

SISTEM MONITORING POLUSI UDARA DAN KEBAKARAN BERBASIS UBIDOTS IoT

Aditya Fachluzi Fatiby,

Ir. Tole Sutikno, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng

Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta,

Indonesia fachluziyaditya@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan polusi udara dan risiko kebakaran telah menjadi masalah signifikan di banyak wilayah urban dan industri. Sistem monitoring yang efektif diperlukan untuk mendeteksi dan merespon kondisi lingkungan yang berbahaya secara real-time. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring polusi udara dan kebakaran berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan platform cloud Ubidots. Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan sensor MQ-2 untuk mendeteksi gas berbahaya dan sensor api untuk mendeteksi kebakaran. Data dari sensor dikumpulkan dan dikirimkan ke platform Ubidots secara real-time melalui koneksi WiFi.

Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk sensor polusi udara (MQ-2), sensor api, buzzer untuk peringatan, dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Sensor MQ-2 mengukur konsentrasi gas berbahaya di udara, sementara sensor api mendeteksi keberadaan api atau suhu tinggi. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 mengumpulkan data dari kedua sensor dan mengirimkannya ke platform Ubidots untuk analisis dan visualisasi lebih lanjut. Jika konsentrasi gas berbahaya melebihi ambang batas atau terdeteksi adanya api, sistem akan mengaktifkan buzzer sebagai peringatan lokal dan mengirim notifikasi ke Ubidots.

Platform Ubidots digunakan untuk menyimpan, menganalisis, dan memvisualisasikan data sensor. Dengan menggunakan Ubidots, pengguna dapat memantau kondisi lingkungan secara real-time melalui dashboard yang user-friendly, serta menerima notifikasi segera jika terdeteksi kondisi berbahaya. Sistem ini diharapkan dapat membantu dalam upaya pencegahan dan mitigasi risiko polusi udara dan kebakaran, serta memberikan respons cepat terhadap kondisi darurat.

Kata Kunci : NodeMCU ESP8266, Sensor MQ-2, Flame Sensor, Ubidots, Internet of Things

ABSTRACT

Increased air pollution and fire risks have become significant problems in many urban and industrial areas. An effective monitoring system is needed to detect and respond to dangerous environmental conditions in real-time. This research aims to develop an Internet of Things (IoT)-based air pollution and fire monitoring system using the Ubidots cloud platform. This system uses a NodeMCU ESP8266 microcontroller connected to an MQ-2 sensor to detect dangerous gases and a flame sensor to detect fires. Data from sensors is collected and sent to the Ubidots platform in real-time via a WiFi connection.

This system consists of several main components, including an air pollution sensor (MQ-2), a fire sensor, a buzzer for warning, and a NodeMCU ESP8266 microcontroller. The MQ-2 sensor measures the concentration of harmful gases in the air, while the flame sensor detects the presence of fire or high temperatures. The NodeMCU ESP8266 microcontroller collects

data from both sensors and sends it to the Ubidots platform for further analysis and visualization. If the concentration of dangerous gases exceeds the threshold or a fire is detected, the system will activate the buzzer as a local warning and send a notification to Ubidots.

The Ubidots platform is used to store, analyze and visualize sensor data. By using Ubidots, users can monitor environmental conditions in real-time through a user-friendly dashboard, and receive immediate notifications if dangerous conditions are detected. This system is expected to help in preventing and mitigating the risk of air pollution and fire, as well as providing a quick response to emergency conditions.

Keywords: NodeMCU ESP8266, MQ-2 Sensor, Flame Sensor, Ubidots, Internet of Things.

PENDAHULUAN

Polusi udara saat ini semakin menampilkan kondisi sangat membahayakan. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan seperti industri, transportasi, perkantoran, dan perumahan. Kegiatan tersebut adalah kontribusi terbesar dari polusi udara dibuang ke atmosfer. Dampak polusi udara yang menyebabkan penurunan kualitas udara, yang memiliki dampak negatif pada kesehatan manusia. pemantauan udara sangat penting untuk mencegah bahaya polusi udara untuk memperingatkan orang-orang apakah polusi udara yang baik atau tidak. MQ-135 adalah sensor untuk memantau kualitas Karbon dioksida (CO₂) di udara.[1] Kebakaran suatu gedung atau kantor merupakan salah satu kasus utama yang saat ini sedang dalam perhatian serius bagi pengusaha maupun instansi pemerintah. Mengingat dimana kantor yang ketika pada malam hari atau hari libur tidak ada aktivitas yang terjadi membuat pemilik usaha tersebut menjadi tidak nyaman ketika meninggalkan kantornya.[2]

Udara merupakan faktor yang sangat penting dalam kehidupan kita sehari-hari, tetapi dengan berkembangnya pusat kota dan industri, keadaan udara berubah. Perubahan ini disebabkan oleh polusi udara seperti asap industri, kendaraan lalu lintas dan kebakaran hutan. Pencemaran udara adalah penurunan kualitas udara, dan bila digunakan akan memperburuk kualitas udara, yang pada akhirnya tidak cocok untuk organisme hidup.[3] Polusi udara adalah pencemaran pada udara dengan hadirnya berbagai bahan pencemar di luar ambang batas. Permasalahan polusi udara di perkotaan tidak dapat diabaikan lagi karena sangat berdampak pada kehidupan manusia saat ini dan yang akan datang. Karena keterbatasan indera penciuman manusia mendeteksi keberadaan gas-gas yang tidak terlihat yang dapat membahayakan kesehatan. Oleh karena itu diperlukan suatu alat pendeteksi yang dapat mengetahui tingkat polusi udara, sehingga dapat menjadi acuan untuk mengetahui tingkat pencemaran udara di suatu tempat.[4]

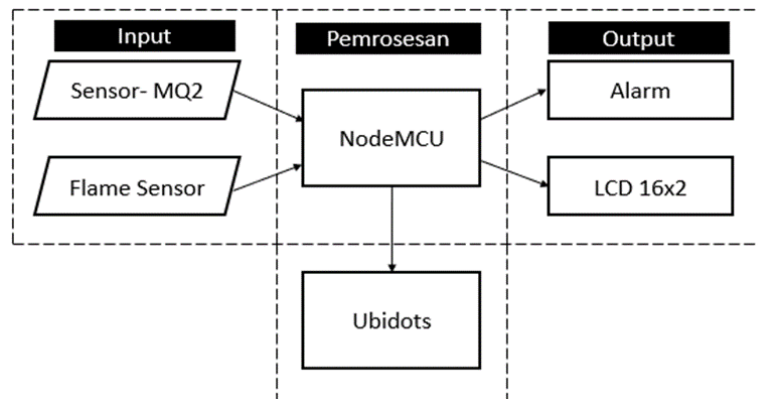
METODE

Objek penelitian ini mengusulkan sebuah alat pendeteksi kebocoran gas dan kebakaran dini menggunakan NodeMCU berbasis Ubidots, dimana nantinya informasi yang diterima pengguna adalah berupa pesan notifikasi dari Ubidots. Dengan teknologi saat ini, akan sangat

mepermudah pengguna dalam memonitoring kualitas udara yang bertujuan menjaga kesehatan serta dapat di jadikan acuan dan sebagai pengambilan tindakan mengantisipasi secara dini agar dapat mengurangi pencemaran udara di lingkungan dan kebakaran.

DIAGRAM BLOK

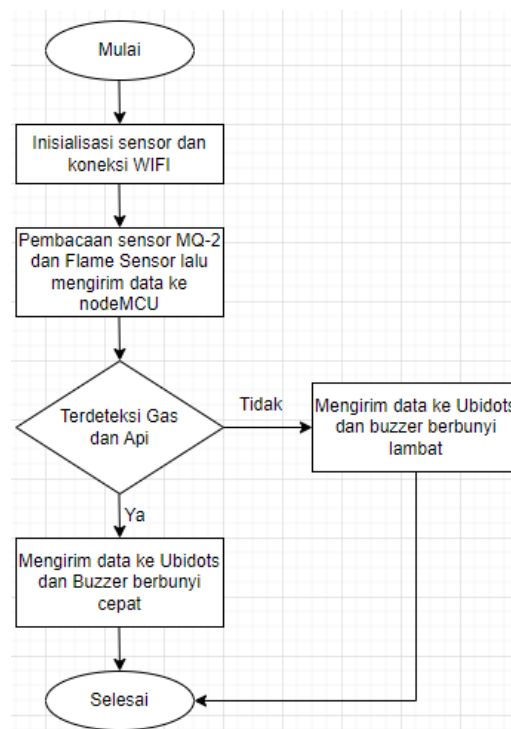
Sebelum melakukan perancangan hardware dan software, langkah pertama ditentukan diagram blok kerja alat yang akan dibuat untuk mempermudah pengerjaan tersebut. Diagram blok dibagi menjadi 3 bagian yaitu input (sensor), pemrosesan (NodeMCU), dan output (LCD, Ubidots). Diagram blok tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Blok Diagram Rangkaian

FLOWCHART

Membuat Flowchart atau diagram alir guna menggambarkan proses kerja dari alat pendeteksi kebocoran gas dan kebakaran dini menggunakan NodeMCU berbasis Ubidots. Flowchart dari cara kerja alat ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Sistem

Tahap penelitian dimulai dari inisialisasi sensor dan koneksi WiFi, Kemudian, jika sudah terhubung sensor mendeteksi gas dan kebakaran. Setelah itu, data dikirimkan ke Ubidots. perancangan software, perancangan hardware, sampai dengan uji coba dan perbaikan. Tahap awal sebelum melakukan perancangan alat, dilakukan pembuatan diagram blok dan flowchart sebagai acuan dalam proses perancangan. Sedangkan pengujian dilakukan terhadap jarak, nilai, dan waktu respon sensor serta output berupa pesan ke Ubidots dan display ke layar LCD.

Perancangan Software

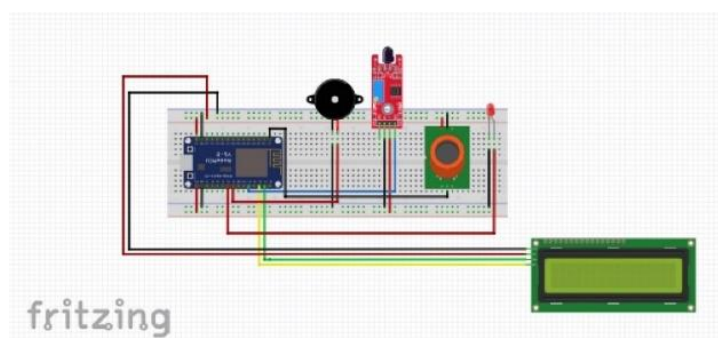
Perancangan software ini guna membuat sistem pengirim data ke Ubidots otomatis melalui NodeMCU. Adapun software yang digunakan adalah Arduino IDE. Kode program yang dibuat sesuai dengan rancangan flowchart sebelumnya. Setelah kode program selesai, lalu diupload ke board NodeMCU. Berikut adalah rancangan software dari alat yang dibuat.

```
Kobe_Project.ino
1  #include <ESP8266WiFi.h>
2  #include <PubSubClient.h>
3  #include <Wire.h>
4  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
5  #include <MQ2.h>
6
7  #define WIFISSID "BLOK" // Nama WiFi SSID
8  #define PASSWORD "siapaaja12@" // Kata sandi WiFi
9  #define TOKEN "BBUS-kewY3K5gEZqVhTVrZkZxoeQXTST62" // Token Ubidots
10 #define MQTT_CLIENT_NAME "FachluziFatiby" // Nama klien MQTT
11 #define VARIABLE_LABEL "Fire" // Label variabel untuk sensor api
12 #define VARIABLE_LABEL2 "Gas" // Label variabel untuk sensor gas
13 #define DEVICE_LABEL "Kobe_Project" // Label perangkat
14 #define Api_Pin 12 // Pin untuk sensor Api
15 #define Gas_Pin A0 // Pin untuk sensor Gas
16 #define BUZZER_PIN 14 // Definisikan pin buzzer
17 int t = 1000; // Interval waktu
18
19 LiquidCrystal_I2C lcd (0x27,16,2); // Inisialisasi objek LCD
20
21 char mqttBroker[] = "industrial.api.ubidots.com"; // Alamat broker MQTT Ubidots
22 char payload[1000]; // Buffer untuk payload MQTT
23 char topic[1000]; // Buffer untuk topik MQTT (Api)
24 char topic2[1000]; // Buffer untuk topik MQTT (Gas)
```

Gambar 3. Tampilan Program Arduino IDE

Perancangan Hardware

Dalam perancangan perangkat keras terdapat, ESP8266 yang digunakan sebagai pengontrol dan koneksi ke Internet, jika ESP8266 terhubung ke semua sensor yang digunakan dalam perancangan perangkat keras. Komponen lain yang digunakan adalah sensor MQ-2 sebagai input yang digunakan untuk deteksi gas dan Flame Sensor sebagai input yang di gunakan untuk deteksi keadaan api. Komponen lainnya adalah LCD yang digunakan sebagai output. Perancangan perangkat keras sistem ditunjukkan pada Gambar 3.

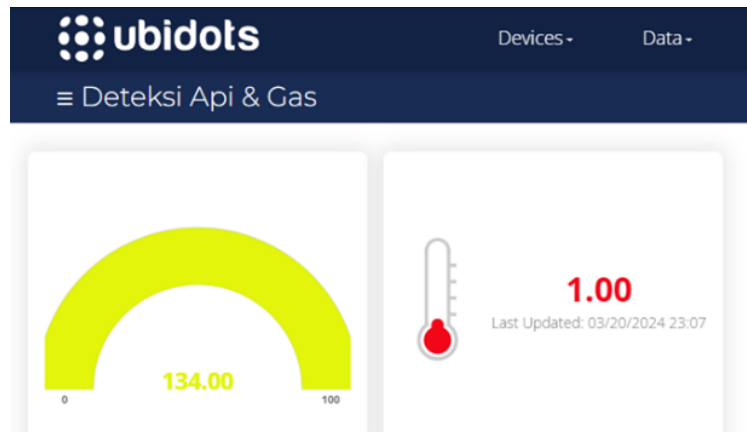


Gambar 1. Desain Rangkaian

Gambar 3 merupakan keseluruhan rangkaian dengan menggunakan 2 sensor, yaitu sensor MQ-2 dan Flame Sensor yang digunakan sebagai input. Selain itu, komponen LCD digunakan sebagai output.

Pengujian Perangkat Keras

Pengujian dilakukan di satu tempat yaitu pada ruang masak. Pengujian perangkat keras dilakukan pada hari yang berbeda tetapi dengan waktu yang sama. Pada pengujian di ruang masak, Giwangan dilakukan pada hari Senin, 27 Maret 2024.



Gambar 2 Pengujian data Ubidots saat alat mendeteksi gas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Realisasi Hasil Perancangan Pendeteksi Kebocoran Gas dan Kebakaran Dini

Alat ini dirancang pada penelitian menggunakan NodeMCU sebagai otak dari keseluruhan sistem. NodeMCU akan memproses data yang diterima pada pin input yang berasal dari pembacaan sensor MQ-2 maupun flame sensor untuk diproses dan kemudian menampilkan data pada layar LCD. Jika data yang diperoleh melebihi ambang batas yang ditentukan, maka NodeMCU akan mengirimkan data kepada aplikasi Ubidots pengguna.

Realisasi dari alat pendeteksi kebocoran gas dan kebakaran dini ditunjukkan pada Gambar 5.



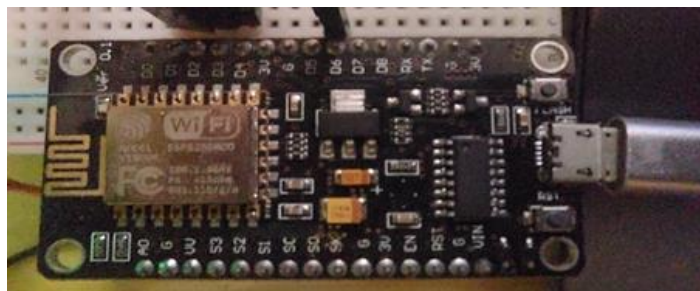
Gambar 5. Realisasi alat Pendeteksi Kebocoran Gas dan Kebakaran Dini

Pada prototipe alat ini terpasang komponen elektronika sesuai dengan yang dirancang yaitu flame sensor, sensor MQ 2, NodeMCU, buzzer, LED dan LCD 16x2+I2C.

Pengujian NodeMCU

Pengujian Node MCU ESP8266 dilakukan agar memastikan mikrokontroler yang digunakan dapat bekerja dengan baik. Mikrokontroler tersebut akan dilakukan pengujian dengan mengunggah listing program sederhana pada software Arduino IDE. Dengan pengujian tersebut menggunakan mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini masih berfungsi dengan baik.

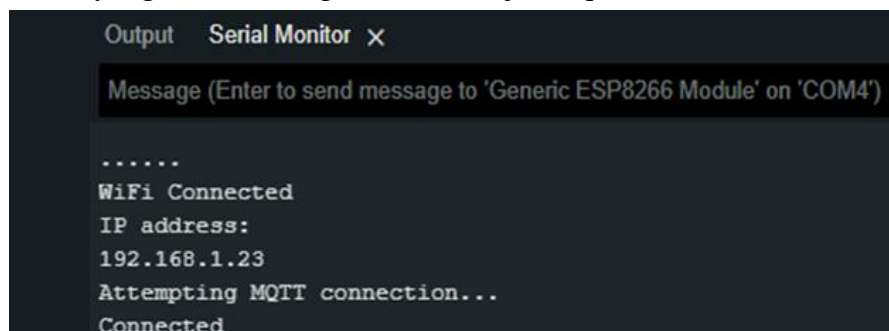
Node MCU ESP8266 merupakan salah satu mikrokontroler yang dapat terhubung dengan koneksi WiFi, dengan adanya fitur tersebut pengujian dilakukan 2 tahap. Tahap pertama, akan dilakukan pengujian dengan listing program pada Lampiran 1 Listing Program 1 Pengujian Node MCU ESP8266 yang sudah ada pada contoh program pada Arduino IDE dengan hasil ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Pengujian Node MCU 8266

Dari hasil Gambar 6 dapat diketahui mikrokontroler dapat bekerja dengan baik, dikarenakan *LED built in* yang ada pada Node MCU ESP8266 dapat hidup dan mati dengan rentang waktu yang telah ditentukan oleh listing program tersebut.

Tahap kedua akan dilakukan pengujian dengan listing program pada Lampiran 1 Listing Program 2 Pengujian WiFi Node MCU ESP8266 mengkoneksikan Node MCU ESP8266 dengan WiFi yang tersedia dengan hasil ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 7 Hasil Terkoneksi WiFi dengan Node MCU

Dari gambar tersebut dapat diketahui mikrokontroler yang digunakan dapat terkoneksi dengan WiFi setelah pada listing program diberikan perintah untuk mengkoneksikan dengan WiFi yang tersedia. Fitur WiFi tersebut harus disesuaikan dengan WiFi yang tersedia pada bagian “Username” dan “Password”, setelah penyesuaian tersebut pada “Serial Monitor” akan menampilkan informasi WiFi dapat terkoneksi atau tidak.

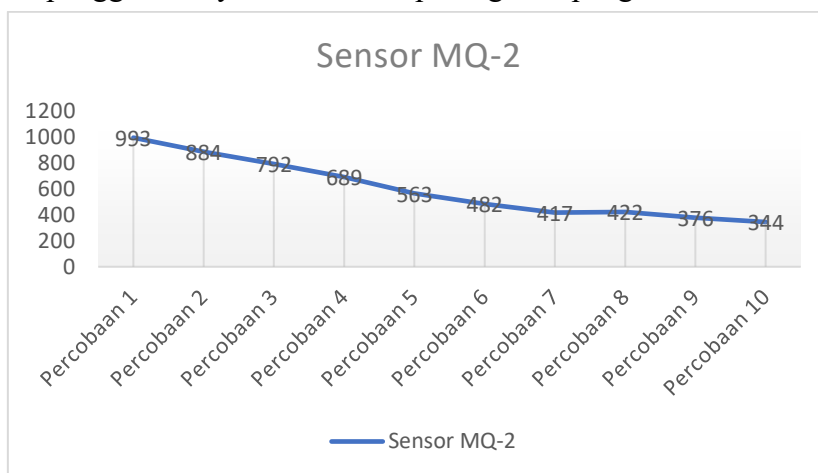
Pengujian Sensor MQ-2

Pengujian Sensor gas MQ-2 bertujuan untuk menguji kepekaan sensor terhadap perubahan kadar gas yang ada disekitarnya sehingga didapatkan jarak yang ideal untuk penempatan sensor. Metode pengujian sensor MQ-2 dilakukan dalam ruangan yang tertutup dan menggunakan gas korek api yang dilepaskan pada jarak tertentu masing-masing selama 4 detik, dengan batas minimum 200 ADC dan batas normal kadar gas 500 ADC. Hasil uji coba sensor MQ-2 dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 PENGUJIAN SENSOR MQ-2

NO	Percobaan ke	Jarak pengujian sensor MQ-2 dengan gas	Waktu respon sensor	Nilai Gas (ppm)	Buzzer	Durasi Pelepasan Gas	Data Ubidots
1	Percobaan 1	2 cm	2 detik	986.00	ON	2 detik	Diterima
		2 cm	2 detik	993.00	ON	2 detik	Diterima
		2 cm	2 detik	968.00	ON	2 detik	Diterima
2	Percobaan 2	4 cm	2 detik	921.00	ON	2 detik	Diterima
		4 cm	2 detik	884.00	ON	2 detik	Diterima
		4 cm	2 detik	862.00	ON	2 detik	Diterima
3	Percobaan 3	6 cm	3 detik	838.00	ON	3 detik	Diterima
		6 cm	3 detik	792.00	ON	3 detik	Diterima
		6 cm	3 detik	798.00	ON	3 detik	Diterima
4	Percobaan 4	8 cm	4 detik	718.00	ON	4 detik	Diterima
		8 cm	4 detik	689.00	ON	4 detik	Diterima
		8 cm	4 detik	694.00	ON	4 detik	Diterima
5	Percobaan 5	10 cm	5 detik	557.00	ON	2 menit	Diterima
		10 cm	5 detik	563.00	ON	2 menit	Diterima
		10 cm	5 detik	552.00	ON	2 menit	Diterima
6	Percobaan 6	12 cm	7 detik	469.00	OFF	3 menit	Diterima
		12 cm	7 detik	482.00	OFF	3 menit	Diterima
		12 cm	7 detik	476.00	OFF	3 menit	Diterima
7	Percobaan 7	15 cm	7 detik	428.00	OFF	4 menit	Diterima
		15 cm	7 detik	417.00	OFF	4 menit	Diterima
		15 cm	7 detik	432.00	OFF	4 menit	Diterima
8	Percobaan 8	18 cm	9 detik	419.00	OFF	4 menit	Diterima
		18 cm	9 detik	422.00	OFF	4 menit	Diterima
		18 cm	9 detik	416.00	OFF	4 menit	Diterima
9	Percobaan 9	20 cm	11 detik	398.00	OFF	5 menit	Diterima
		20 cm	11 detik	376.00	OFF	5 menit	Diterima
		20 cm	11 detik	385.00	OFF	5 menit	Diterima

Berdasarkan data hasil uji coba kepekaan sensor yang ditunjukkan pada Tabel I dapat dinyatakan bahwa jarak kepekaan sensor gas sangat pendek yaitu < 10 cm dengan waktu respon sensor 2 detik. Oleh karena itu alat harus diletakkan dekat dengan tabung gas untuk memaksimalkan penggunaannya. Berikut tampilan grafik pengambilan data tabel 1



Gambar 8 Tampilan grafik pengambilan data tabel sensor MQ-2

Pada grafik yang di peroleh data seperti Tabel 1 pada grafik tersebut, menunjukkan hasil sensor MQ-2 mengalami penurunan dari percobaan pertama hingga data percobaan ke terakhir. Berikut merupakan tampilan pengambilan data kedua pada sensor MQ-2.

Pengujian Flame Sensor

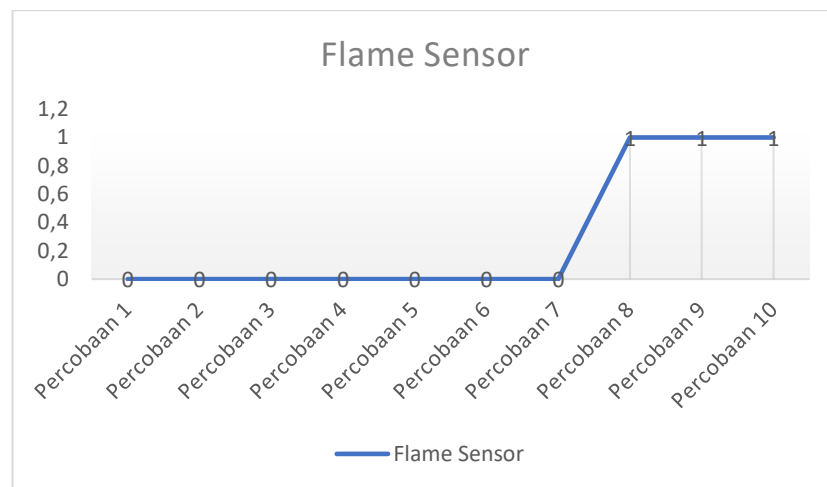
Pengujian flame sensor bertujuan untuk menguji seberapa jauh sensor dapat mendeteksi api di depannya. Metode pengujian flame sensor dilakukan di dalam ruangan yang gelap dan tertutup menggunakan nyala lilin sebagai sumber api. Hasil uji coba flame sensor dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 PENGUJIAN FLAME SENSOR

NO	Percobaan ke	Jarak pengujian <i>flame</i> sensor	Waktu respon sensor	Nilai Api	<i>Buzzer</i>	Data Ubidots
1	Percobaan 3	3 cm	1 detik	0	ON	Diterima
		3 cm	1 detik	0	ON	Diterima
		3 cm	1 detik	0	ON	Diterima
2	Percobaan 2	6 cm	1 detik	0	ON	Diterima
		6 cm	1 detik	0	ON	Diterima
		6 cm	1 detik	0	ON	Diterima
3	Percobaan 3	9 cm	1 detik	0	ON	Diterima
		9 cm	1 detik	0	ON	Diterima
		9 cm	1 detik	0	ON	Diterima
4	Percobaan 4	12 cm	2 detik	0	ON	Diterima
		12 cm	2 detik	0	ON	Diterima

		12 cm	2 detik	0	ON	Diterima
5	Percobaan 5	15 cm	2 detik	0	ON	Diterima
		15 cm	2 detik	0	ON	Diterima
		15 cm	2 detik	0	ON	Diterima
		15 cm	2 detik	0	ON	Diterima
6	Percobaan 6	18 cm	3 detik	0	ON	Diterima
		18 cm	3 detik	0	ON	Diterima
		18 cm	3 detik	0	ON	Diterima
		18 cm	3 detik	0	ON	Diterima
7	Percobaan 7	20 cm	3 detik	0	ON	Diterima
		20 cm	3 detik	0	ON	Diterima
		20 cm	3 detik	0	ON	Diterima
8	Percobaan 8	23 cm	-	1	OFF	-
		23 cm	-	1	OFF	-
		23 cm	-	1	OFF	-
9	Percobaan 9	26 cm	-	1	OFF	-
		26 cm	-	1	OFF	-
		26 cm	-	1	OFF	-

Berdasarkan data hasil uji coba kepekaan sensor yang ditunjukkan pada Tabel 2 dapat dinyatakan bahwa flame sensor dapat mendeteksi api sejauh < 20 cm di depan sensor. Dimana jika sensor mendeteksi adanya api, akan menghasilkan output 0. Jika sensor tidak mendeteksi api, akan menghasilkan output 1.



Gambar 9 Tampilan grafik pengambilan data flame sensor

Pada grafik yang di peroleh data seperti Tabel 2 pada grafik tersebut, menunjukkan hasil flame sensor pada percobaan pertama hingga ketujuh menghasilkan nilai 0 yang berarti mendeteksi keberadaan api, hingga pada percobaan kedelapan dan kesembilan mengalami kenaikan dengan hasil angka 1 yang artinya tidak lagi mendeteksi keberadaan api. Berikut merupakan gambar pengambilan data flame sensor.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem Monitoring dan Kendali dapat diimplementasikan untuk memonitoring ruang masak pada rumah, selain itu sistem kendali yang digunakan dapat digunakan secara control jarak jauh menggunakan aplikasi Ubidots dengan data yang akan di terima secara otomatis.
2. Sensor Flame dapat terhubung dengan Node MCU ESP8266 untuk pembacaan panjang gelombang yang diterima oleh sensor infra merah pada modul flame sensor, dengan range panjang gelombang 760nm – 1100nm. Sensor ini menerima gelombang infra merah yang dipancarkan oleh api dimana nantinya keluaran dari sensor ini berupa tegangan tinggi saat tidak mendeteksi adanya api.
3. Sensor MQ-2 dapat terhubung dengan Node MCU ESP8266 untuk mendeteksi tekanan gas yang mudah terbakar serta asap dengan hasil pembacaan berupa tegangan analog. Sensor gas asap MQ-2 dapat diatur sensitifitasnya dengan memutar trimpot (potentiometer) pada modul sensor. Gas yang dapat dideteksi oleh sensor ini diantaranya: LPG, butane, propane, methane, alcohol, hydrogen, dan asap.

References

- [1] A. N. Afrianti, A. S. Prabowo, and ..., "RANCANGAN MONITORING SISTEM DETEKSI DAN PERINGATAN NYALA API TERPADU BERBASIS IoT PADA EQUIPMENT ROOM DI BANDAR UDARA ...," *APPROACH J. ...*, vol. 5, no. 1, pp. 47–51, 2021.
- [2] R. H. Alshekh and R. Hagem, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Pencemaran Udara Cerdas berbasis IoT Desain dan Implementasi Sistem Pemantauan Pencemaran Udara Cerdas Berbasis Internet of Things," vol. 6, no. 2, pp. 25–34, 2021.
- [3] A. Amsar, K. Khairuman, and M. Marlina, "Perancangan Alat Pendeteksi Co2 Menggunakan Sensor Mq-2 Berbasis Internet of Thing," *METHOMIKA J. Manaj. Inform. dan Komputerisasi Akunt.*, vol. 4, no. 1, pp. 73–79, 2020, doi: 10.46880/jmika.vol4no1.pp73-79.
- [4] F. T. Arumsari, J. Maulindar, and A. I. Pradana, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Internet of Things," *INFOTECH J.*, vol. 9, no. 1, pp. 175–182, 2023, doi: 10.31949/infotech.v9i1.5317.
- [5] A. Asniati, E. M. Hasiri, and W. O. Rosmiani, "Prototipe Sistem Pendeteksi Polusi Udara Menggunakan Sensor Asap Mq-2, Sensor Gas Mq-6 Dan Sensor Api Pada Ruangan Dengan Output Alarm Berbasis Mikrokontroller Arduino," *J. Inform.*, vol. 11, no. 2, p. 137, 2022, doi: 10.55340/jiu.v11i2.1204.
- [6] D. P. Dwi Prasetyo, I. L. Ibrahim Lamada, and W. N. A. Wilma Nurrul Adzillah, "Implementasi Monitoring Kualitas Udara menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-131 berbasis Internet Of Things," *Electrician*, vol. 15, no. 3, pp. 239–245, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n3.2184.
- [7] Fitria, "Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Internet Of Things," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2018.

- [8] N. Halizah, H. Zulfia Zahro', and D. Rudhistiar, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Polusi Udara Pada Budidaya Tanaman Sayur Hidroponik," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 308–314, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3216.
- [9] T. A. L. Insyirah, T. Al, and I. Teknik, "SOSIALISASI MITIGASI BENCANA KEBAKARAN MENGGUNAKAN ALAT DETEKSI KEBAKARAN BERBASIS IOT PADA MAHASISWA TREM INSTITUT KESEHATAN DAN TEKNOLOGI AL INSYIRAH Romi Mulyadi 1 , Nusaka Putra 2 Nadia Angelin 3," pp. 33–42, 2023, doi: 10.24853/jpmt.6.1.33-42.
- [10] S. Mluyati and S. Sadi, "INTERNET OF THINGS (IoT) PADA PROTOTIPE PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS MQ-2 dan SIM800L," *J. Tek.*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.31000/jt.v7i2.1358.
- [11] M. Muzakirin and A. H. Mirza, "Implementasi Monitoring Dan Notifikasi Kualitas Udara Menggunakan Arduino Berbasis IoT," *J. Comput. Inf. Syst. Ampera*, vol. 3, no. 2, pp. 99–110, 2022, doi: 10.51519/journalcisa.v3i2.176.
- [12] 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.
- [13] A. D. Prakoso and T. Wellem, "Perancangan dan Implementasi Sistem Pemantauan Kualitas Udara berbasis IoT menggunakan Wemos D1 Mini dan Android," vol. 4, no. 3, pp. 1246–1254, 2022, doi: 10.47065/bits.v4i3.2498.
- [14] R. Rahadian and P. R. Wati, "Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Kebocoran Gas di PT. BPR Kencana Berbasis IOT," *J. Petik*, vol. 7, no. 2, pp. 171–181, 2021, doi: 10.31980/jpetik.v7i2.1280.
- [15] G. Roque, D. A. N. Vladimir, S. Padilla, I. Fakultas, and T. Listrik, "Sistem Pengawasan IoT Berbasis LPWAN untuk Deteksi Kebakaran Luar Ruang," no. April, 2020.
- [16] E. B. Sambani, D. Rohpandi, and F. A. Fauzi, "Sistem Monitoring Alat Pendeteksi Asap Rokok Pada Ruangan Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Mq-135 Dan Telegram," *e-Jurnal JUSITI (Jurnal Sist. Inf. dan Teknol. Informasi)*, vol. 10, no. 1, pp. 53–61, 2021, doi: 10.36774/jusiti.v10i1.820.
- [17] I. J. Saputra, F. Hadary, and H. Priyatman, "SISTEM MONITORING KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN DI DAERAH URBAN SMART CITY BERBASIS TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IoT)," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, pp. 1–11, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/48529%0Ahttps://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/download/48529/75676590172>
- [18] D. Sasmoko and A. Mahendra, "RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBAKARAN BERBASIS IoT dan SMS GATEWAY MENGGUNAKAN ARDUINO," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 2, p. 469, 2017, doi: 10.24176/simet.v8i2.1316.
- [19] B. Satria, H. Alam, and Rahmaniar, "Desain Alat Ukur Pencemaran Udara Portabel Berbasis Sensor Mq-135 Dan Mq-7," *Escaf*, vol. 2, no. 1, pp. 1278–1285, 2023.
- [20] S. Sawidin *et al.*, "Kontrol dan Monitoring Sistem Smart Home Menggunakan WebThinger.io Berbasis IoT," *ProsidingThe 12th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, pp. 464–471, 2021, [Online]. Available: www.arduino.cc
- [21] H. Subagiyo, R. Tri Wahyuni, M. Akbar, and F. Ulfa, "Rancang Bangun Sensor Node untuk Pemantauan Kualitas Udara," *J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 18, no. 1, p. 72, 2021, doi: 10.24014/sitekin.v18i1.11461.
- [22] H. Wahyudiono, P. Siwindarto, and B. Siswojo, "Alarm Kebakaran Multisensor dengan

- Implementasi Fuzzy Dua Level,” *JOINTECS (Journal Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 3, p. 117, 2019, doi: 10.31328/jointecs.v4i3.1205.
- [23] J. M. S. Waworundeng, “Desain Sistem Deteksi Asap dan Api Berbasis Sensor, Mikrokontroler dan IoT,” *CogITO Smart J.*, vol. 6, no. 1, pp. 117–127, 2020, doi: 10.31154/cogito.v6i1.239.117-127.
- [24] B. K. Yakti, “Monitoring Kualitas Udara Berbasis Web Menggunakan NodeMCU ESP8266,” *UG J.*, vol. 13, no. 4, 2022, [Online]. Available: <https://www.ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/ugjournal/article/viewFile/6619/2550>
- [25] I. Yudarsih, “Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Berbasis Arduino,” *Angew. Chemie Int. Ed. 6(11)*, 951–952., vol. 4, no. 1, pp. 130–137, 2021.