

# PROTOTIPE SISTEM MONITORING PENDETEKSI KEBAKARAN MENGGUNAKAN FITUR *LOOPING*

Alhadi Putra Zikrullah<sup>1)</sup>, Rima Tamara<sup>2)</sup>, Iskandar Fitri<sup>3\*)</sup>

<sup>1), 2), 3)</sup>Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Universitas Nasional

Ps. Minggu, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta

e-mail : [alhadiputraz2017@student.unas.ac.id](mailto:alhadiputraz2017@student.unas.ac.id) <sup>1)</sup>, [rimatamaraaldisa@civitas.unas.ac.id](mailto:rimatamaraaldisa@civitas.unas.ac.id) <sup>2)</sup>, [Iskandar.fitri@civitas.unas.ac.id](mailto:Iskandar.fitri@civitas.unas.ac.id) <sup>3)</sup>

\*Penulis Korespondensi

## ABSTRAK

*Kebakaran merupakan peristiwa yang tidak dikehendaki oleh manusia. Hal ini mengarah kepada pentingnya menjaga suatu ruangan dari bahaya kebakaran yang berakibat fatal, yang mana kejadian ini dapat terjadi tidak mengenal tempat dan waktu, bisa terjadi dimana saja dan kapan saja. Kebakaran dapat mengakibatkan kerugian material atau kerugian korban jiwa. Untuk itu di perlukan alat yang bisa mendeteksi kebarakaran api, asap dan gas. Perancangan alat pendeteksi kebakaran ini adalah rancangan sistem yang terhubung melalui jaringan internet dan dapat memberikan informasi jika terjadi adanya indikasi kebakaran kepada pihak terkait melalui Monitoring yang diharapkan dapat mencegah terjadinya kebakaran dalam skala besar. Alat pendeteksi kebakaran ini menggunakan mikrokontroller yang sudah di lengkapi dengan beberapa sensor yaitu dengan Flame sensor, MQ-2 dan MQ-7. Jika Flame sensor terdeteksi adanya api dengan jarak 5cm dengan besarnya api 85 °c maka alarm Buzzer akan berbunyi dan akan mengeluarkan air. NodeMCU akan mengirim perintah ke relay dan relay akan menyalakan pompa. Jika MQ-2 dan MQ-7 mendeteksi adanya asap dengan kepadatan melebihi angka 770 PPM dan gas 658%, maka dihalaman Monitoring akan menampilkan angka yang sama dan akurat. Kesimpulan dari penelitian ini adalah dengan adanya sistem pendeteksi kebakaran, Prototype ini menggunakan beberapa sensor seperti Flame sensor, MQ-2, dan MQ-7 yang dapat menunjang alat kerja seacara sistematis dan user dapat dapat mengetahui seberapa bahaya ruangan tersebut dengan melihatnya ditampilkan pada halaman monitoring.*

**Kata Kunci:** Flame Sensor, MQ-2, MQ-7, NodeMCU.

## ABSTRACT

*Fire is an event that is not desired by humans. This leads to the importance of protecting a room from the danger of a fatal fire, where this incident can occur regardless of place and time, it can happen anywhere and anytime. Fire can result in material loss or loss of life. For this reason, a tool that can detect fire, smoke and gas is needed. The design of this fire detection device is a system design that is connected via the internet and can provide information if there is an indication of fire to related parties via the monitoring which is expected to prevent large-scale fires. This fire detector uses a microcontroller that is equipped with several sensors, namely the Flame sensor, MQ-2 and MQ-7. If the Flame sensor detects a fire up to 85 °c, the Buzzer alarm will sound and will release water. The NodeMCU will send a command to the relay and the relay will blame the pump. If MQ-2 and MQ-7 detect smoke up to 770 PPM and gas 658%, the monitoring page will display a same numeric and accurate. The conclusion of this study is that with a fire detection system, this prototype uses several sensors such as Flame sensors, MQ-2, and MQ-7 which can support work tools systematically and users can find out how dangerous the room is by seeing it displayed on a monitoring page.*

**Keywords:** Flame Sensor, MQ-2, MQ-7, NodeMCU.

## I. PENDAHULUAN

**K**ebakaran adalah salah satu kejadian yang tidak di inginkan bagi setiap manusia [1]. Hal ini mengarah kepada pentingnya menjaga suatu ruangan dari bahaya kebakaran yang berakibat fatal, yang mana kejadian ini dapat terjadi tidak mengenal tempat dan waktu, bisa terjadi dimana saja dan kapan saja. Kebakaran bisa terjadi kapan saja dan dimana saja, baik itu di suatu ruangan kantor, di pusat perbelanjaan. Faktor yang menyebabkan terjadinya penyebab kebarakaran bisa terjadi karena, arus listrik, kebocoran pada gas, membuang puntung rokok sembarangan. Kebakaran dapat mengakibatkan kerugian material atau kerugian korban jiwa. Untuk itu di perlukan alat yang bisa mendeteksi kebarakaran api, asap dan gas [2].

Kasus kebakaran ini dapat di cegah, ada banyak cara yang dapat mencegah terjadinya kebarakaran. Salah satunya dengan membuat alat pendeteksi kebakaran ini. Alat pendeteksi kebakaran ini menggunakan mikrokontroller yang sudah di lengkapi dengan beberapa sensor yaitu dengan Flame sensor, MQ-2 dan MQ-7. Jika terdeteksi adanya api maka Buzzer akan berbunyi dan mengeluarkan air dan jika terdeteksi adanya asap dan gas maka sensor MQ-2 dan sensor MQ-7 akan mengirimkan data ke halaman monitoring. User dapat mengontrol keadaan ruangan dengan cara melihat monitoring yang sudah terkoneksi dengan *wifi*. Maka dengan adanya alat pendeteksi kebakaran ini dapat mengatisipasi jika terjadi adanya indikasi kebakaran [3].

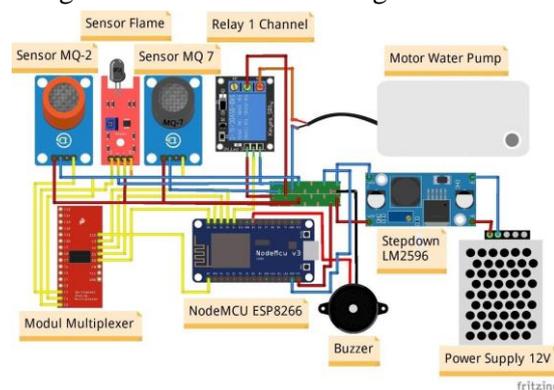
Dalam penelitian ini telah dirancang alat pendeteksi kebakaran dalam suatu ruangan yang mana terhubung melalui jaringan internet dimana dalam rancangan ini juga di buat dan di tambahkan menu monitoring dari sensor tersebut. Alat pendeteksi kebakaran ini sebagai alat yang secara khusus dibangun untuk mendeteksi adanya gejala kebakaran sehingga dapat memberikan peringatan dini. Mengacu pada referensi yang keempat, sensor ini dilakukan penelitian pada tahun 2015 yang diteliti oleh M.S.Haeridhayanti dan Hafidudin, membahas tentang kebakaran serta penetralisir udara dengan memanfaatkan sensor sht-11 dan mq-7. Hasil pengujian dan design menunjukkan kebutuhan fungsional berjalan baik. Dan pengujian akurasi sistem pendeteksi berbasis sms [4]. Penelitian berikutnya dilakukan oleh D.Darussalam dan A.Azwardi pada tahun 2019 tentang penggunaan flame sensor sebagai sistem pendeteksi api berbasis mikrokontroler pada simulator sistem pemadam kebakaran. Dengan menggunakan nodeMCU ESP8266 menghasilkan ketepatan hasil diagnosis akurat karena keluaran yang dihasilkan oleh sistem mempunyai tingkat keakuratan sebesar 92% [5].

Pada penelitian ini dibuat rancang bangun sistem untuk deteksi kebakaran yang mana dikembangkan dengan fitur monitoring secara realtime melalui perangkat melalui jaringan IoT. Dimana di bagian rancang bangun ini di tambahkan fitur pengulangan (*looping*) sehingga user dapat menggunakan sistem monitoring secara terus menerus walaupun terjadi kendala atau kebakaran. Kepada pengguna kontrol dan monitoring tersebut mendukung pengguna untuk mengetahui peringatan kebakaran dengan angka yang sudah di program dan memiliki fitur fitur yang mempermudah pengguna menggunakan aplikasi yang di sambungkan ke satu jaringan yang sama dapat di akses melalui perangkat tertentu, untuk mengetahui pendeteksi yang lebih akurat secara langsung dan terus menerus. Fitur tersebut mengacu pada penelitian sebelumnya yang di teliti oleh M.W.Firdaus, M.A.Murti dan R.Nugraha [6]. Tentang "Sistem Kontrol Dan Monitoring Kebakaran Melalui Internet" Metode kontrol dan monitoring ini menampilkan angka secara akurat dan mempunyai batas maksimum dan minimum. Berdasarkan hasil pada penelitian-penelitian sebelumnya alat ini telah mengikuti standarisasi **National Fire Alarm and Signaling Code (NFPA)**. NFPA merupakan kode standarisasi dalam sistem alarm kebakaran. Kode NFPA 72 pertama kali diperkenalkan sebagai standarisasi terbaru hingga saat ini, agar selanjutnya diterapkan bagi fasilitas-fasilitas gedung yang menggunakan sistem alarm kebakaran. NFPA 72 menyajikan ketentuan yang pernah dikembangkan untuk sistem kebakaran, terutama dalam hal aplikasi, instalasi, lokasi, kinerja, inspeksi, pengujian, pemeliharaan alarm kebakaran, dan sistem komunikasi darurat Mass Notification System (MNS) [7].

## II. METODE PENELITIAN

### A. Perancangan Design Sistem Pendeteksi Kebakaran dan Looping

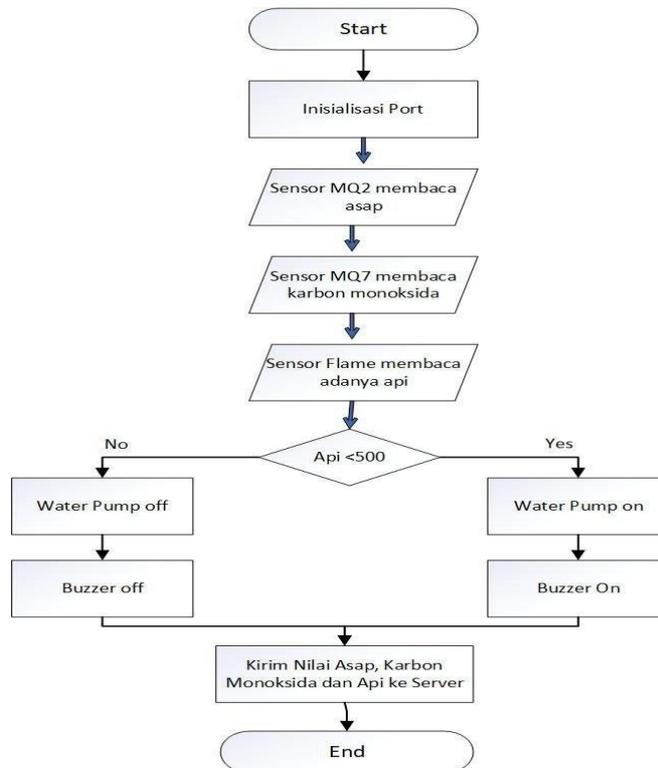
Berikut ini adalah analisis yang merupakan tahapan langkah – langkah pada urutan perancangan ialah : urutan perancangan yang dilakukan memakai *software frizting* untuk membantu ketika menggumpulkan data tentang alat - alat dan pemetaan tata letak urutan kabel pin yang diperlukan pada peningkatan perancangan alat ini. Fitur looping yang dimaksud pada sistem pendeteksi ini adalah monitoring sensor dapat berjalan terus menerus meskipun tanda kebakaran telah bunyi, dan setiap sensor mendeteksi adanya asap, api dan gas angka pada monitoring terus berjalan sesuai hasil yang di tampilkan pada halaman monitoring. Sistem monitoring akan terus menampilkan angka pada perangkat yang tersambung melalui jaringan yang sama dan akan memberikan laporan secara terus menerus dan *real time* walaupun tidak terdeteksi adanya ancaman apa apa. Pada perolehan pada simulasi ini hendak dijadikan referensi yaitu alat – alat yang segera dimanfaatkan dalam memenuhi perkembangan alat sebagai pendeteksi kebakaran pada suatu ruangan. Berikut ini adalah rangkaian keseluruhan pada gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Keseluruhan dengan Software Fritzing

### B. Flowchart Pengontrolan Alat

Gambaran Flowchart alat keseluruhan dari prototype sistem pendeteksi kebakaran di dalam suatu ruangan menggunakan flame sensor, MQ-2, dan MQ-7 tersebut dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Pengontrolan Alat

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Implementasi

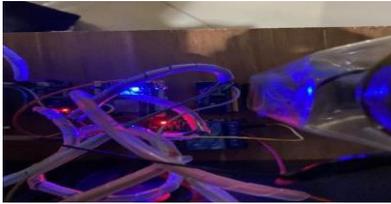
Implementasi metode yang telah dilakukan pada sistem bertujuan untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan dengan baik dan sesuai dari tujuan penelitian. Adapun beberapa tampilan alat yang telah diimplementasikan pada sistem tersebut diantaranya sebagai berikut.

#### 1) Tampilan Alat Keseluruhan

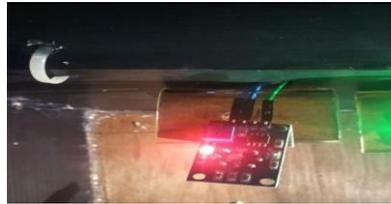
Pada langkah implementasi ini dilaksanakan dengan merakit alat – alat sesuai pada perancangan yang sudah dirancang yang berupa kerangka ruangan kecil. Pada gambar 3 di atas juga menunjukkan tampilan keberadaan komponen di dalam ruangan, yaitu sensor MQ-7, MQ-2, dan Flame sensor yang berdekatan, lalu terlihat selang air yang menghadap ke pompa belakang. Kemudian pada gambar 4, 5 dan 6 di bawah ini menampilkan komponen yang sedang bekerja pada Prototype Sistem Pendeteksi Kebakaran Di Dalam Suatu Ruangan Menggunakan Flame Sensor, MQ-2, Dan MQ-7 hal ini bertujuan agar komponen tersebut dapat berfungsi dengan baik saat memproses.



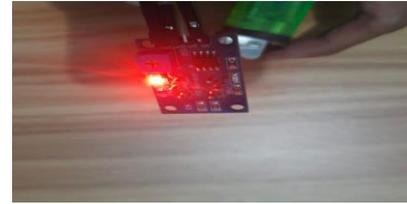
Gambar 3. Tampilan Alat Keseluruhan



Gambar 4. Relay Aktif saat bekerja



Gambar 5. MQ-2 mendeteksi adanya asap



Gambar 6. MQ-7 mendeteksi gas

## 2) Tampilan Pada Monitoring

Pada implementasi perangkat lunak dimulai dari semua tampilan di bawah ini yang menunjukkan bahwa Aplikasi halaman monitoring digunakan untuk memantau dari hasil data yang ditampilkan secara *real-time* saat proses dari sistem monitoring kontrol Gas dan Asap. Adapun beberapa menu yang disediakan di dalam aplikasi tersebut, yaitu Home, Data, dan Contact. Bagian menu Home berisi tentang tampilan awal pada aplikasi halaman monitoring yang disertai dengan judul halaman monitoring dan penjelasan. Tampilan tersebut dapat dilihat pada gambar 7. Kemudian, terdapat Data yang berisi tentang tampilan angka pada halaman monitoring yang disertai dengan kedua data yang ditampilkan dalam bentuk angka secara *real-time*, pada proses dari sistem pendeteksi kebakaran, yaitu bilangan asap bilangan gas dan api. Ketiga tampilan tersebut dapat ditunjukkan pada gambar 8, gambar 9 dan gambar 10.

```
MONITORING SENSOR API ASAP dan GAS
sensor api : 1024
sensor asap Maximum 773PPM : 760
sensor gas Maximum 1000% : 1024
Gas Berlebihan
```

Gambar 7. Tampilan Awal Halaman Monitoring

```
sensor api : 1024
sensor asap Maximum 773PPM : 760
sensor gas Maximum 1000% : 44
MONITORING SENSOR API ASAP dan GAS
sensor api : 1024
sensor asap Maximum 773PPM : 762
sensor gas Maximum 1000% : 43
MONITORING SENSOR API ASAP dan GAS
sensor api : 1024
sensor asap Maximum 773PPM : 760
sensor gas Maximum 1000% : 44
MONITORING SENSOR API ASAP dan GAS
sensor api : 1024
sensor asap Maximum 773PPM : 761
sensor gas Maximum 1000% : 44
```

Gambar 8. Tampilan Bilangan Asap

```
MONITORING SENSOR API ASAP dan GAS
sensor api : 1024
sensor asap Maximum 773PPM : 774
sensor gas Maximum 1000% : 45
Asap Melebihi Batas Maksimum
```

Gambar 9. Tampilan Bilangan Gas

```

MONITORING SENSOR API ASAP dan GAS
sensor api : 60
sensor asap Maximum 773PPM : 758
sensor gas Maximum 1000% : 53
WASPADA API

```

Gambar 10. Tampilan Bilangan Api

### B. Hasil Pengujian

Pada bagian ini menjelaskan mengenai pengujian alat yang akan dijalankan, selanjutnya dilakukan dengan menguji setiap komponen masukan dan keluaran yang dilakukan beberapa kali. Berikut akan diberikan gambar beserta penjelasan mengenai pengujian alat yang sudah dibuat :

#### 1) Pengujian Sensor MQ-7 dan Sensor Flame

Pengujian Sensor MQ-7 bertujuan untuk mengetahui apakah pembacaan nilai gas bisa bekerja secara akurat dengan nilai yang telah ditetapkan. Pada tabel I dapat dilihat adanya peningkatan gas yang terjadi dari percobaan ke-1 sampai ke-5. Kemudian angka persen gas meningkat dari setiap percobaannya dari 46% hingga 1050% menyebabkan gas berlebihan dapat memicu timbulnya api. Pada sensor api voltmeter satuan api meningkat sesuai jarak api dan besarnya api yang di timbulkan ke sensor sehingga alarm dan pompa mendeteksi terjadinya kebakaran.

TABEL I.  
HASIL PENGUJIAN NILAI GAS SENSOR MQ-7

No. Pengujian	Nilai Gas Dari MQ-7	Nilai Gas Pada Monitoring	Flame Sensor	Voltmeter Display	Alarm	Pompa
Ke-1	46%	46%	5cm	85 'C	On	On
Ke-2	154%	154%	10cm	77 'C	On	On
Ke-3	386%	386%	15cm	45 'C	On	On
Ke-4	687%	687%	17cm	none	Off	Off
Ke-5	1050%	1050%	20cm	none	Off	Off

#### 2) Pengujian Sensor MQ-2

Pengujian sensor MQ-2 bertujuan untuk mengetahui apakah pembacaan nilai kepadatan asap bisa bekerja secara akurat dengan nilai tersebut yang sudah ditentukan. PPM “part per million” yaitu suatu satuan unit yang menyatakan jumlah atau konsentrasi zat dalam setiap 1 juta, Berdasarkan pengujian pada tabel II didapatkan ketika asap yang dideteksi 760PPM dalam kondisi ruangan yang baik sehingga Buzzer tidak menyala dan monitoring menampilkan nilai asap dengan 760PPM. Tetapi, pada saat nilai kepadatan asap telah mencapai lebih dari 770PPM, maka kondisi ruangan dalam berbahaya. Dan setelah itu, Buzzer akan menyala dan halaman monitoring menampilkan nilai kepadatan asap yang didapatkan oleh sensor tersebut. Hal ini membuktikan bahwa sensor tersebut dapat berfungsi dengan baik sesuai yang diperintahkan oleh sistem.

TABEL 2.  
HASIL PENGUJIAN NILAI ASAP SENSOR MQ-2

No. Pengujian	Nilai Kepadatan Asap (part per million)	Kondisi Ruangan	Kondisi Alarm	Nilai PPM
Ke-1	760PPM	Normal	Mati	760PPM
Ke-2	768PPM	Sedang	Mati	768PPM
Ke-3	770PPM	Tidak Aman	Nyala	770PPM
Ke-4	772PPM	Waspada	Nyala	772PPM
Ke-5	775PPM	Berbahaya	Nyala	775PPM

### 3) Pengujian Pompa

Pengujian pompa bertujuan untuk mengetahui apakah pompa tersebut dapat berfungsi untuk memadamkan api sesuai yang diperintahkan oleh sistem. Berdasarkan pengujian pada tabel III didapatkan ketika awal sensor mendeteksi api maka kondisi pompa menyala selama 3 detik, kemudian di percobaan ke-2 sensor mendeteksi api dan pompa menyala selama 6 detik. Lalu pada percobaan ke-3 sensor diberikan api yang cukup besar kemudian pompa dapat memadamkannya dalam waktu 10 detik.

TABEL 3.  
HASIL PENGUJIAN POMPA

No. Pengujian	Nilai Sensor	Kondisi Pompa	Lama Waktu
Ke-1	Aktif	Nyala	3 Detik
Ke-2	Aktif	Nyala	6 Detik
Ke-3	Aktif	Nyala	10 Detik
Ke-4	Tidak Aktif	Mati	-
Ke-5	Tidak Aktif	Mati	-

### 4) Pengujian Halaman Monitoring

Pengujian aplikasi halaman monitoring dilakukan untuk mengetahui apakah aplikasi tersebut dapat digunakan sebagai media penampilan hasil data yang sudah tersimpan di Database dan sesuai yang ditentukan oleh sistem. Pada tabel IV dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa halaman monitoring berjalan dengan baik sesuai dengan nilai yang ditentukan oleh sistem.

TABEL 4.  
HASIL PENGUJIAN APLIKASI HALAMAN MONITORING

No. Pengujian	Sensor MQ-7 (Gas)	Sensor MQ-2 (Asap)	MQ-7 Monitoring	MQ-2 Monitoring
Ke-1	46%	760PPM	46%	760PPM
Ke-2	154%	768PPM	154%	768PPM
Ke-3	386%	770PPM	386%	770PPM
Ke-4	687%	772PPM	687%	772PPM
Ke-5	1050%	775PPM	1050%	775PPM

### 5) Pengujian Keseluruhan

Pengujian alat keseluruhan dilakukan untuk mengetahui apakah semua komponen yang terpasang pada alat keseluruhan dapat bekerja sesuai dengan yang telah dijalankan pada "Monitoring Sistem Pendeteksi Kebakaran di Dalam Suatu Ruang Menggunakan Flame Sensor, MQ-2, Dan MQ-7. Berdasarkan hasil pengujian alat keseluruhan pada tabel V, yakni pada saat proses "Monitoring Sistem Pendeteksi Kebakaran Di Dalam Suatu Ruang Menggunakan Flame Sensor, MQ-2, Dan MQ- 7" tersebut telah menghasilkan tiga data yang didapatkan oleh sensor masing-masing, lalu menyimpannya di database dan mikrokontroler akan mengirimkan dan menampilkan hasil data tersebut menuju halaman monitoring dalam bentuk bilangan (angka). Oleh karena itu, hasil pengujian tersebut sudah dipastikan bahwa alat tersebut dapat berjalan sesuai dengan sistem yang telah direncanakan.

TABEL 5. HASIL PENGUJIAN KESELURUHAN

No. Pengujian	MQ-7 Sensor	Buzzer	MQ-2 Sensor	Buzzer	Pompa	Flame Sensor	Voltmeter Display	Buzzer	Pompa	Nilai Sensor
Ke-1	46%	Off	760PPM	Off	Off	5cm	85 'C	On	On	Aktif
Ke-2	154%	Off	768PPM	Off	Off	10cm	77 'C	On	On	Aktif
Ke-3	386%	Off	770PPM	Off	Off	15cm	45 'C	On	On	Aktif
Ke-4	687%	On	772PPM	Off	Off	20cm	none	Off	Off	Aktif
Ke-5	1050%	On	775PPM	On	On	none	none	Off	Off	Aktif

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian Prototype Sistem Pendeteksi Kebakaran di dalam suatu ruangan menggunakan Flame Sensor, MQ- 2, Dan MQ-7, maka dapat disimpulkan bahwa Sensor Api yang di tampilkan oleh voltmeter menunjukkan adanya kebakaran mulai dari jarak 8cm dengan api yang di timbulkan sebesar 85°C yang menyebabkan sensor mengirim data ke relay yang membuat alarm dan pompa menyala, hingga jarak 20cm sensor mulai tidak mendeteksi adanya api. Sensor Gas menurut halaman monitoring menunjukkan konsentrasi gas terus menerus meningkat secara signifikan hingga konsentrasi gas sampai di batas maksimum 500% yang dapat membahayakan bagi area tersebut maka alarm atau sinyal akan di aktifkan. Sensor Asap mempunyai nilai kepadatan yang dinamis dan angka yang di tampilkan pada halaman monitoring itu termasuk asap tebal dan tidak baik bagi kesehatan yang menghirup udara di dalam ruangan tersebut, di bagian monitoring terdapat peringatan nilai kepadatan asap yang di timbulkan di ruangan tersebut, jika nilai kepadatan asap melebihi 770PPM (Part Per Million) maka tampilan pada monitoring akan mengeluarkan peringatan berupa “Asap Melebihi Batas Maksimum”. Menggunakan beberapa sensor seperti Flame sensor, MQ dan MQ-7 yang dapat menunjang alat kerja secara sistematis. Dengan adanya sistem pendeteksi kebakaran ini, alat ini dapat membaca situasi ruangan yang secara otomatis data akan terkirim ke internet dan akan dikirim ke halaman monitoring. Dengan adanya sistem pendeteksi kebakaran ini, kini user dapat dapat mengetahui seberapa bahaya ruangan tersebut dengan melihatnya ditampilkan halaman monitoring. dari sistem pendeteksi telah terbukti setelah di uji sesuai standard yang telah di tetapkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Madhar, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Dini Kebakaran Dengan Fitur Gps Berbasis Website,” *Jati (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol.2, no.1, pp.367,372,2018, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/view/1692>.
- [2] D.Samudera and A.Sugiharto, “Sistem Peringatan dan Penanganan Kebocoran Gas Flammable Dan Kebakaran Berbasis Internet of Things (Iot),” *J.Tekno Sains Seri Tek. Elektro*, vol. 01, no.01, pp.1–13, 2018.
- [3] Paulo, “No Title”, pp. 1–9, 2019.
- [4] M.S.Haeridhayanti, Hafidudin, “Kebakaran Serta Penetralisir Udara Dengan Memanfaatkan Sensor Sht-11 Dan Mq-7 Berbasis Sms Gateway Design and Realization of Cigarette and Flame Detector With Air Neutralizing By Using Sht-11 and Mq7 Sensor Based on Sms Gateway,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no.2, pp.2908–2915, 2015.
- [5] D.Darussalam and A.Azwardi, “Penggunaan IR Flame Sensor Sebagai Sistem Pendeteksi Api Berbasis Mikrokontroler pada Simulator Fire Suppression System” *Semin.Nas.Tek.Mesin*, vol. 9, no.1, pp.603–611, 2019.
- [6] M.W.Firdaus, M. A.Murti, and R.Nugraha, “Sistem Kontrol Dan Monitoring kebakaran Melalui Internet”, *eProceedings Eng.*, vol.4, no.1, pp.3642, 2016, [Online]. Available: <https://librarye-proceeding.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/3270>.
- [7] A.Satriadi, Wahyudi, and Y Christiyono, “Mass Notification System Berbasis NodeMCU,” *Transient*, vol.8 no.1, pp.2685–0206 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient>.
- [8] B.Renaldi, S.Adi Wibowo, and K.Auliasari, “Rancang Bangun Robot Sar Sebagai Pendeteksi Gas Beracun Pra Evakuasi,” *JATI (Jurnal Mhs.Tek.Inform.*, vol. 4, no.1, pp.247–255, 2020, doi:10.36040/jati.v4i1.2301.
- [9] T.R.Lowongan, P.Rahardjo, and Y.Divayana, “Detektor LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Mikrokontroler Atmega 328,” *J. Spektrum*, vol.2, no.4, pp.53–57, 2015.
- [10] A. Jeklin, “No Title No Title No Title,” no. July, pp.1–23, 2016.
- [11] A.E Sukma, P.Studi, T.Informatika, S.Tinggi, and T.Pelita, “ATmega328, Sensor gas MQ-2, Pendeteksi kebocoran, Gas LPG,” vol. 9, pp.91–97, 2018.
- [12] R.D.Risanty and L.Arianto, “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Listrik Ruangan Dengan Menggunakan Atmega 328 Dan Sms Gateway Sebagai Media Informasi,” *J.Sist.Inf.*, vol.7, no.2, pp.1–10, 2017.
- [13] Z.Isfarizky and A.Mufti, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Pemakaian Listrik Secara Multi Channel Berbasis Arduino (Studi Kasus Kantor Lbh Banda Aceh),” *Kitektro*, vol.2, no.2, pp.30–35, 2017.
- [14] K. Fatmawati, E.Sabna, and Y.Irawan, “Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino,” *Riau J.Comput.Sci.*, vol.6, no.2, pp.124–134, 2020.
- [15] Theodorus S Kalengkongan, Dringhuzen J.Mamahit, “Rancang Bangun Alat Deteksi Kebisingan Berbasis Arduino Uno,” *J.Tek.Elektro dan Komputer*, vol.7, no.2, pp.183–188, 2018.