

Pendeteksi Kebocoran Gas dan Kebakaran Dini Menggunakan NodeMCU Berbasis Telegram

Cokorda Gde Indra Raditya¹, Putu Adhitya Santika Dharma², I Kadek Ardian Ananda Putra³,
Ida Bagus Ketut Sugirianta⁴, Ida Bagus Irawan Purnama⁵

[Submission: 14-08-2021, Accepted: 23-03-2022]

Abstract—The utilization of natural resources and energy is increasing day by day, one of which is the use of natural gas as fuel for both household and industrial needs. Safety aspects in the use of this gas must be considered because gas leaks can trigger fires. Therefore we need a tool that can detect and notify gas leaks as early as possible. This study proposes a gas leak detector based on the Internet of Things (IoT) using NodeMCU ESP8266 as a microcontroller. This detection system uses the MQ-2 sensor as a detector of gas levels and a flame sensor as a detector of ultraviolet light as an indication of a fire. The resulting output is a notification message from the Telegram Bot sent via NodeMCU. In this case, the buzzer and LED will give a signal if the MQ-2 sensor detects gas levels above 500 ADC, then the NodeMCU will send a command to the Telegram Bot to send a notification message in real-time. In addition, the detected gas levels are also displayed on the 16x2 LCD screen. The experimental results show that the ideal distance to detect gas is under 6 cm and fire below 20 cm with a sensor response time of 2 seconds. The existence of this tool is expected to minimize the risk of fire due to gas leakage.

Keywords—fire, gas leak, NodeMCU, Telegram

Intisari—Pemanfaatan sumber daya alam dan energi semakin hari semakin meningkat, salah satunya adalah penggunaan gas bumi sebagai bahan bakar baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri. Aspek *safety* dalam penggunaan gas ini haruslah diperhatikan karena kebocoran gas dapat memicu terjadinya kebakaran. Maka dari itu dibutuhkan alat yang dapat mendeteksi dan menotifikasi kebocoran gas sedini mungkin. Penelitian ini mengusulkan alat pendeteksi kebocoran gas berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler. Sistem pendeteksian ini menggunakan sensor MQ-2 sebagai pendeteksi kadar gas dan *flame sensor* sebagai pendeteksi sinar ultraviolet sebagai indikasi adanya api. Output yang dihasilkan berupa pesan notifikasi dari Telegram Bot yang dikirimkan melalui NodeMCU. Dalam hal ini, *buzzer* dan LED akan memberikan sinyal jika sensor MQ-2 mendeteksi kadar gas di atas 500 ADC, lalu NodeMCU akan mengirim perintah kepada Telegram Bot untuk mengirimkan pesan notifikasi secara *realtime*. Disamping itu, kadar gas yang terdeteksi juga ditampilkan pada layar LCD 16x2. Hasil percobaan menunjukkan bahwa jarak ideal untuk mendeteksi

gas adalah di bawah 6 cm, sedangkan api di bawah 20 cm dengan waktu respon sensor 2 detik. Dengan alat ini diharapkan dapat meminimalisir resiko kebakaran akibat kebocoran gas.

Kata Kunci—kebakaran, kebocoran gas, NodeMCU, Telegram

I. PENDAHULUAN

Manusia sangat bergantung pada sumber daya alam dan energi dimana kebutuhannya terus meningkat setiap saat. Salah satunya adalah penggunaan gas baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri. Pemanfaatan gas memiliki dampak positif, salah satunya mengurangi polusi karena tidak menghasilkan asap. Disamping itu terdapat juga dampak negatif yaitu resiko kebakaran akibat kebocoran gas. Gas mempunyai sifat mengisi volume suatu ruangan, lebih berat dari pada udara, dan mudah terbakar. Jika gas mengalami kebocoran, maka gas tersebut akan mengendap dan membentuk lapisan di atas permukaan lantai. Lapisan gas ini sangat berbahaya pada ruangan tertutup, karena bisa memicu terjadinya kebakaran oleh percikan api kecil [1]. Gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) merupakan bahan bakar gas yang menjadi kebutuhan masyarakat sehari-hari. Gas LPG biasanya digunakan untuk keperluan dapur maupun hal lain. Dengan banyaknya penggunaan gas LPG ini, terdapat resiko yang perlu diwaspadai, seperti kebocoran gas saat pemasangan tabung yang tidak benar, selang gas yang bocor, ataupun pemasangan regulator yang tidak tepat. Maka dari itu sangat dibutuhkan alat yang bisa mendeteksi kebocoran gas sekaligus memberikan notifikasi sehingga pengguna dapat segera bertindak untuk mencegah terjadinya kebakaran [2].

Dari penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan, penggunaan mikrokontroler dapat mengirimkan pesan potensi kebakaran dalam bentuk *Short Message Service* (SMS) kepada nomor telepon seluler yang sudah terprogram [3]. Pesan SMS ini dikirimkan dengan menggunakan modul SIM 800L v.2 sebagai sarana pengirimnya [4-6]. Penggunaan sensor gas MQ2 [4-10], MQ5 [11], dan MQ6 [12-13] akan memberikan data hasil pembacaan dan dikirimkan ke mikrokontroler. Sebagian besar percobaan menggunakan LED dan *buzzer* sebagai *alarm* terjadinya kebocoran gas. Jika terdeteksi kadar gas yang bocor dengan tekanan yang berlebihan, maka *alarm* akan menyala dan pesan akan dikirimkan sebagai awal pencegahan kebakaran [3], [5], [8-9], [14-18]. Dengan penggunaan sensor api KY-026 [16], dapat diketahui terjadinya kebakaran akibat dari kebocoran gas tersebut. Nantinya data hasil pembacaan dari sensor api akan

^{1, 2, 3}Mahasiswa, Prodi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali, Jln. Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (e-mail: cokgdeindra@gmail.com, adhityasantikad@gmail.com, ardianananda46@gmail.com)

^{4,5}Dosen, Prodi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali, Jln. Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (e-mail: ibksugirianta@pnb.ac.id, ida.purnama@pnb.ac.id)



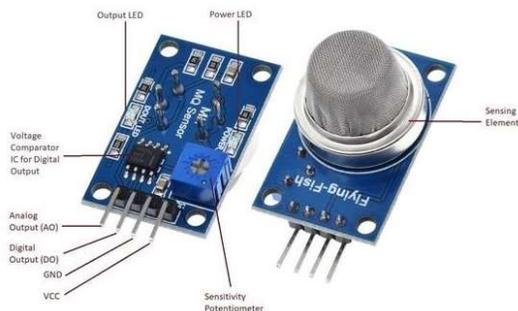
dikirimkan dalam bentuk pesan dan menjadi *alarm* tanda bahaya bahwa sudah terjadi kebakaran. Sebagian besar penelitian pendeteksi kebocoran gas menggunakan Arduino dan beberapa menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontrolernya, sehingga dapat memudahkan dalam melakukan pemrograman dan perakitan rangkaian [6-8], [14-18]. Penggunaan modul ESP8266 sangat memudahkan dalam menghubungkan alat dengan jaringan internet [10], sehingga monitoring dari jarak jauh mudah dilakukan. Dalam proses penanganan kebakaran akibat kebocoran gas, sangat diperlukan respon waktu yang cepat dari sebuah alat untuk mengirimkan notifikasi bahwa sedang terjadi kebocoran gas. Pengiriman data pesan dengan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT) sangat mempercepat proses pengiriman informasi kepada petugas ataupun pengguna [19]. Dengan demikian diharapkan nantinya kebocoran gas maupun kebakaran dini dapat ditangani dengan cepat sehingga dapat meminimalisir kerugian yang akan ditimbulkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini mengusulkan sebuah alat pendeteksi kebocoran gas dan kebakaran dini menggunakan NodeMCU berbasis Telegram, dimana nantinya informasi yang diterima pengguna adalah berupa pesan notifikasi dari Telegram Bot. Pemilihan Telegram Bot didasarkan penggunaannya yang hanya perlu jaringan internet. Sedangkan penggunaan modul SIM 800L atau SIM900A [20] yang banyak dipakai oleh penelitian sebelumnya mengharuskan kartu SIM terisi pulsa agar pesan melalui SMS dapat terkirim kepada operator. Lebih lanjut, penelitian ini juga menginvestigasi jarak ideal sensor dalam mendeteksi gas maupun api beserta waktu respon sensor.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sensor MQ2

Sensor gas dan asap MQ-2 dapat 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 [8]. Sensor ini sangat mudah digunakan dan hemat dalam penggunaan GPIO pada NodeMCU [6]. Bentuk fisik dari sensor MQ-2 dapat dilihat pada Gambar 1.



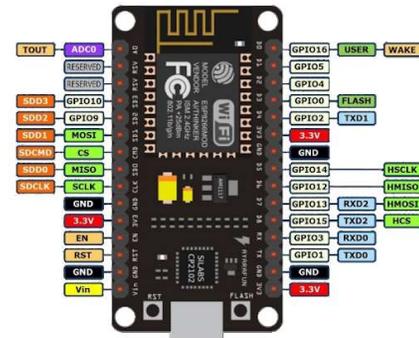
Gambar1: Sensor gas MQ-2

B. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan gabungan dari keseluruhan sistem komputer yang dicetak menjadi sebuah *chip* yang di dalamnya terdapat mikroprocessor, I/O, memori serta ADC [3].

C. NodeMCU

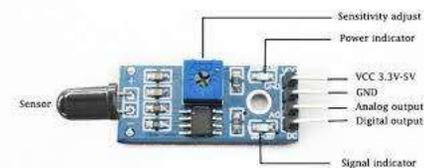
NodeMCU ESP8266 adalah sebuah mikrokontroler yang sudah mendukung fungsionalitas IoT karena sudah dilengkapi dengan modul ESP8266 yang dapat terhubung dengan jaringan internet, serta bersifat *open source* [8]. ESP8266 merupakan perangkat yang lengkap yang dapat membuat perangkat terhubung dalam jaringan internet. NodeMCU ini memiliki sebuah mikroprosesor, memori serta akses ke GPIO. Dalam hal ini NodeMCU memiliki banyak kelebihan sehingga secara tidak langsung dapat menggantikan perananan *Arduino* sebagai mikrokontroler.



Gambar 2: NodeMCU ESP8266

D. Flame Sensor

Flame sensor (sensor api) melakukan pembacaan dengan membaca 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, dan tegangan rendah saat mendeteksi adanya api [8].



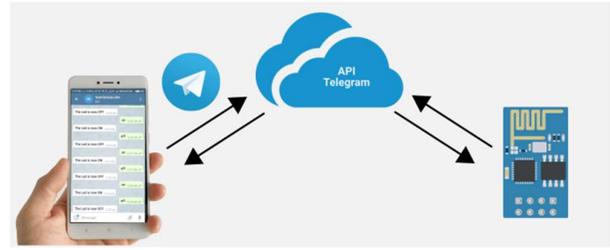
Gambar 3: Flame Sensor

E. LCD 16x2 + I2C

LCD 16x2 + I2C berfungsi sebagai penampil dari hasil pembacaan sensor secara *realtime*. Dalam LCD akan ditampilkan tekanan gas yang dideteksi oleh sensor MQ2 dan pembacaan dari *flame sensor* secara *realtime*.



Gambar 4: LCD 16x2 + I2C



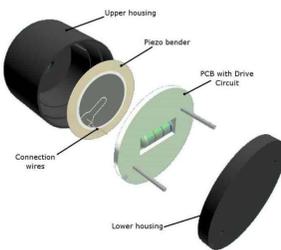
Gambar 6: Telegram Bot dan NodeMCU

F. Catu Daya

Catu daya atau *power supply* adalah sebuah perangkat yang akan memberikan *supply* tegangan kepada NodeMCU dan akan diteruskan kepada rangkaian melalui pin 3V atau pin VIN. Nantinya catu daya ini akan memberikan *supply* tegangan sehingga alat pendeteksi kebakaran ini dapat bekerja.

G. Buzzer

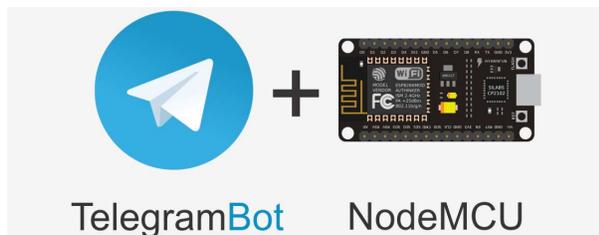
Buzzer merupakan komponen elektronika yang dapat mengkonversi tegangan listrik menjadi sinyal suara yang dapat menjadi isyarat tertentu pada sensor [7]. Dengan kata lain *buzzer* berfungsi sebagai *alarm* saat sensor mendeteksi terjadinya perubahan nilai pembacaan yang meningkat atau berubah menjadi nilai yang tinggi [4]. *Buzzer* menghasilkan getaran yang hampir sama dengan getaran yang dihasilkan mikrofon yang dapat direkam oleh tape [8].



Gambar 5: Buzzer

H. Telegram Bot

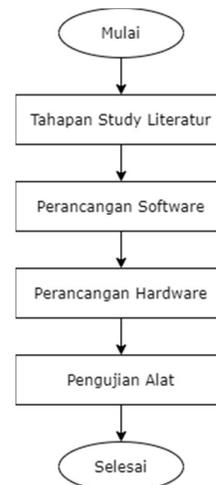
Telegram merupakan aplikasi yang dapat mengirim pesan teks, gambar, suara, video dan lain-lain yang terhubung melalui jaringan internet. Telegram Bot merupakan program yang berperilaku seperti mitra obrolan biasa dengan fungsi tambahan. Dengan Telegram Bot pengiriman pesan dari NodeMCU kepada pengguna akan cepat, karena pesan secara otomatis akan dikirimkan oleh Telegram Bot. Adapun library Telegram yang digunakan pada NodeMCU adalah CTBot.



Cokorda Gde Indra Raditya: Pendeteksi Kebocoran Gas dan...

III. METODELOGI

Penelitian ini utamanya dilakukan dengan metode eksperimental untuk menguji sistem yang dirancang baik *software* maupun *hardware*. Gambar 7 menampilkan diagram alir tahapan penelitian pembuatan prototipe alat pendeteksi kebocoran gas dan kebakaran dini.



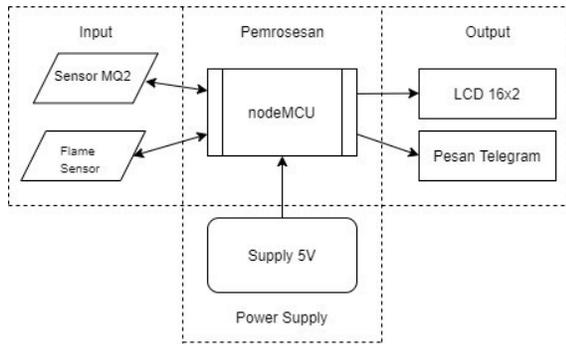
Gambar 7: Metodologi Penelitian

Tahap penelitian dimulai dari tahapan *study literature*, 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 Telegram dan display ke layar LCD.

A. Diagram Blok

Sebelum dilakukannya perancangan pada *hardware* dan *software*, terlebih dulu ditentukan diagram blok kerja alat yang akan dibuat untuk mempermudah perancangan tersebut. Diagram blok dibagi menjadi 3 bagian yaitu *input* (sensor), pemrosesan (NodeMCU), dan *output* (LCD, Telegram). Diagram blok tersebut dapat dilihat pada Gambar 8.

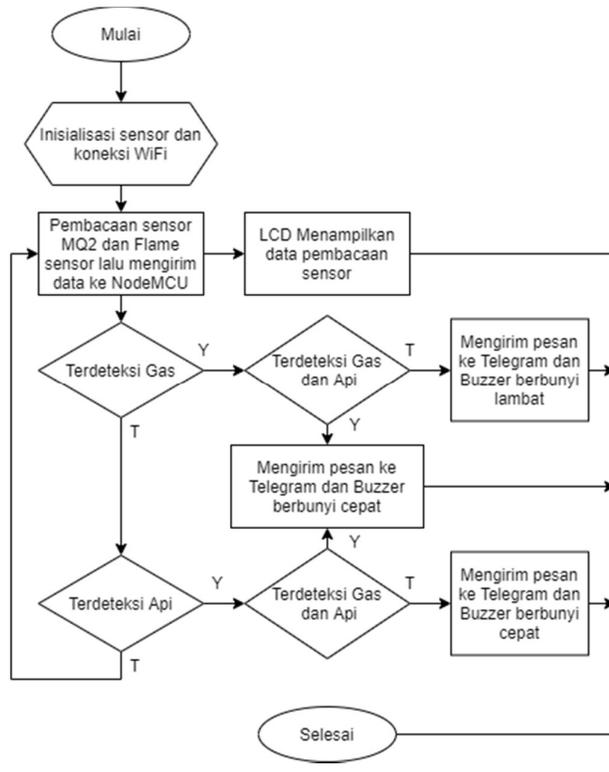




Gambar 8: Blok Diagram Rangkaian

B. Flowchart

Flowchart atau diagram alir berfungsi untuk menggambarkan proses kerja dari alat pendeteksi kebocoran gas dan kebakaran dini menggunakan NodeMCU berbasis Telegram. Flowchart dari cara kerja alat ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9: Flowchart

Dapat dilihat pada Gambar 9 hal pertama yang dilakukan adalah inialisasi port dari sensor dan sistem. Selanjutnya dilakukan proses menghubungkan alat dengan internet dan Telegram Bot. Ketika alat dapat terhubung dengan internet maka alat akan mengirimkan pesan tanda terkoneksi pada Telegram pengguna. Kemudian alat melakukan pembacaan data pada sensor MQ-2 dan flame sensor untuk selanjutnya menampilkan data berikut berubahnya pada layar LCD. Ketika alat mendeteksi adanya kebocoran gas, buzzer/LED

akan berbunyi/berkedip lambat dan alat akan mengirimkan pesan peringatan ke Telegram pengguna. Begitupun jika alat mendeteksi keberadaan api, buzzer/LED akan berbunyi/berkedip cepat menandakan bahaya dan alat akan mengirimkan pesan peringatan ke Telegram pengguna.

C. Perancangan Software

Perancangan software bertujuan untuk membuat sistem pengirim pesan Telegram 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.

```

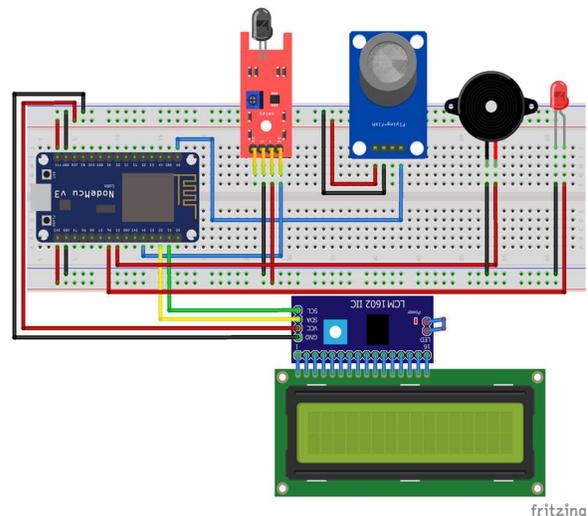
11
12 String ssid = "R3P"; //nama wifi
13 String pass = "cindral23"; //password wifi
14 String token = "1858269417:AAH6TAcX0SHy0h6LEFWfA41NzqfMoJNyqcM"; //token bot telegram
15 const int id = 1126356747; //idbot
16
17 void setup() {
18   Serial.begin(115200);
19   Serial.print("Connecting Wifi: ");
20   Serial.println(ssid);
21   myBot.wifiConnect(ssid, pass);
22   myBot.setTelegramToken(token);
23   if (myBot.testConnection()) {
24     Serial.println("Good Signal");
25   } else {
26     Serial.println("Bad Signal");
27   }
28   myBot.sendMessage(id, "Sensor Siap");
29   Serial.println("Pesan Terkirim");

```

Gambar 10: Tampilan Program Arduino IDE

D. Perancangan Hardware

Rancangan hardware dari alat yang dibuat berupa wiring diagram dapat dilihat pada Gambar 11. Nantinya rancangan ini akan menjadi acuan untuk pembuatan prototipe alat. Desain rancangan alat dibuat menggunakan aplikasi Fritzing.



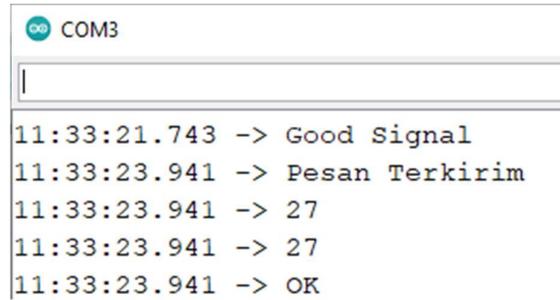
Gambar 11. Desain Hardware

Konektivitas PIN antar komponen pada wiring diagram rangkaian alat diatas dapat dilihat pada Tabel I:

TABEL I
 KONEKSI PIN PADA RANGKAIAN

No	Nama Komponen	PIN <i>NodeMCU</i>
1	Sensor MQ-2	A0
2	<i>Flame Sensor</i>	D4
3	<i>I2C SDA</i>	D1
4	<i>I2C SCL</i>	D2
5	<i>Buzzer</i>	D7
6	<i>LED</i>	D8
7	VCC +5V	VIN
8	GND	GND

terkoneksi dengan *WiFi*. Hasil dari pengujian *NodeMCU* dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13: *NodeMCU* berhasil terhubung dengan *Wifi*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi Hasil Perancangan Pendeteksi Kebocoran Gas dan Kebakaran Dini

Alat yang dirancang pada penelitian ini 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 pesan kepada aplikasi Telegram pengguna melalui Telegram Bot.

Realisasi dari alat pendeteksi kebocoran gas dan kebakaran dini ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12: 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*.

B. Pengujian *NodeMCU*

Pengujian *NodeMCU* bertujuan untuk mengetahui apakah *NodeMCU* sudah terhubung dengan *WiFi* atau tidak dengan *username* dan *password* yang sudah diatur pada kode program sebelumnya. Jika sudah terhubung maka pada *serial monitor* akan memunculkan teks “OK” yang berarti *NodeMCU* sudah

C. 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 5 detik, dengan batas minimum 200 *ADC* dan batas normal kadar gas 500 *ADC*. Hasil uji coba sensor MQ-2 dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II
 PENGUJIAN SENSOR MQ-2

Jarak pengujian sensor MQ-2 dengan gas	Nilai sensor (<i>ADC</i>)	Waktu respon sensor	<i>Buzzer</i>	Pesan Telegram
3 cm	702	2 detik	ON	Diterima
6 cm	590	2 detik	ON	Diterima
9 cm	478	3 detik	OFF	-
12 cm	406	5 detik	OFF	-
15 cm	390	5 detik	OFF	-

Berdasarkan data hasil uji coba kepekaan sensor yang ditunjukkan pada Tabel II dapat dinyatakan bahwa jarak kepekaan sensor gas sangat pendek yaitu < 6 cm dengan waktu respon sensor 2 detik. Oleh karena itu alat harus diletakkan dekat dengan tabung gas untuk memaksimalkan penggunaannya. Tampilan layar LCD untuk kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 14 yang menampilkan tulisan “GAS BOCOR TIDAK ADA API”. Sedangkan untuk pesan pada aplikasi Telegram saat sensor mendeteksi gas bocor dapat dilihat pada Gambar 15 yang menunjukkan notifikasi kadar gas dan gas bocor.





Gambar 14: Tampilan LCD saat alat mendeteksi gas tanpa api

menghasilkan output 0. Jika sensor tidak mendeteksi api, akan menghasilkan output 1.



Gambar 16: Tampilan LCD saat alat mendeteksi api



Gambar 15: Tampilan pesan Telegram saat alat mendeteksi gas



Gambar 17: Tampilan pesan Telegram saat alat mendeteksi api

D. 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 III.

TABEL III
PENGUJIAN FLAME SENSOR

Jarak pengujian Flame Sensor dengan api	Nilai sensor	Waktu respon sensor	Buzzer	Pesan Telegram
3 cm	0	1 detik	ON	Diterima
6 cm	0	1 detik	ON	Diterima
9 cm	0	1 detik	ON	Diterima
12 cm	0	2 detik	ON	Diterima
15 cm	0	2 detik	ON	Diterima
20 cm	0	2 detik	ON	Diterima
25 cm	1	-	OFF	-
30 cm	1	-	OFF	-

Berdasarkan data hasil uji coba kepekaan sensor yang ditunjukkan pada Tabel III dapat dinyatakan bahwa *flame sensor* dapat mendeteksi api sejauh < 20 cm di depan sensor. Dimana jika sensor mendeteksi adanya api, akan

Tampilan layar LCD untuk kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 16 yang menampilkan tulisan kadar gas terdeteksi dan api terdeteksi. Sedangkan untuk pesan pada aplikasi Telegram saat sensor mendeteksi adanya api dapat dilihat pada Gambar 17 yang menunjukkan notifikasi sensor mendeteksi api dan peringatan kebakaran.

V. KESIMPULAN

Prototipe alat pendeteksi kebocoran gas dan kebakaran dini menggunakan NodeMCU berbasis Telegram ini dapat membantu dalam memberikan informasi tentang kebocoran gas dan mendeteksi awal terjadinya kebakaran. Penggunaan Telegram akan memudahkan pengguna mengetahui kondisi yang sebenarnya pada lokasi alat tersebut. Selama NodeMCU dan *smartphone* pengguna terhubung dengan internet dan sensor mendeteksi perubahan yang signifikan pada kondisi sekitar, maka NodeMCU akan mengirimkan pesan peringatan ke akun Telegram pengguna. Sensor MQ-2 membutuhkan waktu sekitar 2 detik untuk mampu membaca keadaan dengan optimal. Selain itu, sensor MQ-2 memiliki keterbatasan dalam mendeteksi kadar gas yaitu kurang dari 6 cm. Di lain pihak, *flame sensor* mampu mendeteksi keberadaan api dengan area dibawah 20 cm, sedangkan proses pengiriman informasi

keberadaan api cukup cepat yaitu 2 detik. Dengan keberadaan alat ini diharapkan resiko kebakaran akibat kebocoran gas dapat diminimalisir

[20] K. B. Anjasmara, Y. Divayana, and P. Rahardjo, "Rancang Bangun Alat Monitoring Switch pada PDG Berbasis SMS dengan Mikrokontroler Arduino," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 19, no. 1, pp. 41-48, 2020.

REFERENSI

- [1] A. W. Biantoro, R. Anggraini, and Subekti, "Pengembangan Alat Deteksi Dini Asap dan Kebocoran pada Tabung LPG, Pencegah Kebakaran Skala Rumah Tangga," *Factor Exacta*, vol. 13, no. 2, pp. 113-124, 2020.
- [2] Ciksadan, Suroso, and Y. Ramadhona, "Sistem Pendeteksi Kebocoran LPG Untuk Smarthome Berbasis IoT dengan Metode Fuzzy," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, vol. 4, no.2, pp. 479-485, 2020.
- [3] A. S. Handayani, "Aplikasi Teknologi GSM/GPRS Pada Sistem Deteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535," *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1, p. 29, 2012.
- [4] R. Inggi and J. Pangala, "Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino," *Simkom*, vol. 6, no. 1, pp. 12-22, 2021.
- [5] S. Mulyati and S. Sadi, "Internet of Things (IoT) pada Prototipe Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis MQ-2 dan Sim8001," *J. Tek.*, vol. 7, no. 2, 2019.
- [6] D. Nurmaningsih, "Pendeteksi Kebocoran Tabung LPG Melalui SMS Gateway Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 2, pp. 121-126, 2018.
- [7] N. Hidayat, S. Hidayat, N. A. Pramono, and U. Nadirah, "Sistem Deteksi Kebocoran Gas Sederhana Berbasis Arduino Uno," *Rekayasa*, vol. 13, no. 2, pp. 181-186, 2020.
- [8] J. R. Noorfirdaus, D. Virgiani, and S. Yudha, "Sistem Pendeteksi Kebakaran Dini Menggunakan Sensor MQ-2 Dan Flame Sensor Berbasis Web," *Konf. Nas. Ilmu Komput.*, no. June, pp. 404-409, 2020.
- [9] A. S. Puspaningrum, F. Firdaus, I. Ahmad, and H. Anggono, "Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas Pada Perangkat Mobile Android Dengan Sensor MQ-2," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2020.
- [10] I. Muslem, "Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Rumah Tangga Menggunakan MQ-2 Sensor dan Mikrokontroler," *Jurnal Tika*, vol. 6, no. 2, pp. 58-64, 2021.
- [11] R. Susana, D. Nataliana, and U. Atiah, "Sistem Monitoring Pendeteksi Kebocoran LPG berbasis Mikrokontroler ATmega16 menggunakan RF APC220," *Elkomika*, vol. 3, no.2, pp.191-211, 2015.
- [12] R. Sirai, K. Erwansyah, H. jaya, and H. Winata, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Regulator LPG Via SMS Menggunakan Modul GSM dan Sensor MQ-6 Berbasis Arduino Uno," *J-SISKO TECH*, vol.3, no.2, pp. 73-80, 2020.
- [13] M. F. Putra, A. H. Kridalaksana, and Z. Arifin, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Dengan Sensor MQ-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smartphone Android Sebagai Media Informasi," *Jurnal Informatika Mulawarman*, vol. 12, no.1, 2017, pp. 1-6, 2017.
- [14] A. Roihan, A. Permana, and D. Mila, "Monitoring Kebocoran Gas Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Dan Esp8266 Berbasis Internet of Things," *ICIT J.*, vol. 2, no. 2, pp. 170-183, 2016.
- [15] 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.
- [16] J. W. Simatupang, Saifullana, E. Engineering, and S. Program, "Sistem Pendeteksi Kebakaran Rumah terintegrasi Smartphone Dan Aplikasi Online," vol. 6, no. 2, pp. 91-98, 2018.
- [17] R. Waluyo, D. K. Wafa, Z. Karini, and I. Setiawan, "Rancang Bangun Prototype Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas dan Api Menggunakan Arduino," *Infotekmesin*, vol. 11, no. 2, pp. 107-112, 2020.
- [18] N. Yanti, F. Z. Rahman, and T. Nur, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Dini Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan Multisensor," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 4, no. 2, pp. 46-57, 2019.
- [19] I G. P. M. E. Putra, I. A. D. Giriantari, and L. Jasa, "Monitoring Penggunaan Daya Listrik Sebagai Implementasi Internet of Things Berbasis Wireless Sendor Network," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 16, no. 3, pp. 50-55, 2017.



{Halaman ini sengaja di kosongkan}