

Pengembangan Sistem Peringatan Kebakaran Berbasis IoT Dengan Jaringan Sensor Nirkabel

Kholik Prasajo^{1*}, Dhaffa Mulya Rahman² Muhammad Akram³

^{1*} Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

^{2,3} Program Studi Teknik Komputer, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

^{1*} kholik.prasajo@unm.ac.id

² daffa.mulya.xtkj1@gmail.com

³ muhakram725@gmail.com

Abstract - Keamanan adalah salah satu aspek penting dalam berbagai sistem dan lingkungan, baik lingkungan perumahan, perkantoran, kampus, pusat perbelanjaan ataupun tempat-tempat lain yang rawan terjadi kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat "Sistem Peringatan Kebakaran Berbasis IoT dengan Jaringan Sensor Nirkabel" yang menggunakan konsep deteksi kebakaran dan teknologi *Internet of Things* (IoT). Alat ini melibatkan sensor-sensor deteksi kebakaran, mikrokontroler, dan blynk sebagai antarmuka pengguna. Dalam pengujian, alat berhasil mendeteksi kebocoran gas secara efektif dan memberikan peringatan melalui blynk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ini dapat diandalkan dalam memberikan respons cepat. Dengan demikian, alat ini dapat dianggap sebagai solusi pencegahan dan deteksi dini kebakaran yang efisien serta responsif.

Keywords: Keamanan, Sistem Peringatan Kebakaran, *Internet of Things* (IoT), Sensor Nirkabel, Respons Cepat

1. PENDAHULUAN

Api merupakan hasil dari suatu reaksi kimia atau oksidasi yang terjadi secara cepat dan melibatkan tiga elemen utama, yaitu panas, oksigen, dan bahan mudah terbakar. Kebakaran adalah kejadian di mana api berkobar tanpa kendali dalam suatu struktur atau ruang, seringkali terjadi tanpa dugaan dan pada waktu yang tidak diinginkan, yang dapat menyebabkan kerugian signifikan baik secara materi maupun immateri karena dampak destruktifnya yang serius. Proses kebakaran dapat dijelaskan melalui konsep teori segitiga api, yang mengidentifikasi tiga komponen kunci yang menyebabkan kebakaran, yaitu panas, bahan bakar, dan oksigen. Bahan bakar merujuk pada substansi yang mudah terbakar seperti kertas, minyak tanah, dan gas LPG. Panas, sebagai faktor pemicu, dapat berasal dari berbagai sumber seperti fenomena alam, energi panas listrik, atau reaksi kimia yang menghasilkan panas [1].

Kebakaran dapat disebabkan oleh dua faktor utama, yakni ulah manusia sendiri atau *human error*, termasuk kelalaian dan diluar kendali manusia atau faktor alam. Penyebab kebakaran pada bangunan perumahan seringkali berasal dari kelalaian manusia, seperti penggunaan soket stop kontak yang berlebihan, soket yang sudah usang, dan kabel ekstensi yang rusak karena kurang pengetahuan tentang standar instalasi listrik yang benar. Di sisi lain, penyebab kebakaran yang diluar kendali manusia mencakup kebocoran kompor gas dan korsleting listrik, seperti hubungan arus pendek listrik [2].

Dampak dari kebakaran menyebabkan jatuhnya korban jiwa, penyakit dan gangguan kesehatan akibat asap yang ditimbulkan, rusaknya material nilai bangunan dan aset berharga (berkas dokumen atau surat penting) dan pengeluaran finansial penanggulangan pasca dampak kebakaran [3].

Untuk mengatasi risiko terjadinya kebakaran dan sebagai tindakan awal agar penyebaran api dapat diminimalkan, telah dikembangkan alat "Sistem Peringatan Kebakaran Berbasis IoT dengan Jaringan Sensor Nirkabel." Alat ini berfungsi sebagai alarm dini yang memberikan peringatan ketika gas terdeteksi di dalam suatu bangunan. Sistem ini dilengkapi dengan *detector* yang dipasang di ruangan, mampu memantau kondisi dan mendeteksi asap serta kebakaran. Informasi deteksi kemudian dapat dikontrol menggunakan blynk. Dengan demikian, pengguna dapat segera merespons keadaan darurat. Selain itu, informasi deteksi juga dapat diteruskan kepada petugas pemadam kebakaran, memungkinkan mereka untuk merespons dengan cepat dan tepat sesuai dengan lokasi munculnya api yang telah diidentifikasi oleh sistem pada ruangan tersebut.

Sebelumnya, dilakukan suatu penelitian yang berjudul "Alat Pendeteksi Kebakaran Menggunakan NodeMCU ESP8266 *Waterpump Flame Sensor* dan Sensor MQ-2 Berbasis Web". Alat deteksi kebakaran otomatis berbasis web ini beroperasi dengan menggunakan sensor asap dan sensor api. Ketika kedua sensor tersebut mendeteksi asap dan api secara bersamaan, buzzer dan waterpump akan diaktifkan, dan antarmuka web kebakaran akan ditampilkan. Jika hanya satu sensor yang mendeteksi, waterpump tidak akan diaktifkan, hanya buzzer yang akan berbunyi, dan antarmuka website akan menunjukkan adanya api atau asap. Jika kedua sensor tidak mendeteksi adanya api atau asap, *buzzer* dan waterpump akan tetap mati, dan tampilan website akan menunjukkan bahwa kondisi aman [4].

Kemudian penelitian terkait prototipe pemadam kebakaran dengan Arduino Uno telah dijelaskan dalam "Jurnal Penerapan Ilmu-ilmu Komputer (JUPITER)" Volume 9, Nomor 1, yang diterbitkan pada bulan April 2023. Cara kerja dari prototipe ini yang pertama, sensor mendeteksi indikasi kebakaran kemudian, Arduino Uno memproses sinyal dari sensor selanjutnya, Arduino Uno mengirimkan sinyal ke relay, relay mengaktifkan pompa air, dan akhirnya, air disemprotkan oleh sprinkler untuk memadamkan api. Dalam penelitian tersebut tidak dirancang untuk memberikan notifikasi ke pengguna saat sensor mendeteksi indikasi kebakaran. Sebaliknya, sprinkler langsung bekerja dengan menyemprotkan air [5].

Selanjutnya, penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Alarm Pencegah Kebakaran Otomatis pada Rumah Menggunakan Sensor Api dan Asap," dipublikasikan di "Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika - JISKA Vol.01 No.2 Juli 2023." Alarm ini beroperasi dengan sensor MQ-2 dan sensor api yang mendeteksi keberadaan asap dan api di sekitar rumah. Ketika sensor mengidentifikasi adanya asap dan api, sinyal akan dikirim ke mikrokontroler Arduino sebagai pusat kendali sistem. Mikrokontroler Arduino kemudian mengirimkan sinyal ke alarm atau buzzer untuk memberikan peringatan kebakaran. Selain itu, mikrokontroler Arduino juga mengirimkan sinyal ke *solenoid valve* untuk membuka keran air secara otomatis dan mengalirkan air ke titik api. Relay 12-volt bertugas sebagai pengontrol keluaran data dan tegangan untuk water pump 12- volt. Setelah kebakaran berhasil dipadamkan, keran air akan secara otomatis ditutup *solenoid valve* [6].

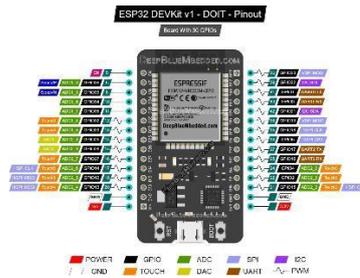
Selanjutnya, terdapat sebuah jurnal yang membahas perancangan sistem deteksi dini kebakaran di dalam ruangan dengan memanfaatkan jaringan internet. Sistem ini beroperasi dengan mendeteksi kebakaran melalui penggunaan sensor flame. Apabila sensor flame mendeteksi adanya kebakaran, sinyal akan dikirim ke Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali utama. Setelah itu, Arduino Mega 2560 akan memproses sinyal tersebut dan mengirimkan sinyal ke modul relay untuk mengaktifkan pompa air. Selain itu, dalam sistem ini, modul GPS digunakan untuk menentukan koordinat lokasi kebakaran. Koordinat tersebut selanjutnya akan dikirimkan ke aplikasi yang terkoneksi dengan Google Maps, memungkinkan pengguna untuk melacak lokasi kebakaran [7].

Berikutnya, terdapat sebuah penelitian yang bertujuan membangun dan merancang sistem peringatan dini kebakaran menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 sebagai pusat pengolahan data yang terhubung langsung dengan *buzzer*. *Buzzer* akan menghasilkan suara atau bunyi keras sebagai peringatan, dan informasi terkait keberadaan api atau asap akan ditampilkan pada Papan LCD. Rangkaian alat ini didesain dengan

menggunakan flame sensor sebagai sensor utama untuk mendeteksi adanya api atau asap di sekitarnya. Ketika *flame sensor* mendeteksi keberadaan api atau asap, sinyal akan dikirim ke Arduino Uno R3 untuk diproses [8].

1.1 NodeMCU ESP32

ESP32 adalah *System On Chip* (SoC) yang telah dilengkapi dengan fitur *Wi-fi*. Fungsi *Wi-fi* ini dimanfaatkan untuk menghubungkan antara node dan router. Bahasa pemrograman yang digunakan mirip dengan Arduino, yaitu C++. Keunggulan dari NodeMCU ESP32 dibandingkan dengan Arduino Uno adalah bahwa tidak diperlukan perangkat tambahan untuk terhubung ke internet. ESP32 memiliki kemampuan untuk beroperasi pada *clock* 240MHz dan dilengkapi dengan 2 *core processor* [9].



Gambar 1. NodeMCU ESP32

(Sumber: <https://shorturl.asia/c7f5M>)

1.2 Software Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino Uno adalah *software* yang tersedia gratis dan *open source* di website *official* arduino dan tersedia untuk berbagai macam platform sistem operasi komputer seperti Mac, Windows, dan Linux. Terdapat *bootloader* di dalamnya sehingga kita tidak perlu lagi mengupload kode baru untuk menggunakan program hardware eksternal. Dengan Arduino IDE inilah kita melakukan pemrograman, melakukan kompilasi program, *debugging* dan proses download ke *Arduino board* nya [10].



Gambar 2. Software Arduino IDE

(Sumber: Joaquín García/ubunlog)

1.3 Sensor Gas MQ-2

Sensor gas adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan output membaca sebagai tegangan analog. Sensor gas asap MQ-2 dapat langsung diatur sensitifitasnya dengan memutar trimpotnya. Sensor ini biasa digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas baik di rumah maupun di industri [11].



*Gambar 3. Sensor Gas MQ-2
(Sumber: Dewa De/TEKNISIBALI)*

1.4 LCD (Liquid Crystal Display)

Display ini berfungsi sebagai penampil data, baik dalam bentuk karakter, huruf, maupun angka. LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 16x2 yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.



*Gambar 4. LCD (Liquid Crystal Display)
(Sumber: Aswinth Raj/CIRCUIT DIGISET)*

1.5 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Rangkaian buzzer berfungsi untuk indikator apabila terjadi update informasi pada running text.



*Gambar 5. Buzzer
(Sumber : <https://bitly.ws/Vhgb>)*

1.6 Relay

Relay adalah saklar yang dioperasikan secara elektrik dan merupakan komponen elektromekanis (elektromekanik) terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet (kumparan) dan mekanis (seperangkat kontak switching). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus yang kecil (daya rendah) dapat menghantarkan listrik tegangan lebih tinggi. Relay berfungsi sebagai saklar *on/off* dari water pump [12].



*Gambar 6. Relay
(Sumber: Zanoor)*

1.7 Water Pump

DC Water Pump adalah pompa air yang menggunakan arus listrik searah (DC) untuk memompa air. *DC Water Pump* terdiri dari beberapa komponen seperti motor, impeller, dan inlet/outlet. Motor digunakan untuk menggerakkan impeller yang berputar di dalam pompa dan memompa air melalui inlet (masukan) dan outlet (keluaran) yang terhubung ke saluran pipa. Nantinya pada rancangan komponen ini diberi baterai lalu memompa air yang disediakan ke posisi api yang menyala [13].



Gambar 7. DC Water Pump

(Sumber: Jetmaker (xiamen) Technology Co., Ltd./Alibaba)

1.8 LED

LED (*Light Emitting Diode*). Lampu LED adalah semikonduktor yang dapat mengubah energi listrik menjadi cahaya monokromatik ketika dilewati oleh elektron-elektron atau yang biasa disebut sebagai tegangan maju.



Gambar 8. LED

(Sumber: <https://shorturl.at/cpux2>)

1.9 Telegram

Telegram merupakan platform pesan instan yang menggunakan teknologi cloud dengan penekanan pada kecepatan dan keamanan. Dibuat untuk memberikan kemudahan dalam pertukaran pesan teks, audio, video, gambar, dan stiker antar pengguna dengan tingkat keamanan yang tinggi [14].

1.10 Power Supply

Power Supply merupakan sirkuit yang dikhususkan untuk mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus searah. Dalam teknik elektronika, hal ini sangat banyak digunakan untuk menghidupkan perlengkapan yang memerlukan arus searah, bukan arus bolak-balik. Penyearahan arus dari AC ke DC ini digunakan 4 dioda sebagai jembatan penyearahnya dan bahan-bahan lain sebagai pendukung seperti IC regulator tegangan, kapasitor, resistor, transistor, potensiometer [15].



Gambar 10. Power Supply

(Sumber: <https://rb.gy/p2ant8>)

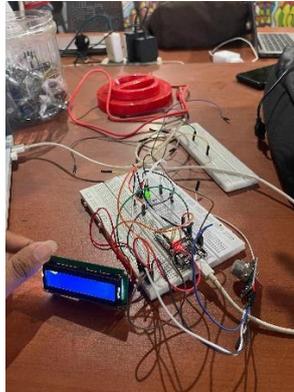
2. METODE PENELITIAN

2.1 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Perancangan perangkat keras pada sistem keamanan ini meliputi perancangan modul:

- MQ-2
- Mikrokontroler Esp32
- Layar LCD

-
- d. *Buzzer*
 - e. *Relay*
 - f. *DC water pump*
 - g. *Power supply*



Gambar 11. Perancangan Perangkat Keras

2.2 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Dalam perancangan perangkat lunak, program Arduino akan digunakan untuk menuliskan kode program yang kemudian disimpan dalam file berekstensi IDE. *Bootloader Arduino Uno* akan berfungsi sebagai media untuk mengunggah program ke dalam mikrokontroler, memungkinkan mikrokontroler untuk beroperasi sesuai dengan instruksi yang telah diberikan. Berikut adalah ilustrasi lengkap dari kode program yang digunakan.

```
1  #include <CTBot.h>
2  #include <Wire.h>
3  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
4
5  LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
6
7  #define Buzzer  2
8  #define Green  19
9  #define Red    18
10 #define Gas    15
11 #define Pump   23
12
13 CTBot myBot;
14 int bacaSensorGas = 0;
15
16 String ssid = "windri";
17 String pass = "55555555";
18 String token = "6744132540:AAHcaLq_z5qfkPg0v0lr8-KIIeIhjEDXsw";
19
20 void setup() {
21   Serial.begin(9600);
22   myBot.wifiConnect(ssid, pass);
23   myBot.setTelegramToken(token);
24   lcd.begin(16, 2);
25   lcd.backlight();
26   pinMode(Green, OUTPUT);
27   pinMode(Red, OUTPUT);
28   pinMode(Buzzer, OUTPUT);
29   pinMode(Gas, INPUT);
30   pinMode(Pump, OUTPUT);
31   myBot.wifiConnect(ssid, pass);
32   myBot.setTelegramToken(token);
```

```

34 // check if all things are ok
35 if (myBot.testConnection())
36   Serial.println("\n Terhubung");
37 else
38   Serial.println("\n Tidak Terhubung");
39 }
40
41 void pompaOn() {
42   digitalWrite(Pump, HIGH);
43 }
44
45 void pompaOff() {
46   digitalWrite(Pump, LOW);
47 }
48
49 void loop() {
50   bacaSensorGas = analogRead(Gas);
51   lcd.setCursor(0, 1);
52   lcd.print("Gas: " + String(bacaSensorGas));
53   Serial.println("Gas: " + String(bacaSensorGas));
54
55   if (bacaSensorGas > 2000) {
56     TBMMessage msg;
57     if (CTBotMessageText == myBot.getNewMessage(msg))
58       myBot.sendMessage(msg.sender.id, msg.text);
59     Serial.print("Pesan Masuk: ");
60     Serial.print(msg.text);
61     String kirim;
62     kirim = "Gas Leak";
63     myBot.sendMessage(1889691247, kirim);
64     delay(500);
65     digitalWrite(Red, HIGH);
66     digitalWrite(Green, LOW);
67     digitalWrite(Buzzer, HIGH);
68     lcd.setCursor(1, 0);
69     lcd.print("Gas Leak");
70     pompaOff();
71   }
72   else {
73     digitalWrite(Red, LOW);
74     digitalWrite(Green, HIGH);
75     digitalWrite(Buzzer, LOW);
76     lcd.setCursor(1, 0);
77     lcd.print("Safe");
78     pompaOn();
79   }
80   delay(2000);
81 }

```

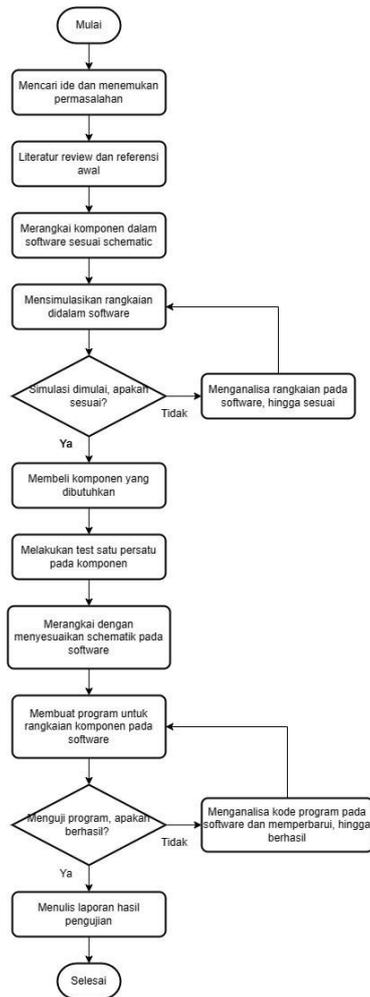
Gambar 12. Kode Program Arduino



Gambar 13. Notifikasi Telegram

2.3 Flowchart Sistem

Pada saat pembuatan alat ini diawali dengan pembuatan *flowchart*.



Gambar 14. Flowchart Pembuatan Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Tahapan ini merupakan tahapan akhir dalam membuat program.

Tabel 1. Kondisi Kerja Alat

Kondisi	Sensor MQ-2	Output		
		Buzzer	Notifikasi	LED
	Tidak mendeteksi adanya asap	Tidak berbunyi	Tidak muncul	Hijau
	Mendeteksi asap	Berbunyi	Berbunyi	Merah

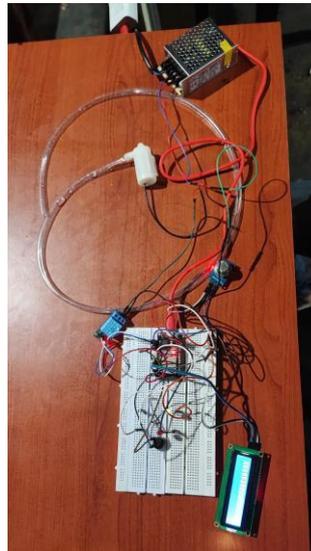
Tabel 2. Kondisi Hasil Kerja Alat

Kondisi	Alat	Hasil	
		Berfungsi	Tidak Berfungsi
	NodeMCU ESP32	Ya	-
	MQ2	Ya	-
	<i>Buzzer</i>	Ya	-
	LCD Display	Ya	-
	Modul relay	Ya	-
	LED	Ya	-
	<i>Water Pump</i>	Ya	-
	<i>Power Suplly</i>	Ya	-

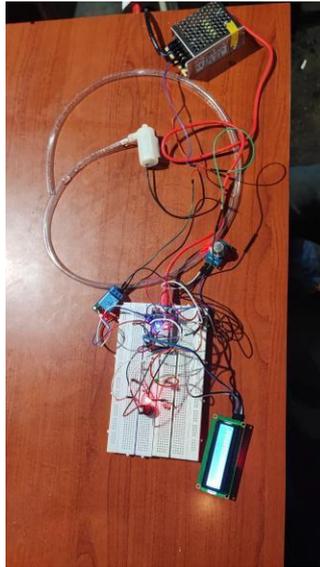
3.2 Pembahasan

1. Pengujian Sensor MQ2 (Sensor Gas)

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan korek gas yang dibuka. Tujuannya adalah untuk mengetahui kadar dan kosentrasi gasoleh sensor MQ2 yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon monoksida diruangan, jika sensor MQ2 mendeteksi gas maka LED merah akan menyala dan jika Sensor MQ2 tidak mendeteksi gas maka LED hijau akan menyala, berikut gambarnya.



Gambar 15. Pengujian Sensor MQ-2 (Kondisi aman)



Gambar 16. Pengujian Sensor MQ-2 (Kondisi tidak aman)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diberikan pada di atas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dengan adanya sistem pendeteksi kebocoran gas ini sensor MQ2 dapat mendeteksi adanya kebocoran gas dan langsung mengirim data ke layar LCD
2. Apabila terjadi kebakaran, water pump langsung menyembrotkan air langsung kepada titik api, supaya api tidak merambat kebagian lainnya.

Setelah semuanya sistem berjalan maka memudahkan kita untuk mengetahui adanya kebocoran gas dan api dengan menggunakan alat pendeteksi ini, bahkan dapat mengurangi tingkat kerugian bagi masyarakat karena bahaya kebakaran dapat dideteksi lebih dini.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh disadari bahwa sistem deteksi kebocoran gas LPG yang dibuat memiliki beberapa kekurangan. Oleh sebab itu, untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan menjadi alat yang akurat dan presisi disarankan untuk dilakukan bebrapa hal sebagai berikut:

1. Disarankan untuk menambah perangkat informasi tentang kebocoran gas melalui sms GSM agar kondisi gas dapat selalu terpantau secara real time.
2. Dapat dikembangkan dengan menambah perangkat informasi tentang kebocoran gas berbasis android.

Sekalipun perangkat pendeteksi kebocoran gas ini sudah berhasil dibuat, disarankan untuk tetap berhati-hati agar lebih memperhatikan penggunaan tabung gas dengan pengetahuan penggunaan yang baik

REFERENCES

- [1] T. H. Siregar, S. P. Sutisna, G. E. Pramono, and M. M. Ibrahim, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Iot Menggunakan Arduino," *AME (Aplikasi Mek. dan Energi) J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, p. 59, 2021, doi: 10.32832/ame.v7i2.5063.
- [2] J. S. Informasi, T. Informasi, A. D. Malinda, D. Indra, and G. Hts, "Alat Pendeteksi Kebakaran Dengan Menggunakan Sensor Dht-11 Dan Sensor Asap Berbasis IoT," vol. 2, no. 1, pp. 20–28, 2023.
- [3] D. D. Kurniawan, O. A. W. Riyanto, M. F. A. Ismantoko, K. Hariyanto, F. G. Dewi, and S.

-
- Subaderi, "Inovasi Pemadam Kebakaran Dan Sistem Alarm Berbasis Arduino Menggunakan Smartphone Dengan Metode TRIZ," *J. Syst. Eng. Technol. Innov.*, vol. 2, no. 01, pp. 111–117, 2023, doi: 10.38156/jisti.v2i01.40.
- [4] S. Subhan, D. Virgian, and S. Yudha, "Alat Pendeteksi Kebakaran Menggunakan NodeMCU ESP8266 Waterpump Flame Sensor dan Sensor MQ-2 Berbasis Web," *SKANIKA Sist. Komput. dan Tek. Inform.*, vol. 6, pp. 129–138, 2023.
- [5] E. Pradana, M. A. HD, and W. W. Pamungkas, "PROTOTIPE PEMADAMAN KEBAKARAN DENGAN ARDUINO UNO," *J. Penerapan Ilmu- ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–13, 2023.
- [6] E. Syahrin and R. Doni, "Rancang Bangun Alarm Pencegah Kebakaran Otomatis pada Rumah Menggunakan Sensor Api dan Asap," *J. Sist. Inf. Dan Inform.*, vol. 1, no. 2, p. 80, 2023.
- [7] M. Raihan and Elfizon, "Rancang Bangun Sistem Penanganan Dini Kebakaran Pada Ruangan Menggunakan Jaringan Internet," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 4, no. 2, pp. 625–636, 2023.
- [8] R. T. Aldisa, F. N. Karel, and M. Aldinugroho, "Sistem Peringatan Dini Kebakaran Dengan Flame Sensor dan Arduino Uno R3," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 1, p. 453, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3499.
- [9] M. A. R. Azhar and Y. Aloya Pagalo, "Sistem Peringatan Kebakaran Pada Mobil Berbasis Iot," *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 9, no. 1, pp. 59–64, 2022, doi: 10.33197/jitter.vol9.iss1.2022.934.
- [10] F. Bimantara and M. A. Masril, "Implementasi Arduino Uno Untuk Deteksi Kebakaran Hutan," *J. Quancom*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2023.
- [11] F. Nova, A. F. Kasmar, M. Azmi, and K. A. Putra, "Monitoring Polusi Udara Dan Kebakaran Berbasis Android," *Elektron J. Ilm.*, vol. 13, no. November 2020, pp. 25–29, 2021, doi: 10.30630/eji.0.0.185.
- [12] F. Fahrullah, S. Oyama, and A. Riyadi, "Rancang Bangun Kompor Gas Pintar Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Seri Pros. ...*, pp. 1–8, 2021.
- [13] D. Indra, E. I. Alwi, and M. Al Mubarak, "Prototipe Sistem Kontrol Pemadam Kebakaran Pada Rumah Berbasis Arduino Uno dan ESP8266," *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.34010/komputika.v11i1.4801.
- [14] Y. S. Kristama and I. R. Widiyari, "Alat Pendeteksi Kebakaran Dini Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan NodeMCU Dan Telegram," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 3, p. 1599, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i3.4445.
- [15] J. Litji, "Bab ii dasar teori 2.1," *Pengaruh Perlakuan Panas Dan Penuaan*, pp. 5–18, 2019.