| Konsentrasi gas > ambang batas  | LCD menampilkan "Gas Terdeteksi", buzzer berbunyi sesuai dengan seberapa banyak gas yang terdeteksi | Sistem merespons sesuai skenario | [X] Diterima |
| Api Terdeteksi  | LCD menampilkan "Api Terdeteksi"  | Sistem merespons sesuai skenario | [X] Diterima |
| Gas dan Api terdeteksi bersamaan  | LCD menampilkan "Gas dan Api Terdeteksi", kedua peringatan berbunyi                                 | Sistem merespons sesuai skenario | [X] Diterima |
| Tidak ada gas atau api  | LCD menampilkan "Sistem Siaga", tidak ada peringatan  | Sistem merespons sesuai skenario | [X] Diterima |

## **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 KESIMPULAN**

Sistem deteksi kebakaran dan kebocoran gas yang dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Mega memberikan solusi efektif untuk meningkatkan keselamatan rumah dan industri kecil. Dengan menggunakan sensor gas (MQ-2 atau MQ-135) untuk mendeteksi kebocoran gas berbahaya dan sensor api untuk mendeteksi nyala api, sistem ini mampu memberikan peringatan dini melalui alarm suara, tampilan pada LCD, dan aktivasi pompa air untuk memadamkan api secara otomatis. Namun, terdapat beberapa kekurangan dan kelebihan yang perlu dipertimbangkan dalam sistem ini, yaitu:

#### **A. Kekurangan**

- Ketergantungan pada Sensor Sederhana:

Sistem ini menggunakan sensor gas dan api yang memiliki keterbatasan akurasi dan keandalan dibandingkan perangkat deteksi komersial yang lebih canggih.

- Cakupan Area Terbatas:

Sistem ini dirancang hanya untuk ruangan kecil hingga menengah, sehingga tidak cocok untuk digunakan di area yang luas atau gedung bertingkat tinggi.

- Kapasitas Deteksi Gas Terbatas:

Sensor gas hanya dapat mendeteksi jenis gas tertentu, seperti LPG, karbon monoksida, dan metana, sehingga tidak mencakup seluruh jenis gas berbahaya.

#### **B. Kelebihan**

- Otomatisasi:

Sistem ini bekerja secara otomatis untuk mendeteksi ancaman dan memberikan respons, seperti mengaktifkan alarm dan memadamkan api tanpa memerlukan intervensi manual.

- Efisiensi Biaya:

Dibangun menggunakan komponen yang ekonomis dan mudah didapatkan, sistem ini dapat diakses oleh masyarakat luas dengan biaya yang terjangkau.

- Peringatan Real-Time:

Sistem memberikan informasi real-time melalui tampilan LCD dan alarm, memungkinkan penghuni untuk segera mengambil tindakan pencegahan.

- Mudah Dikembangkan:

Sistem ini dapat dengan mudah ditingkatkan untuk mencakup lebih banyak sensor atau fitur tambahan, seperti integrasi IoT untuk pemantauan jarak jauh.

## **5.2 SARAN**

Untuk pengembangan berikutnya, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan kinerja dan fungsionalitas sistem deteksi kebakaran dan kebocoran gas ini adalah sebagai berikut:

### **1. Penggunaan Sensor yang Lebih Canggih**

Mengintegrasikan sensor yang lebih akurat dan sensitif, seperti sensor multi-gas atau termal, dapat meningkatkan kemampuan deteksi sistem terhadap berbagai jenis gas dan suhu yang ekstrem.

### **2. Pengembangan Modul Penyemprotan Otomatis**

Sistem penyemprotan air dapat diperbaiki dengan menambahkan teknologi semprotan berbasis deteksi arah api, sehingga pemadaman dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien.

### **3. Skalabilitas untuk Area Luas**

Sistem ini dapat dikembangkan untuk digunakan pada area yang lebih luas dengan menambahkan sensor tambahan dan sistem kontrol berbasis jaringan untuk mendukung pemantauan dan pengendalian pada gedung bertingkat atau kompleks industri besar.

## Referensi:

- Fanani, A., Prima, P., & Hidayat, M. M. (2012). LOCAL THRESHOLDING BERDASARKAN BENTUK UNTUK BINERISASI CITRA DOKUMEN. *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 10(1), 28. <https://doi.org/10.12962/j24068535.v10i1.a27>
- Perwira, I. N. B., & Broto, W. (2017). PEMBUATAN ALAT PENDETEKSI API DAN ASAP BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO DAN SENSOR MQ-2 KELUARAN SMS GATEWAY. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL) SNF2017 UNJ*, SNF2017-CIP-31-SNF2017-CIP-40. <https://doi.org/10.21009/03.SNF2017.02.CIP.05>
- Prasetyo, A., Yusuf, A. R., Litanianda, Y., Sugianti, S., & Masykur, F. (2023). Implementation of Fuzzy Logic for Chili Irrigation Integrated with Internet of Things. *Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, 5(2), 494–502. <https://doi.org/10.47709/cnahpc.v5i2.2518>
- Waworundeng, J. M. S. (2020). Desain Sistem Deteksi Asap dan Api Berbasis Sensor, Mikrokontroler dan IoT. *CogITo Smart Journal*, 6(1), 117–127. <https://doi.org/10.31154/cogito.v6i1.239.117-127>