

Rancang Bangun Pendeteksi Kebakaran dan Pemadam Api Otomatis Dua Zona Berbasis Arduino

(DESIGN AND BUILD OF A TWO ZONE FIRE DETECTOR AND AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHER BASED ON ARDUINO)

Apri mardoni¹, Sari Novalianda^{2*}, Yoga Tri Nugraha³, Arif Milando Setiawan⁴

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Al-Azhar Medan, Indonesia, 20142

²Program Studi Teknik Elektro, Universitas Al-Azhar Medan, Indonesia, 20142

³Program Studi Teknik Elektro, Universitas Al-Azhar Medan, Indonesia, 20142

⁴Program Studi Teknik Elektro, Universitas Al-Azhar Medan, Indonesia, 20142

Riwayat Artikel

Submitted :17/05/2026

Published :28/08/2026

* Email Korespondensi:
aprimardoni0384@gmail.com



Abstrak: Kebakaran merupakan bencana yang sering terjadi di Indonesia, terutama disebabkan oleh korsleting listrik, kebocoran gas, dan faktor lainnya akibat meningkatnya penggunaan perangkat elektronik. Penelitian ini merekomendasikan sebuah sistem pendeteksi kebakaran berbasis Arduino Uno yang menggunakan dua *flame sensor* untuk mendeteksi intensitas api pada dua zona yang berbeda. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan menguji rancang bangun sistem deteksi kebakaran yang responsif dan dapat memberikan notifikasi dan peringatan dini serta merespon secara otomatis dengan mengaktifkan *buzzer* untuk peringatan dan *solenoid valve* serta pompa air untuk pemadaman. Tahapan penelitian meliputi pemilihan sensor, analisis kebutuhan sistem, verifikasi program, pembuatan rancang bangun, dan pengujian pada berbagai jarak dari sumber api. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem ini mampu memberikan respon cepat terhadap kebakaran karena sistem ini secara otomatis dapat memadamkan api pada zona yang terdeteksi api. Pengujian *flame sensor* pada berbagai jarak menegaskan keberhasilan sistem dalam mendeteksi api mulai dari jarak 0 cm - 100 cm. Integrasi dengan LCD I2C 20x4 memperkuat kemampuan sistem dalam memantau kejadian secara *real-time* dan mengambil tindakan yang tepat. Dengan kesimpulan, rancang bangun sistem pendeteksi kebakaran dan pemadam otomatis berbasis Arduino Uno bisa ditonjolkan sebagai salah satu solusi yang efektif dalam menangani bahaya kebakaran. Rancang bangun ini memiliki potensi besar untuk mendeteksi kebakaran secara dini.

Kata Kunci: Sistem Pendeteksi Kebakaran, Arduino uno, Flame Sensor, LCD I2C .

Abstract: Fires are disaster that often in Indonesia, mainly caused by electrical short circuit, gas leaks, and other factors due to the increased use of electronic devices. This study recommends a fire detection system based on Arduino Uno that uses two flame sensors to detect fire intensity in two different zones. The goal of this research is to design and test a fire detection system that is responsive and can provide notifications and early warnings, as well as automatically responds by activating a buzzer for alerts and a solenoid valve and water pump for extinguishing. The research stages include selecting sensors, analyzing system requirements, verifying the program, building the system, and testing at various distances from the fire source. The research show that the system can respond quickly to fires because it can automatically extinguish flames in zones where fire is detected. Testing the flame sensors at various distances confirmed the system's success in detecting fire from 0 cm to 100 cm. Integration with a LCD I2C 20 x 4 enhances the system's ability to monitor events in real time and take appropriate action. In conclusion, the design and build of Arduino Uno based automatic fire detection and extinguishing system can be highlighted as an effective solutions for handling fire hazards. This design has great potential for early fire detection. .

Keywords: Fire Detection System, Arduino Uno, Flame Sensor, LCD I2C

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang terus berkembang pesat membawa manfaat yang besar bagi kehidupan manusia. Namun hal tersebut membawa tantangan baru dalam hal keselamatan, terutama terkait dengan penggunaan arus listrik. Kehadiran berbagai perangkat elektronik canggih seperti laptop dan *smartphone* membuat kebutuhan akan daya listrik meningkat. Penggunaan yang semakin

meluas ini seringkali membutuhkan pemakaian banyak perangkat dalam satu tempat, sehingga menyebabkan resiko terjadinya korsleting dalam instalasi listrik menjadi lebih tinggi[1].

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang sering terjadi khususnya di Indonesia. Peristiwa tersebut biasanya terjadi di daerah padat penduduk yang rata-rata dipengaruhi oleh adanya korsleting listrik, kebocoran gas dari dapur rumah tangga, dan lain-lain. Menurut data

statistik pada laporan *International Association of Fire Rescue Service* (CTIF) 2016 telah terjadi sedikitnya 2,5 – 4,5 juta kasus kebakaran[2].

Bahaya serius yang ditimbulkannya dapat mengakibatkan kerugian jiwa dan harta benda. Penyebab kebakaran banyak terjadi akibat ledakan, baik skala kecil ataupun besar, sulit dikendalikan, dan merugikan[3]. Elemen-elemen, seperti panas, oksigen, dan material yang mudah terbakar berperan dalam menciptakan api yang menghasilkan cahaya dan panas. Faktor-faktor manusia, alam, dan teknis merupakan penyebab umum terjadinya kebakaran. Akibat kerusakan materi yang serius serta membahayakan nyawa manusia dan lingkungan sekitarnya, pencegahan dan deteksi dini kebakaran menjadi sangat penting untuk mengurangi resiko dan dampaknya[4].

Permasalahan yang sering dihadapi terkait kebakaran yaitu kesulitan dalam mendeteksinya secara dini dan mengambil tindakan pencegahan yang cepat. Kebakaran dapat terjadi tanpa dapat di prediksi dan sulit untuk dikendalikan. Akibat kurangnya sistem yang mampu memberikan pemantauan real-time menjadi tantangan dalam menangani keadaan darurat dalam kebakaran. Selain itu, juga terdapat kesulitan dalam mengidentifikasi sumber kebakaran secara tepat dan cepat, sehingga penanganannya juga menjadi terhambat[5]. Penanganan cepat dan efektif menjadi kunci dalam menangani resiko dan dampak yang ditimbulkan oleh kebakaran. Oleh sebab itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat mendeteksi kebakaran secara dini, akurat, dan melakukan tindak pencegahan yang cepat dan tepat pada waktunya[6].

Dengan perkembangan teknologi mikrokontroler Arduino, yang dapat memungkinkan untuk mengintegrasikan sensor-sensor pendeteksi kebakaran dengan mikroprosesor pada mikrokontroler Arduino sehingga dapat memantau dan mendeteksi kebakaran secara *real-time*[5]. Perkembangan teknologi memungkinkan berbagai sistem bekerja secara otomatis[7]. *Flame sensor* digunakan untuk mendeteksi adanya intensitas titik api secara langsung. Dengan integrasi sensor deteksi kebakaran dengan sistem mikrokontroler, diharapkan menjadi solusi yang efektif dalam meminimalkan resiko dan dampak dari terjadinya kebakaran[8]. Arduino sebagai *platform* mikrokontroler *open source* yang murah, mudah diprogram, dan memiliki pilihan yang tepat untuk mengembangkan sistem pendeteksi dan pemadaman otomatis.

Dengan demikian, pengembangan rancang bangun sistem pendeteksi kebakaran berbasis Arduino menjadi sebuah inovasi yang relevan dan mampu mengintegrasikan berbagai sensor dan perangkat secara *real-time*[9]. Rancang bangun alat pendeteksi kebakaran dan pemadam api otomatis dua zona ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, yang mana rancang

bangun ini dapat mendeteksi dan memadamkan api pada dua zona yang berbeda. Perancangan rancang bangun ini merupakan bagian dari upaya pencegahan kebakaran dalam suatu rumah atau gedung perkantoran. Dengan potensi peningkatan efektifitas pencegahan kebakaran[10][11].

Tujuan dari rancang bangun ini adalah menghadirkan sebuah teknologi alternatif dini potensi munculnya bencana kebakaran sekaligus mengatasi bencana kebakaran yang datangnya tidak bisa diprediksi agar kerusakan/kerugian yang ditimbulkannya dapat diminimalisir[12]. Sistem pendeteksi kebakaran yang pintar dapat membantu menghindari *alarm* palsu, yang dapat menghemat energi dan mengurangi ketegangan pada sistem pemadam kebakaran[13]. Perancangan rancang bangun ini mendorong pengembangan teknologi dalam bidang deteksi kebakaran[14].

2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

2.1 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat yang digunakan adalah:

1. Panjang x Lebar x tinggi : 45cm x 25cm x 20cm
2. Sumber Tegangan : 12 V DC/2 A dan 5 V DC/1 A
3. Mikrokontroler : Arduino Uno R3
4. Perangkat Lunak : Arduino IDE
5. *Input* : Sensor Api KY - 026
6. *Output* : LCD I2C, Modul Relay, *Solenoid Valve*, Pompa Air, dan *Buzzer*.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Pada metode ini, mengumpulkan informasi dan data dengan melakukan beberapa langkah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur dengan cara membaca jurnal, *paper*, literatur dan sumber bacaan yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.
2. Melakukan Konsultasi dan bimbingan kepada Dosen pembimbing dan beberapa Dosen lainnya terkait rancangan dan sistem dari penelitian ini.
3. Mempelajari beberapa Jurnal di internet yang berkaitan dengan rancang bangun ini.
4. Mencari data-data pembandingan yang diperlukan dengan menggunakan fasilitas internet dan sebagainya.

2.3 Langkah Perancangan

1. Studi Pustaka.
Mencari data dan mempelajari beberapa jurnal yang berkaitan dengan pendeteksi kebakaran dan pemadam api otomatis.
2. Pemilihan dan menentukan jenis komponen perangkat keras dan

aplikasi perangkat lunak yang akan digunakan.

3. Membuat rancangan skema rangkaian komponen perangkat keras menggunakan *Fritzing* dan membuat kode program untuk aplikasi perangkat lunak menggunakan Arduino IDE
4. Mengintegrasikan Perangkat keras yang telah di rancang dengan perangkat lunak yang sudah di buatkan kode programnya.
5. Perancangan Konstruksi
Pada tahapan ini dibuatkan miniatur rancang bangun untuk penempatan komponen perangkat keras yang akan di ujikan.

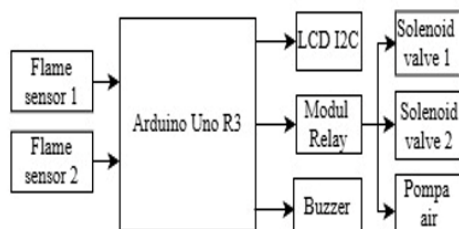
2.4 Metode Pengujian Sistem

Tahapan ini dilakukan setelah selesai mengintegrasikan antara perangkat keras dengan perangkat lunak yang telah di buatkan kode programnya. Pada pengujian ini akan di cek fungsi dari masing-masing komponen perangkat keras yang telah di programkan pada perangkat lunak.

2.5 Blok Diagram

Rancang bangun pendeteksi kebakaran dan pemadam api otomatis dua zona berbasis Arduino yang dirancang terdiri dari beberapa blok utama seperti yang terlihat pada Gambar 1. Pada blok diagram tersebut dibagi menjadi tiga tahapan diantaranya tahapan *input*, tahapan proses, dan tahapan *output*.

Pada tahapan input terdapat dua *flame sensor* yang berfungsi untuk mengukur atau membaca intensitas titik api sesuai zona penempatan masing-masing flame sensor, dan selanjutnya akan diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno R3 yang berfungsi sebagai otak dari sistem. Setelah *input* diproses oleh Arduino Uno R3, akan menghasilkan keluaran(*output*) ke LCD I2C 20x4, *buzzer*, dan rangkaian aktuator (Modul relay, pompa air, dan *solenoid valve*).



Gambar 1. Blok diagram sistem

Penjelasan dan fungsi dari masing-masing blok diagram adalah sebagai berikut :

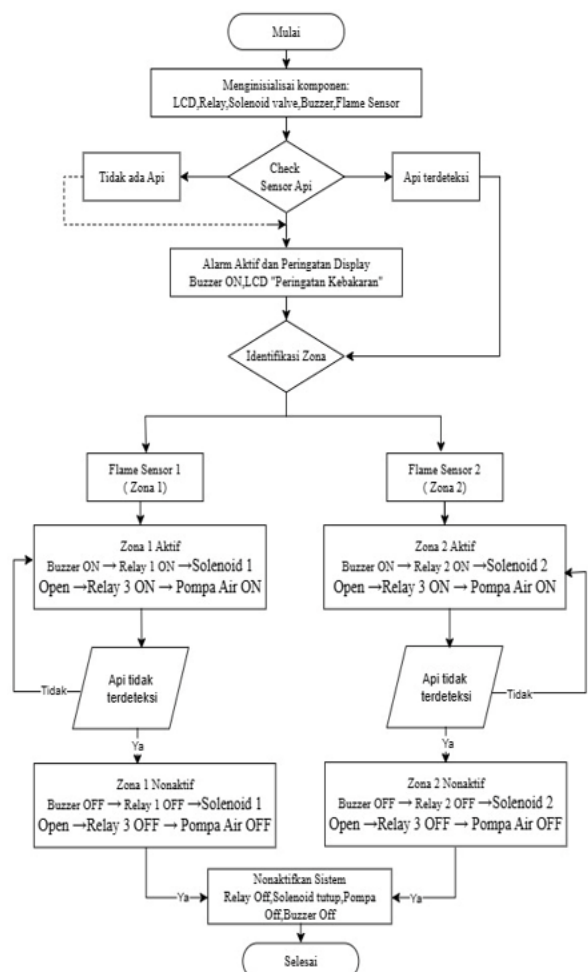
1. *Flame sensor* digunakan untuk mendeteksi adanya titik api yang terdapat dalam ruangan.
2. Arduino Uno R3 berfungsi sebagai otak pengendali dari sistem rangkaian untuk mengontrol secara keseluruhan

komponen input dan output yang digunakan.

3. LCD I2C 20x4 berfungsi untuk menampilkan data yang terbaca pada Arduino.
4. *Buzzer* berfungsi sebagai *alarm* peringatan jika terdeteksi api oleh *flame sensor*.
5. Modul relay berfungsi sebagai saklar otomatis untuk menjalankan *solenoid valve* dan pompa air.
6. Pompa air berfungsi untuk menyemprotkan air ke *solenoid valve* 1 dan *solenoid valve* 2.
7. *Solenoid valve* berfungsi untuk mengontrol penyemprotan air sesuai zona yang terdeteksi adanya titik api.

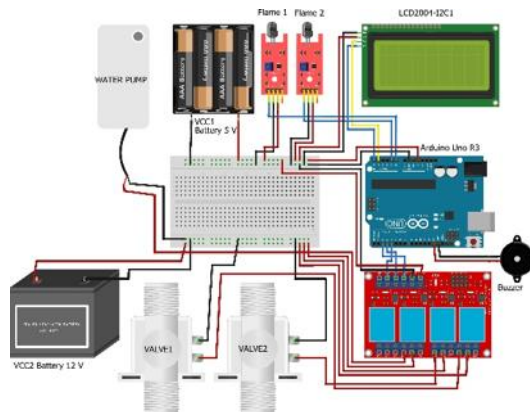
2.6 Flow Chart

Flow chart pada gambar 2 di bawah menjelaskan bagaimana sistem kerja pada alat mulai dari awal running hingga proses pemadaman selesai dan sistem kembali normal.



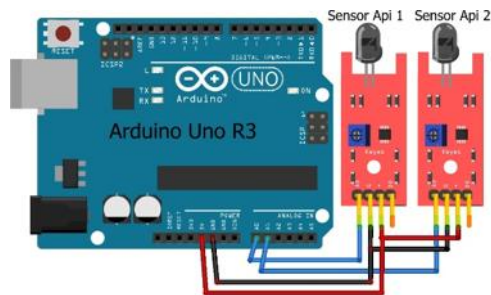
Gambar 2. Flow chart Sistem

2.7 Rangkaian Keseluruhan Alat



Gambar 3. Rangkaian keseluruhan

Arduino Uno R3 dan Sensor Api agar dapat berfungsi sebagai jalur komunikasi antara Sensor Api dan mikrokontroler Arduino Uno diperlukan pengaturan pin pada kedua perangkat tersebut. Hubungan antar kedua komponen utama tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



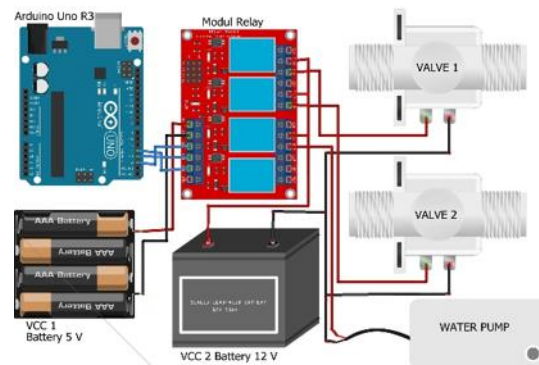
Gambar 4. Rangkaian Arduino Uno dan Sensor Api.

Untuk penempatan Pin dari gambar 12 diatas dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Pin Arduino Uno dan Sensor Api

Arduino Uno	Sensor Api 1	Sensor Api 2
VCC 5V	VCC	VCC
GND	GND	GND
A0 dan A1	A0	A0

Mikrokontroler Arduino Uno, modul relay, *solenoid valve* dan pompa air mini, untuk pengaturan pin diperlukan untuk berfungsi sebagai jalur komunikasi antara mikrokontroler, modul relay, *solenoid valve* dan pompa air mini agar dapat bekerja dan berfungsi dengan baik. Hubungan antar komponen tersebut dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini.

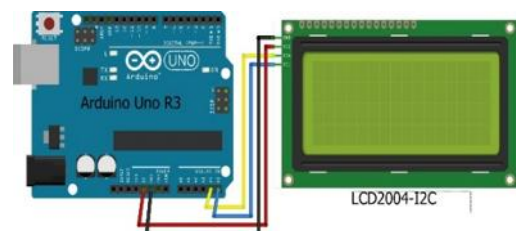


Gambar 5. Rangkaian Arduino Uno, Module relay, *solenoid valve* dan pompa air

Tabel 2. Pin Arduino Uno, Module relay, *Solenoid valve*, dan Pompa air

Arduino Uno	Module Relay	<i>Solenoid Valve 1 dan Solenoid Valve 2</i>	Pompa air
VCC 5V	VCC 5V	VCC 12V	VCC 12V
GND	GND	GND	GND
Pin 2, Pin 3, Pin 4.	In 1, In 2, In 3		

Mikrokontroler Arduino uno dan LCD I2C, untuk pengaturan pin agar dapat berfungsi sebagai komunikasi antara kedua komponen tersebut bekerja dengan baik dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini.

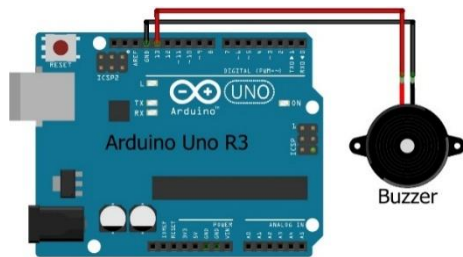


Gambar 6. Rangkaian Arduino Uno dan LCD I2C

Tabel 3 Pin Arduino Uno dan LCD I2C

Arduino Uno	LCD I2C
VCC 5 V	VCC
GND	GND
A4 dan A5	SDA dan SCL

Untuk pengaturan Pin Arduino dan *Buzzer* dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini.



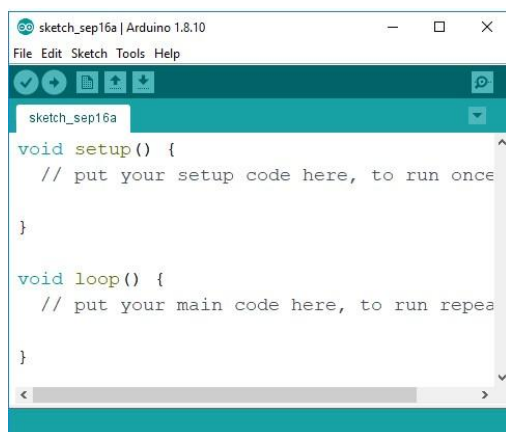
Gambar 7. Rangkaian Arduino dan *Buzzer*

Tabel 4 Pin Arduino Uno dan *Buzzer*

Arduino Uno	Buzzer
VCC 5 V	VCC
GND	GND
13	

2.8 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak adalah sebuah program pengolahan data berbentuk aplikasi *inteface* (Antar muka). Pada perancangan sistem ini digunakan perangkat lunak (*Software*) Arduino IDE. Perangkat lunak ini menggunakan bahasa program C++ dengan sistem kode ditulis ke bawah. Arduino IDE dapat dilihat pada gambar 8 di bawah.



Gambar 8. Perangkat Lunak Arduino IDE

Pembuatan *Coding* pada perangkat lunak merupakan tahap akhir sebelum perakitan alat setelah merancang blok diagram dan *flowchart*. Untuk menguji rancangan pendeteksi kebakaran dan pemadam api otomatis apakah berfungsi sesuai yang di harapkan.

2.9 Pemograman Arduino IDE

Pada *Software* Arduino IDE di masukan *Source Code* yang mengatur notifikasi yang akan dikirim ke LCD I2C dengan menggunakan Mikrokontroler Arduino uno dan menghidupkan atau mematikan *Solenoid valve* dan pompa air menggunakan modul relay berdasarkan inputan dari sensor api. Pengkodean perangkat yang di rancang dapat dilihat pada gambar 9 dibawah ini.

```

sketch_may10a.ino
1  #include <Wire.h>
2  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
3
4  // Inisialisasi LCD I2C (alamat umum 0x27 atau 0x3F)
5  LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
6
7  // Pin Definitions
8  const int flameSensor1 = A0;    // Flame Sensor 1
9  const int flameSensor2 = A1;    // Flame Sensor 2
10
11  const int relayValve1 = 2;      // Relay Solenoid Valve 1
12  const int relayValve2 = 3;      // Relay Solenoid Valve 2
13  const int relayPump = 4;        // Relay Pompa Air
14  const int buzzer = 13;         // Buzzer
15
16  // Variabel timer
17  unsigned long previousMillis = 0;
18  const long interval = 20000;    // 20 detik
19
20  bool fireDetected = false;
21  bool timerStarted = false;
22
23  void setup() {
24    Serial.begin(9600);
25
26    // Setup pin
27    pinMode(flameSensor1, INPUT);
28    pinMode(flameSensor2, INPUT);
29    pinMode(relayValve1, OUTPUT);
30    pinMode(relayValve2, OUTPUT);
31    pinMode(relayPump, OUTPUT);
32    pinMode(buzzer, OUTPUT);
33
34    // Relay biasanya Active LOW (LOW = ON)
35    digitalWrite(relayValve1, HIGH);
36    digitalWrite(relayValve2, HIGH);
37    digitalWrite(relayPump, HIGH);
38    digitalWrite(buzzer, LOW);
39
40    // Inisialisasi LCD
41    lcd.init();
42    lcd.backlight();

```

Gambar 9. Program Perangkat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan rancang bangun pendeteksi kebakaran dan pemadam api otomatis dua zona berbasis Arduino yang memanfaatkan sensor api sebagai pendeteksi intensitas titik api. Sistem yang telah di *design* yang kemudian di implementasikan dan di lakukan pengujian kinerja masing-masing komponen yang meliputi akurasi sensor api, *programming* mikrokontroler Arduino Uno, pembacaan LCD I2C, *buzzer* sebagai alarm dan rangkaian aktuator sebagai penyemprot air ke zona yang terdeteksi api. Hasil pengujian sistem di sajikan dalam bentuk grafik,tabel, dan gambar implementasi yang kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan.

3.1 Pengujian LCD (*Liquid Cristal Display*)

Pengujian LCD bertujuan untuk mengetahui dan memastikan perintah atau program pada Arduino IDE yang sudah dibuat. Dalam hasil pengujian tampilan pada LCD yang sudah di *setting*/program sebagai output dapat dilihat pada gambar 10



Gambar 10. Tampilan Hasil pengujian LCD

Pada tahapan pengujian ini bertujuan untuk memastikan terlebih dahulu tampilan awal LCD saat pertama kali dioperasikan. Setelah tampilan

awal LCD sudah hilang, maka sensor mulai update dan mikrokontroler pada rancang bangun ini mulai bekerja sesuai dengan pengaturan program pada Arduino IDE. Pada saat kondisi normal maka tampilan LCD akan memberikan informasi "Sistem Normal" dan pada saat terdeteksi adanya intensitas api maka tampilan LCD akan memberikan informasi lokasi terdeteksinya api.

3.2 Pengujian Sensor Api/Flame sensor

Pengujian Sensor Api ini bertujuan untuk mengetahui tingkat sensitifitas sensor dalam mendeteksi intensitas api mulai dari jarak yang terdekat hingga jarak yang terjauh dalam area yang diinginkan. Tegangan input yang di berikan untuk sensor api sebesar 5 V DC. Sensor ini diposisikan di dua ruangan yang berbeda pada *design* alat ini. Pengujian sensor dilakukan 6 kali percobaan untuk mendeteksi pada ruangan. Berikut tabel 5 dan gambar 11 yang menunjukan hasil pengukuran tegangan output sensor ketika tidak terdeteksi api.

Tabel 5. Pengujian Sensor Api tanpa Api

No	Objek	Respon	Tegangan Keluar (V DC)
1	Tanpa api	Tidak aktif	4
2	Tanpa api	Tidak aktif	4
3	Tanpa api	Tidak aktif	4
4	Tanpa api	Tidak aktif	4
5	Tanpa api	Tidak aktif	4
6	Tanpa api	Tidak aktif	4

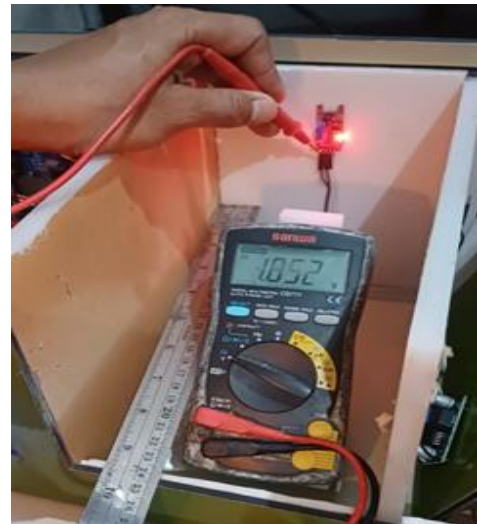


Gambar 11. Pengukuran Tegangan Sensor Api tanpa Api

Output digital ataupun analog pada sensor akan mendapatkan tegangan ketika sensor telah mendeteksi adanya intensitas api. Pengukuran tegangan *output* sensor api dengan multimeter menunjukkan nilai yang berbeda-beda, tergantung dari jarak dan volume api. Hasil pengujian sensor api dapat dilihat pada tabel 6 dan gambar 12.

Tabel 6. Hasil pengujian Sensor Api menggunakan Api

N o	Objek	Volume Api	Jarak (Cm)	Respon	Tegangan Output (V DC)
1	Api	Kecil	30	Terdeteksi	2,1
2	Api	Besar	30	Terdeteksi	0,8
3	Api	Kecil	60	Terdeteksi	2,5
4	Api	Besar	60	Terdeteksi	1,1
5	Api	Kecil	90	Tidak terdeteksi	4,3
6	Api	Besar	90	Terdeteksi	1,8



Gambar 12. Sensor mendeteksi Api besar

Berdasarkan hasil pengujian sensor api didapat kesimpulan bahwa semakin besar volume api, maka tegangan *output* sensor semakin kecil dan sebaliknya. Artinya besaran volume api berbanding terbalik dengan besaran tegangan *output* sensor api.

3.3 Pengujian Keseluruhan

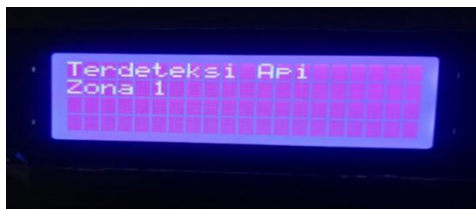
Pada pengujian keseluruhan sistem ini akan diujikan dengan cara menguji sensor api secara langsung menggunakan api lilin dan menguji menggunakan Serial Monitor dan *Serial plotter* Arduino IDE. Pengujian ini dilakukan untuk menguji fungsi dari masing-masing komponen sesuai dengan design dan codingan/program pada perangkat lunak.

3.3.1 Pengujian Zona Satu

Pengujian pada zona 1 dilakukan dengan mengarahkan api lilin sejajar dengan sensor api yang terdapat pada zona 1, maka dengan seketika muncul tulisan pada layar LCD “Terdeteksi Api Zona 1” dan secara bersamaan akan menyalakan *Solenoid valve* 1, Pompa air, dan *buzzer* sebagai alarm indikator bahaya. Proses pengujian zona 1 ini dapat dilihat pada gambar 13.

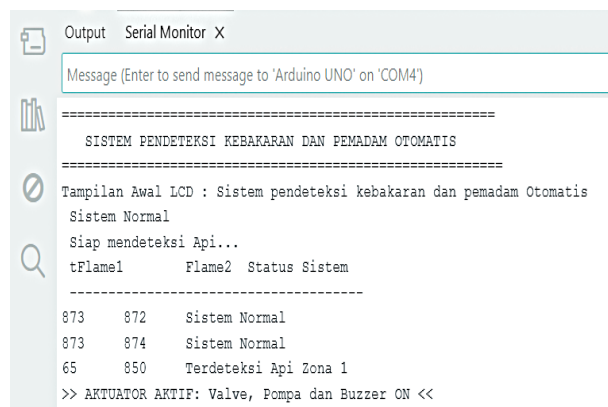


Gambar 13. Pengujian Zona 1 menggunakan api Lilin



Gambar 14. Tampilan Monitoring deteksi sensor api pada zona 1

Setelah dilakukan pengujian menggunakan api lilin pada zona 1, berikutnya akan dilakukan pengujian menggunakan Serial Monitor dan *Serial Plotter* pada Arduino IDE. Pengujian ini bertujuan untuk *debugging* dan memantau data sensor secara *real-time* dan keberhasilan program. Tampilan Serial Monitor dan *Serial Plotter* dapat dilihat pada gambar 15 dan 16.



Gambar 15. Serial Monitor Zona 1

Pada gambar 25 ini terlihat tampilan “Terdeteksi api zona 1” dan dibawahnya muncul tampilan “Aktuator Aktif: Valve, Pompa, dan

Buzzer On”, ketika terdeteksi intensitas api pada zona 1.



Gambar 16. Serial Plotter Zona 1

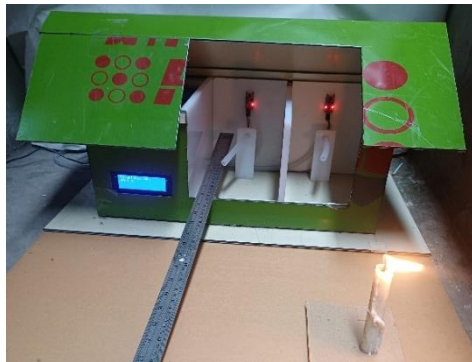
Pada Gambar 26 ini grafik sensor api zona 1 ditunjukkan oleh garis berwarna biru dan sensor api 2 berwarna kuning.

Tabel 7. Pengujian sensor api zona 1

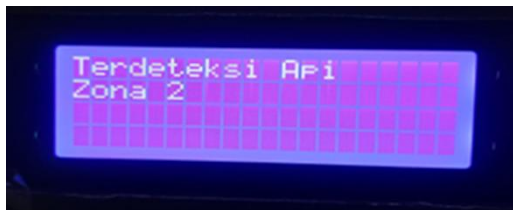
Objek	Jarak (Cm)	Status LCD	Buzzer	Valve 1	Pompa air
Api	10	Terdeteksi api zona 1	Aktif	Aktif	Aktif
	20	Terdeteksi api zona 1	Aktif	Aktif	Aktif
	30	Terdeteksi api zona 1	Aktif	Aktif	Aktif
	40	Terdeteksi api zona 1	Aktif	Aktif	Aktif
	50	Terdeteksi api zona 1	Aktif	Aktif	Aktif
	60	Terdeteksi api zona 1	Aktif	Aktif	Aktif
	70	Terdeteksi api zona 1	Aktif	Aktif	Aktif
	80	Terdeteksi api zona 1	Aktif	Aktif	Aktif
	90	Terdeteksi api zona 1	Aktif	Aktif	Aktif
	100	Terdeteksi api zona 1	Aktif	Aktif	Aktif

3.3.2 Pengujian Zona Dua

Pada pengujian Zona 2 ini caranya sama dengan pengujian pada Zona 1, hanya saja tampilan layar LCD dan *solenoid valve* yang aktif juga berbeda. Pada zona 2 ini pada layar LCD akan muncul tampilan “Terdeteksi Api Zona 2” dan *solenoid valve* yang aktif adalah *solenoid valve* 2. Proses pengujian Zona 2 dapat dilihat pada gambar 17.

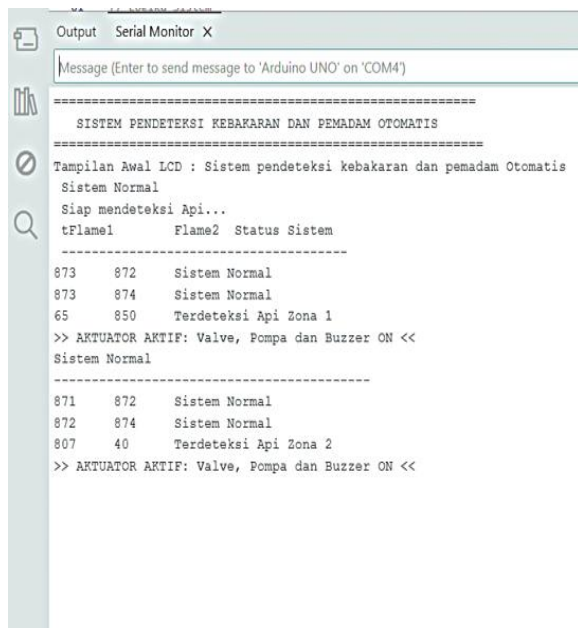


Gambar 17. Pengujian Zona 2 menggunakan api Lilin



Gambar 18. Tampilan Monitoring deteksi sensor api pada Zona2

Untuk serial Monitor dan *Serial Plotter* pengujian Zona 2 dapat dilihat pada gambar 19 dan 20.



Gambar 19. Serial Monitor Zona 2

Pada gambar 19 terlihat tampilan “Terdeteksi Api Zona 2” dan dibawahnya muncul tampilan “Aktuator Aktif : Valve, Pompa dan Buzzer On”, ketika terdeteksi intensitas api pada zona 2.



Gambar 20. Serial Plotter Zona 2

Tabel 8. Pengujian sistem sensor api

Objek	Jarak (Cm)	Status LCD	Buzzer	Valve 2	Pompa air
Api	10	Terdeteksi api zona 2	Aktif	Aktif	Aktif
	20	Terdeteksi api zona 2	Aktif	Aktif	Aktif
	30	Terdeteksi api zona 2	Aktif	Aktif	Aktif
	40	Terdeteksi api zona 2	Aktif	Aktif	Aktif
	50	Terdeteksi api zona 2	Aktif	Aktif	Aktif
	60	Terdeteksi api zona 1	Aktif	Aktif	Aktif
	70	Terdeteksi api zona 2	Aktif	Aktif	Aktif
	80	Terdeteksi api zona 2	Aktif	Aktif	Aktif
	90	Terdeteksi api zona 2	Aktif	Aktif	Aktif
	100	Terdeteksi api zona 2	Aktif	Aktif	Aktif

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan pada rancang bangun pendeteksi kebakaran dan pemadam api otomatis dua zona ini, dapat diambil kesimpulan bahwa sistem deteksi dan pemadam kebakaran otomatis yang dikembangkan telah berhasil dirancang, diimplementasikan, dan berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan awal. Sistem mampu mendeteksi kebakaran secara efektif melalui sensor api pada rentang jarak 10cm – 100 cm, dengan karakteristik bahwa semakin besar intensitas api, semakin rendah tegangan *output* sensor.

Ketika api terdeteksi (baik oleh satu atau kedua sensor), mikrokontroler Arduino Uno langsung merespons secara cepat dan otomatis dengan:

1. Mengaktifkan *Buzzer* sebagai alarm peringatan.

2. Mengendalikan komponen aktuator (Modul relay, *solenoid valve*, dan pompa air).
3. Menampilkan notifikasi secara real-time pada LCD I2C 20x4, sehingga memudahkan pemantauan zona kebakaran.

Secara keseluruhan, sistem ini terbukti andal dalam mendeteksi dan memadamkan kebakaran secara otomatis, cepat, serta mampu memberikan informasi yang jelas kepada pengguna. Hasil ini menunjukkan bahwa rancang bangun ini berpotensi untuk diterapkan dalam proteksi kebakaran skala kecil.

4.1 Saran

Untuk pengembangan sistem lebih lanjut dan pengembangan sistem untuk penelitian selanjutnya maka disarankan untuk menambahkan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pemantauan dan notifikasi jarak jauh secara *real-time* melalui Telegram, SMS, ataupun Whatsapp, sehingga pemilik atau pihak yang berwenang dapat segera mengetahui kejadian meskipun tidak berada di lokasi. Disisi deteksi, bisa ditambahkan berbagai sensor seperti sensor asap, sensor kebocoran gas LPG, dan sensor multi-gas lainnya dapat membuat sistem ini menjadi lebih komprehensif, mampu mendeteksi berbagai potensi penyebab kebakaran sejak dini, bukan hanya bergantung pada satu jenis ancaman saja.

Selain itu, kehadiran sistem backup baterai UPS dengan fitur *auto/manual override* menjamin kelangsungan operasional sistem secara keseluruhan, bahkan saat terjadi pemadaman listrik PLN. Hal ini menghilangkan titik lemah utama pada sistem berbasis listrik. Intinya, semua peningkatan ini akan menghasilkan sebuah sistem proteksi kebakaran yang tidak hanya lebih sensitif dan proaktif dalam mendeteksi bahaya, tetapi juga lebih tangguh terhadap gangguan eksternal serta mampu memberikan respons cepat melalui notifikasi jarak jauh. Implementasi ini sangat direkomendasikan untuk meningkatkan tingkat keselamatan, terutama di lingkungan rumah, gedung, atau industri yang membutuhkan keandalan tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Elektro Universitas Al-Azhar Medan atas bimbingan dan dukungan dari para Dosen pembimbing selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam memberikan saran, pengumpulan data dan analisa dalam penelitian ini. Tanpa dukungan tersebut, maka penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. L. Talakua, "Pemeriksaan Periodik Pada Rangkaian Instalasi Listrik Bangunan Untuk Mencegah Bencana Kebakaran Melalui Penambahan Prosedur Pada SOP Penerbitan SLO Dari PLN," *Jati Emas (Jurnal Aplikasi Teknik dan pengabdian Masyarakat)*, vol. 5, no. 1, pp. 35–40, Mar. 2021.
- [2] I. W. Murti and A. Al Kokoh, "Identifikasi Bahaya Kebakaran Pada Gedung B Universitas Internasional Semen Indonesia," *Vitruvian Jurnal Arsitektur Bangunan dan Lingkungan*, vol. 11, no. 1, p. 77, Oct. 2021, doi: 10.22441/vitruvian.2021.v11i1.008.
- [3] R. Rahadiansyah, P. Rahma Wati, and D. Puspa Rahayu, "Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Kebocoran Gas Di PT. BPR Kencana Berbasis IOT," *Jurnal PETIK*, vol. 7, no. 2, pp. 171–181, Sep. 2021.
- [4] T. Hafzara Siregar, S. Permana Sutisna, G. Eka Pramono, and M. Malik Ibrahim, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IoT Menggunakan Arduino," *AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 59–66, Aug. 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/ame/index>
- [5] Susanti and E. Sutantyo, "Peranan Alat Deteksi Kebakaran Dalam Menunjang Keselamatan di Kapal MT. Mabrouk," *Jurnal Maritim Polimarim*, vol. 8, no. 1, pp. 88–95, Apr. 2022.
- [6] A. Winarno and A. Joko Mastera, "Desain Sistem Pendeteksi Kebakaran H utan," *Universitas PGRI Adi Buana Surabaya*, vol. 25, no. 1, pp. 1–12, Mar. 2023.
- [7] D. Afriyani Wulandari and D. Arman Ibrahim, "IoT-Based Smart Farming Research Mapping: A Bibliometric Study Using VoSviewer," *Jurnal Rekayasa Lampung (JRL)*, vol. 4, no. 3, pp. 2830–4640, doi: 10.23960/jrl.
- [8] S. Meliala, R. Putri, and Almuyasir, "Desain Sistem Pendekteksi Api Menggunakan Sistem Sensor Flame dan MQ-2 Berbasis Arduino Uno," *Journal of Electrical Technology*, vol. 7, no. 3, pp. 128–131, Oct. 2022.
- [9] A. Prasetyo, A. R. Yusuf, Y. Litanianda, S. Sugianti, and F. Masykur, "Implementation of Fuzzy Logic for Chili Irrigation Integrated with Internet of Things," *Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, vol. 5, no. 2, pp. 494–502, Jul. 2023, doi: 10.47709/cnahpc.v5i2.2518.
- [10] B. Prasetyo, T. Rohman, N. Kalbuana, and P. Penerbangan Indonesia Curug, "Sosialisasi Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP)," Mar. 2021. [Online].

Available:

<http://journal.ppicurug.ac.id/index.php/JPKM>

- [11] N. Kalbuana, B. Kurnianto, A. Abdusshomad, and C. Indra Cahyadi, "Peningkatan Kemampuan Personil Penerbangan Pada Pelayanan Jasa Kebandarudaraan Melalui Pendidikan dan Pelatihan Manajemen Bandar Udara," *PENGMASKU*, vol. 2, no. 1, pp. 57–65, 2022.
- [12] M. R. Razali, I. Priyadi, F. Hadi, and Y. S. Handayani, "Kajian Rancang Bangun Sistem Deteksi Bencana Kebakaran dan Pemadam Otomatis Berbasis Whatsapp dan Web," *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 27, no. 1, pp. 40–48, Jan. 2025, doi: 10.14710/transmisi.27.1.40-48.
- [13] A. B. Saputra, R. Satra, and M. A. Mude, "Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Microcontroller Arduino Uno Dan Telegram," *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam*, vol. 2, no. 4, pp. 295–304, Nov. 2021.
- [14] A. Syahri and R. Ulansari, "Prototype Alat Pendeteksi Kebocoran Gas dan Api Dengan Menggunakan Sensor MQ2 dan Sensor Api Berbasis Internet Of Things," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 1, pp. 47–55, Jun. 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.urindo.ac.id/index.php/TI>