

IoT fire detector with Telegram notification

Agusriyanda Saputra^{1*}, Aswardi¹

¹ Departmen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Kota Padang, Indonesia

*Corresponding Author, email : agusriyandasaputra19130002@gmail.com

Received 2024-01-22; Revised 2024-02-19; Accepted 2024-02-25

Abstract

Fire is a disaster whose arrival cannot be predicted or can occur at any time and anywhere. The impact is in the form of material loss and loss of life, therefore, there is a need for early detection and early prevention of fire. Technological advances that can be used in early detection efforts are the *Internet of Things* (IoT). This research aims to develop an *Internet of Things* (IoT) based fire detection tool that can effectively detect fires and provide quick warnings to firefighters. This tool uses a phototransistor sensor and *MQ2* smoke sensor to detect the presence of fire and smoke, and then sends this information via the internet network to the user via a connected platform. This system is also equipped with an automatic notification feature that can notify users via telegram messages and sirens when a fire occurs. The development method involves the use of a microcontroller and a Wi-Fi module to connect the device to an internet network. Testing of the tool was carried out by simulating a fire situation on a small scale, and the results showed that this fire detection tool can work efficiently in detecting fires and providing timely warnings to users. It is hoped that the implementation of this tool can improve response to fires and help reduce losses caused by fires.

Keywords: Sensor phototransistor; Sensor MQ2; Internet of things ; Pomp DC; Telegram;

1. Introduction

Kebakaran termasuk bencana yang tidak bisa diprediksi kedatangannya atau bisa terjadi kapan saja dan dimana saja. Dampak yang ditimbulkan berupa kerugian materi serta korban jiwa oleh sebab itu, perlu nya pendeteksi dini dan pencegahan awal kebakaran. Penggunaan sensor IR Flame digunakan untuk mendeteksi adanya nyala api pada saat terjadi kebakaran[1]. Kemajuan teknologi yang dapat digunakan dalam upaya pendeteksi dini adalah *Internet Of Things* (IoT). IoT dapat menghubungkan perangkat elektronik yang dapat terhubung melalui internet sehingga dengan cepat memberikan data dan informasi[2]. Peristiwa kebakaran dapat terjadi di tempat umum maupun di perumahan. Penyebab kebakaran diakibatkan oleh beberapa faktor, antara lain: hubung pendek jaringan listrik, kebocoran gas elpiji, puntung rokok, dsb. Kebocoran gas pada rumah sangat sering terjadi sehingga adanya alat pendeteksi sangat membantu dalam mendeteksi kebakaran[3], [4]

Dengan bantuan teknologi IoT, pendeteksian kebakaran dapat dilakukan lebih cepat dan akurat. Selain itu, sistem pemantauan terpusat dapat memudahkan koordinasi antara petugas pemadam kebakaran dan pemilik properti saat menangani kebakaran. Oleh karena itu, penggunaan alat pendeteksi api berbasis IoT diharapkan dapat membantu dalam meningkatkan keselamatan dan keamanan dalam penanggulangan kebakaran serta data yang ditampilkan bisa *live monitoring* [5]. Pendeteksi kebakaran juga dikembangkan dalam kebakaran dini dalam kapal sehingga memudahkan pemberitahuan kepada patroli kapal di laut[6].

Penggunaan Telegram sebagai saluran notifikasi dalam alat pendeteksi kebakaran berbasis IoT adalah perkembangan yang menarik. Telegram adalah salah satu *platform* komunikasi instan yang populer dan dapat diakses di berbagai perangkat. Fitur telegram bot untuk proses mengirimkan pesan notifikasi secara *realtime* pada pengguna[7]. Penggunaan Telegram dalam alat pendeteksi kebakaran memiliki potensi untuk memberikan notifikasi kepada pemilik properti, petugas pemadam kebakaran, atau pihak terkait lainnya dengan cepat, sehingga mereka dapat mengambil tindakan yang diperlukan dalam waktu yang lebih singkat Bahasa pemrograman C memiliki sejarah panjang dalam pengembangan aplikasi berbasis sistem dan mikrokontroler. Mikrokontroler NodeMcu digunakan sebagai pengendali utama. Bahasa pemrograman C adalah bahasa yang kuat dan umum digunakan dalam pengembangan sistem tersembunyi dan *embedded*. Penggunaan C dalam tugas akhir ini memberikan kontrol tinggi terhadap perangkat keras dan sistem yang diperlukan dalam pengembangan pendeteksi kebakaran yang handal dan efisien serta algoritma dalam pemrograman sangat diperlukan dalam memecahkan masalah pada alat ini[8].

Keterlambatan petugas pemadam kebakaran untuk memadamkan api disebabkan keterlambatan mendapatkan informasi sehingga *Internet Of Things* sangat memberikan Solusi untuk kedepannya. Penggunaan C dalam tugas akhir ini memberikan kontrol tinggi terhadap perangkat keras dan sistem yang diperlukan dalam pengembangan pendeteksi kebakaran yang handal dan efisien serta algoritma dalam pemrograman sangat diperlukan dalam memecahkan masalah pada alat ini[9].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan perangkat deteksi kebakaran yang berbasis IoT dan dilengkapi dengan notifikasi Telegram. Dimana dibuatlah dengan judul "Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis *IoT* dengan notifikasi Telegram". Alat ini menggunakan sensor *MQ2* dan *Flame* sensor serta memanfaatkan *IoT* untuk mengirim pesan melalui Telegram yang berfungsi untuk memberikan pengiriman pesan text singkat antar perangkat Mobile Phone. Dimana dalam pembuatan alat ini kita bisa mengetahui apakah ada kebakaran di rumah dengan pemberitahuan lewat Telegram. Alat ini juga dilengkapi dengan output Buzzer yang berfungsi sebagai Alarm untuk memberi tahu pemadam kebakaran apabila terjadi kebakaran, dan LCD sebagai media tampilan alat. Serta dilengkapi *sprinkler* sebagai proteksi dini saat terjadi kebakaran.

2. *Material and methods*

Internet Of Things

Secara garis besar, IoT adalah konsep yang dirancang untuk memperkuat manfaat Dari Persistent Connect dan dapat mengidentifikasi koneksi sendiri ke perangkat lain. Melalui Internet, kita dapat berbagi data, remote control, dan segala macam hal-hal. Bila suatu benda terhubung dengan internet, berarti benda tersebut dapat mengirim dan/atau menerima informasi. Fitur ini membuat objek "pintar". System Iot sangat berguna dalam monitoring [10].

Bahasa C

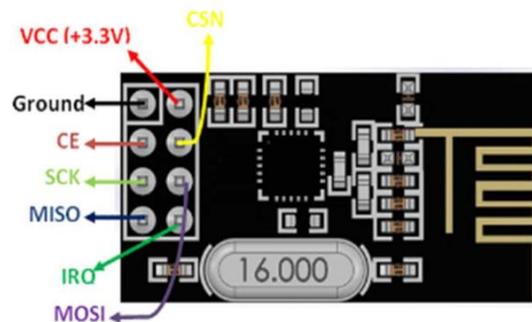
Bahasa C merupakan bahasa pemrograman tingkat menengah. Bahasa C pertama kali dirancang pada tahun 1972 oleh Dennis M. Ritchie di Bell laboratories. Pada tahun 1978 Dennis dan Brian W. Kernighan mempublikasikan bahasa C The C Programming Language sehingga bahasa C dikenal oleh banyak orang. Bahasa C akhirnya distandarisasi ANSI (America national Standart Institute) pada tahun 1989 sehingga menjadi bahasa pemrograman standar hingga saat ini.

Bahasa C disebut sebagai bahasa pemrograman terstruktur, fungsional karena strukturnya menggunakan fungsi-fungsi sebagai program bagian (*subroutine/module*). Fungsi selain

fungsi utama atau disebut dengan subroutine/module ini ditulis setelah fungsi utama (*main*) atau diletakkan pada file Pustaka (*library*). Jika fungsi-fungsi tersebut diletakkan pada file pustaka dan akan dipakai di suatu program, maka nama file header-nya harus dilibatkan dalam program menggunakan preprocessor *directive* #include. Suatu pemograman C minimal harus memiliki fungsi main (). Tanpa fungsi itu maka nama program C tidak dapat dieksekusi, walaupun program dapat dikompilasi.

LoRa (NRF24L01 PA LNA)

Low-Power Wide-Area Network (LPWAN) merupakan teknologi *transceiver* yang memungkinkan komunikasi daya yang efisien pada jarak yang sangat panjang. Salah contoh dari teknologi LPWAN adalah LoRa. Pemanfaatan jaringan lora juga digunakan dalam mengirim sinyal kebakaran dini [11], [12]. LoRa sebagai protokol komunikasi dalam pengiriman data dengan daya jangkauan yang luas. Long range adalah teknologi nirkabel berdaya rendah yang menggunakan spektrum radio dengan pita frekuensi 433 MHz, 868 Mhz atau 915 MHz tergantung pada regulasi masing-masing negara. Untuk di Asia, frekuensi yang digunakan adalah 433 MHz.



Gambar 1. Modul NRF24L01

Modul NRF24L01 disupply oleh catu daya 3,3 Volt, sehingga dapat dengan mudah digunakan pada sistem mikrokontroler yang bertegangan 3,2 Volt dan 5 Volt. Setiap modul memiliki Rentang 125 alamat untuk berkomunikasi dengan 6 modul lainnya. Sein itu memungkinkan beberapa unit nirkabel bisa berkomunikasi satu sama lain di lokasi yang sama. Karena itu modul wifi NRF24L01 itu tepat digunakan untuk beragam proyek elektronika komunikasi data. NRF24L01 adalah modul radio *transceiver* (menggunakan protokol SPI) yang digunakan untuk mengirim dan menerima data pada frekuensi operasi ISM mulai dari 2,4 GHz hingga 2,5 GHz. Modul *transceiver* ini terdiri dari generator frekuensi, pengontrol beat, power amplifier, modulator osilator kristal, dan demodulator. Sistem sebanyak itu yang ada pada modul hanya mengkonsumsi daya sebesar 11,3 mA pada daya pancar 0 dBm dan mengkonsumsi 13,5 mA pada mode terima. Cukup efektif dan efisien untuk disndingkan dengan modul mikrokontroler apapun.

Sistem kerja alat ini melihat adanya kebakaran di suatu rumah dengan menggunakan sensor api dan sensor asap. Untuk mendeteksi adanya api, alat ini menggunakan flame sensor untuk mendeteksi api pada rumah. Mikrokontroler akan membaca data yang diberikan oleh flame sensor. Untuk mendeteksi adanya asap pada rumah, alat ini juga menggunakan sensor MQ2 yang mengakibatkan kebakaran. Mikrokontroler akan membaca data dari sensor MQ2. Pembacaan sensor api dan sensor asap akan dilogikakan sehingga mendapatkan data untuk mndeteksi api dan asap.

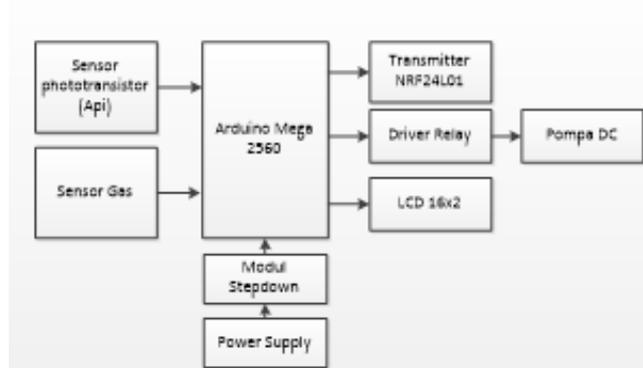
Saat mikrokontroler mendapat sinyal kebakaran, maka sinyal akan dikirimkan melalui *Transmitter* NRF24L01 menuju *receiver* NRF24L01 yang berada dikantor pemadam kebakaran sehingga sinyal yang terkirim akan diolah oleh ESP8266 untuk mengirim pesan melalui Telegram dan menghidupkan Alarm yang berada dikantor pemadam kebakaran.

Pada saat terjadi kebakaran di suatu rumah, maka akan terkirim pesan Telegram ke pemadam kebakaran, buzzer akan berbunyi, dan LCD akan menampilkan kondisi keadaan rumah serta *sprinkler* akan menyemprotkan air untuk proteksi dini saat kebakaran.

Perancangan Hardware dan Software

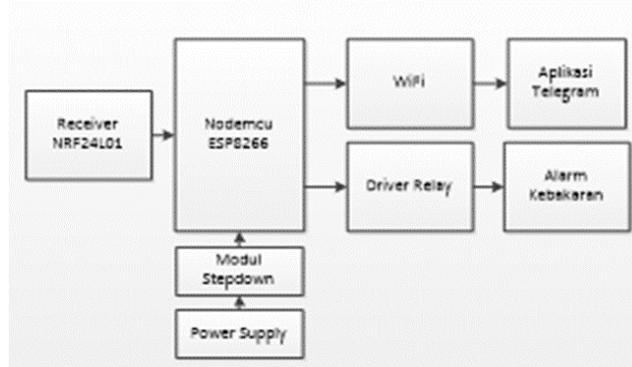
Perancangan *hardware* adalah proses pembuatan perangkat keras. Perancangan yang diterapkan bertujuan untuk menyederhanakan proses pembuatan perangkat keras dan mengurangi resiko kesalahan agar dapat mencapai hasil akhir yang optimal. Perancangan *hardware* tugas akhir ini meliputi perancangan alat pendeteksi kebakaran berbasis *IoT* dengan notifikasi telegram dan perancangan rangkaian elektroniknya. Power supply[14] berfungsi untuk mensupply tegangan dc menuju rangkaian komponen yang digunakan dengan tegangan pemakaian sebesar $5V_{DC}$ yang sebelumnya telah diturunkan pada inputan tegangan power supply sebesar $12V_{DC}$ serta dengan tegangan sebesar $220V_{AC}$ yang bersumber dari tegangan PLN[15]. Tegangan *power supply* agar dapat mensupply tegangan keseluruhan komponen. Eksperimental atau metode percobaan dilakukan dalam sistem alat berupa diagram blok yang dirancang:

Blok Transmitter



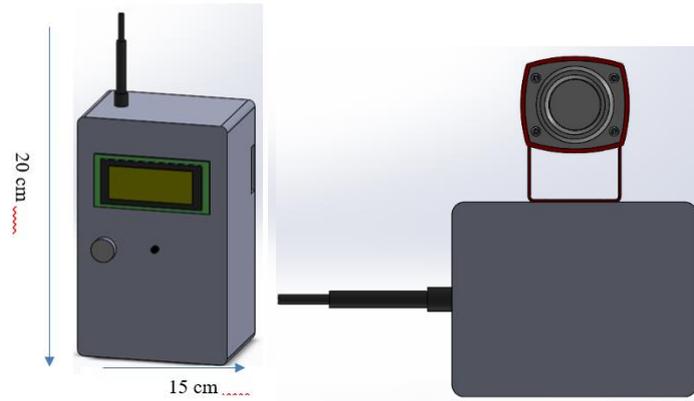
Gambar 2. Blok diagram *transmitter*

Blok Receiver

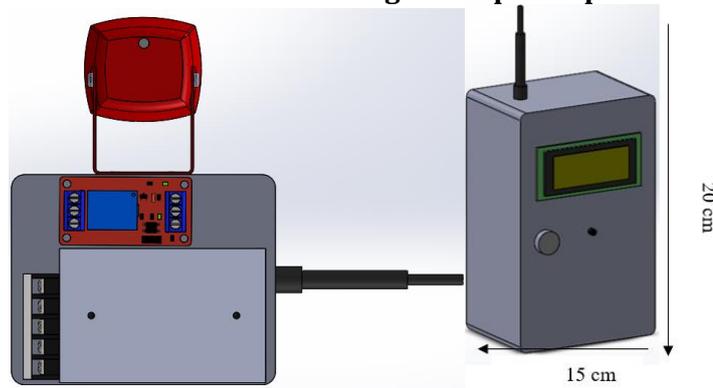


Gambar 3. Blok diagram *receiver*

Perancangan mekanik alat dibuat agar mendapatkan gambaran nyata atas bentuk fisik dari alat yang akan dirancang dan juga agar mengetahui dimana harus meletakkan komponen penyusun alat. Perancangan mekanik ini dibuat dalam bentuk 3D untuk mempermudah proses perakitan alat.

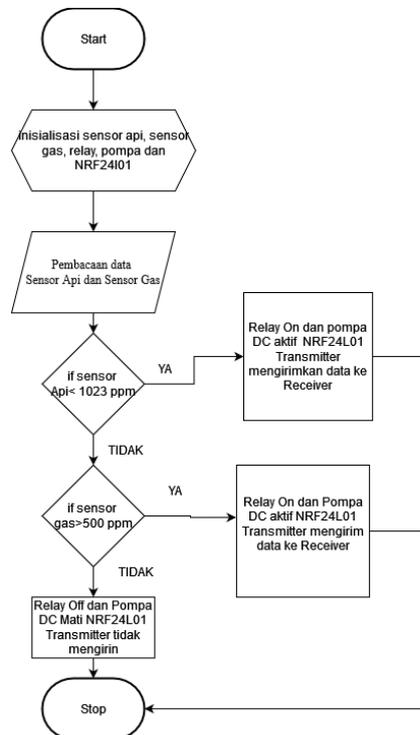


Gambar 4. Perancangan tampak depan

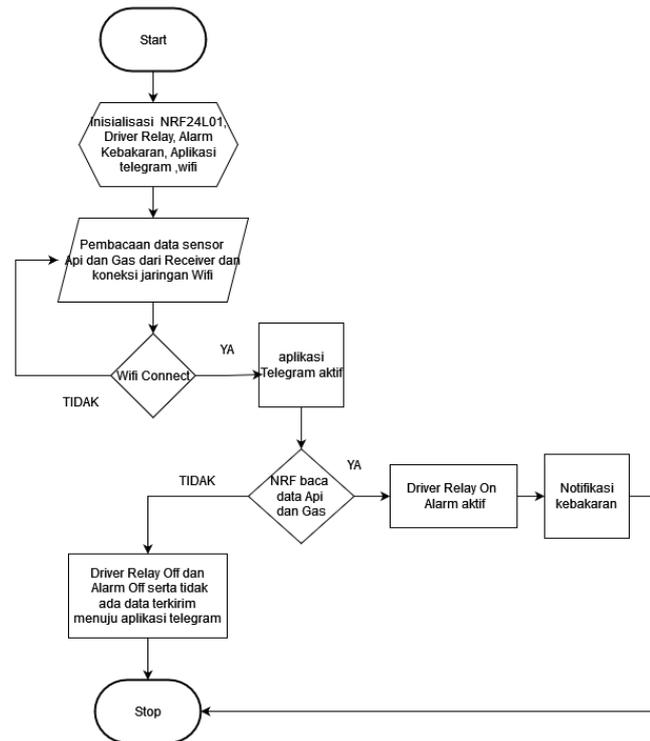


Gambar 5. Perancangan tampak belakang

Berikut ini diagram alir dari alat pendeteksi kebakaran berbasis IoT dengan notifikasi Telegram



Gambar 6. Flowchart transmitter



Gambar 7. Flowchart receiver

Berikut adalah algoritma lengkap dari program di *transmitter*:

Inisialisasi Library dan Objek:

1. Include library RH_NRF24.h dan LCD_I2C.h.
2. Inisialisasi objek RH_NRF24 (modul nRF24) dan LCD_I2C.
3. Deklarasi pin sensor fototransistor (api), sensor asap, dan relay.

Setup:

4. Inisialisasi komunikasi serial.
5. Inisialisasi modul nRF24, set channel, dan konfigurasi RF.
6. Inisialisasi pin sebagai input atau output sesuai kebutuhan.
7. Menyalakan backlight LCD dan menampilkan informasi awal.
8. Bersiap untuk mengirim data dengan menyiapkan array data.

Loop:

9. Baca nilai dari sensor fototransistor (api) dan sensor asap.
10. Tampilkan nilai sensor di LCD dan kirim nilai sensor menggunakan modul nRF24.
11. Jika deteksi api (nilai fototransistor == 1):
Matikan relay.
12. Tampilkan pesan deteksi api di LCD.
13. Tunggu sebentar dan bersihkan layar LCD.
14. Jika deteksi asap (nilai asap > 500):
Matikan relay.
15. Tampilkan pesan deteksi asap di LCD.
16. Tunggu sebentar dan bersihkan layar LCD.
17. Jika tidak ada deteksi api atau asap:
18. Matikan relay (tidak ada bahaya terdeteksi).
Menerima Balasan dari Node Lain:

19. Jika ada data yang diterima dari node lain menggunakan modul nRF24:
Tampilkan data balasan di serial.

Berikut adalah algoritma lengkap dari program *receiver*:

Inisialisasi Library, Objek, dan Variabel:

1. Include library RH_NRF24.h dan FastBot.h.
2. Mendefinisikan informasi WiFi (SSID dan password) dan token bot Telegram.
3. Inisialisasi objek FastBot dan RH_NRF24.
4. Deklarasi pin relay, buzzer, serta variabel data1, data2, kondisiApi, dan kondisi.

Setup:

5. Inisialisasi komunikasi serial.
6. Set mode pin buzzer dan relay.
7. Inisialisasi modul nRF24 dan konfigurasi sesuai dengan channel dan RF.
8. Koneksi ke WiFi menggunakan fungsi connectWiFi.
9. Attach fungsi callback newMsg untuk menangani pesan baru dari bot Telegram.
10. Fungsi Callback newMsg:
11. Ambil nilai kondisiApi dan kondisi.
12. Jika deteksi api ($data1 == 1$) atau deteksi asap ($data2 > 500$):
13. Kirim pesan notifikasi ke bot Telegram sesuai dengan kondisi deteksi.
14. Jika tidak ada deteksi, kirim pesan informasi biasa.

Loop:

15. Panggil fungsi bot.tick untuk menangani event bot Telegram.\
16. Jika ada data yang diterima dari node lain menggunakan modul nRF24:
Kirim balasan ke node lain.
17. Ambil nilai kondisiApi dan kondisi dari data yang diterima.
18. Tampilkan nilai sensor di serial monitor.
Deteksi api atau asap:
19. Matikan relay dan aktifkan buzzer sebagai respons.
20. Tunggu 10 detik dan kembalikan ke kondisi awal.
Fungsi connectWiFi:
Tunggu beberapa detik sebelum mencoba koneksi.

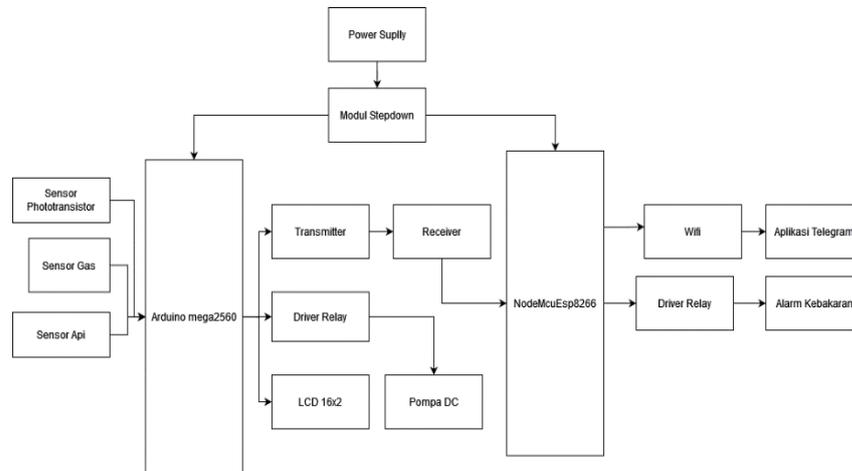
3. Results and discussion

Pengujian merupakan langkah penting yang harus dilakukan untuk memastikan perangkat dan program yang dibuat dapat berfungsi dengan baik sesuai rencana. Suatu perangkat atau program dapat dikatakan berfungsi dengan baik apabila telah diuji sesuai dengan kemampuan operasional perangkat tersebut. Pengujian dilakukan untuk memperbaiki rangkaian jika terdapat kesalahan pada saat pengujian atau untuk mengevaluasi kinerja dari sistem yang dibuat agar memperoleh kinerja yang lebih baik. Pengujian ini dilakukan untuk memperoleh data hasil akhir dan bukti yang membuktikan bahwa perangkat keras yang diproduksi dapat berfungsi dengan baik dan juga dapat digabungkan dengan perangkat lunak.



Gambar 8. Hasil rancangan alat

Gambar diatas terdapat tanda panah merah yang menunjukkan alat *transmitter* (pengirim) dan *receiver* (penerima) sehingga kedua alat ini bisa



Gambar 9. Blok diagram keseluruhan

Pengujian rangkaian keseluruhan yakni terdiri dari dua bagian dimana bagian ini ialah *transmitter* dan *receiver*. *Transmitter* sendiri terdiri dari inputan sensor phototransistor, sensor asap *MQ2* dengan menggunakan sebuah mikrokontroler Arduino mega2560 dengan output berupa tampilan LCD dan sebuah *driver relay* untuk menyalakan pompa air serta adanya modul NRF24L01 yang difungsikan untuk mengirimkan data jarak jauh menggunakan Radio frekuensi. Sedangkan pada *receiver* terdapat Nodemcu ESP8266, *Driver relay* untuk menyalakan alarm serta adanya modul NRF24L01 untuk menerima data dari transmitter.

Tabel 1. hasil keseluruhan *Transmitter*

Sensor Phototransistor(ppm)	Sensor Asap <i>MQ2</i> (ppm)	Driver relay	LCD	NRF24L01 Transmitter
400	320	Normally Open (NO)	Menampilkan data api dan asap	Tidak terkirim
500	480	Normally Close (NC)	Menampilkan data api dan asap	Mengirimkan data api NRF24L01 Receiver
600	500	Normally Close (NC)	Menampilkan data api dan asap	Mengirimkan data api dan asap ke NRF24L01 Receiver
1023	600	Normally Close (NC)	Menampilkan data api dan asap	Mengirimkan data api dan asap ke NRF24L01 Receiver

Berdasarkan tabel percobaan di atas, saat sensor api atau sensor asap mendeteksi adanya api atau asap sebesar > 500ppm maka *driver relay* akan *normally close* dan *transmitter* nrf24L01 akan mengirimkan sinyal menuju *receiver* RNF24L01 untuk selanjutnya menyalakan pompa air.

Tabel 2. hasil keseluruhan Receiver

NRF24L01 Receiver	kondisi	Driver relay	Buzzer	Telegram
Menerima data Phototransistor dan Sensor Asap MQ2	If phototransistor < 1023 ppm	Normally Close (NC)	ON	Menampilkan data api dan asap
	If Asap MQ2 > 500 ppm	Normally Close (NC)	ON	

Berdasarkan percobaan receiver data yang terdeteksi oleh kedua sensor jika kondisi < 1023 ppm maka sensor bekerja dan memerintahkan pompa dan sirine selanjutnya jika > 500 ppm maka sensor akan bekerja sehingga ambang batas pendeteksi adanya api dan asap berapa di antara dua kondisi tersebut. Jika kurang dari <500 ppm maka alat tidak bekerja.

4. Conclusion

Setelah dilakukan pengambilan data dan percobaan alat secara langsung dapat diambil kesimpulan Kebakaran sebagai ancaman tidak terduga diantisipasi dengan menggunakan alat ini yang dilengkapi dengan adanya sensor api dan asap serta pengiriman data menuju pemadam kebakaran untuk mengantisipasi kebakaran yang lebih besar menggunakan NRF23L01 dan aplikasi telegram. Pengujian alat pendeteksi kebakaran berbasis Internet Of Thing ini bekerja sesuai dengan perancangan serta mampu mendeteksi asap dan api sebesar > 500ppm sehingga dapat mengirim data ke receiver dan menghidupkan sirene dan pompa untuk mencegah terjadinya kebakaran. Saat receiver menerima data adanya api atau asap yang terdeteksi di atas >500ppm maka receiver memberi sinyal kepada node mcu untuk mengirim pesan menuju telegram.

References

- [1] M. Misdram dan A. Sabilana, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis SMS Gateway Menggunakan Arduino," *Informatika Merdeka Pasuruan*, vol. 6, 2021.
- [2] T. H. Nurhadian dan M. Junaedi, "Prototype smart home dengan konsep IOT berbasis mikrokontroler," 2020.
- [3] I. Aulia dan M. Munasir, "Rancang Bangun Alat Deteksi Kebocoran Gas LPG serta Penanggulangan Kebakaran Menggunakan Sensor MQ2 dan Sensor Api Berbasis IoT," *Jurnal Fisika Unand*, vol. 11, no. 3, hlm. 306–312, Jul 2022, doi: 10.25077/jfu.11.3.306-312.2022.
- [4] A. Sudarta, F. Ferdiansyah, R. Richson Siahaan, dan M. Maruloh, "Rancang Bangun Pendeteksi Kebakaran Dan Monitoring Berbasis IoT Dengan Microcontroller NodeMCU," *BINA INSANI ICT JOURNAL*, vol. 9, no. 1, hlm. 22–32, 2022.
- [5] J. M. S. Waworundeng, "Desain Sistem Deteksi Asap dan Api Berbasis Sensor, Mikrokontroler dan IoT Design of Smoke and Flame Detection Systems Based on Sensors, Microcontrollers and IoT," *Cogito Smart Journal*, vol. 6, no. 1, 2020.
- [6] A. A. Dwi, C. Lumintang, E. P. Hidayat, R. Indarti, A. T. Nugraha, dan S. I. Yuniza, "Rancang Bangun Pendeteksi Kebakaran dini pada kapal ikan berbasis Iot dengan Komunikasi Lora," vol. 8, no. 1, 2023.
- [7] C. G. I. Raditya, P. A. S. Dharma, I. K. A. A. Putra, I. B. K. Sugirianta, dan I. B. I. Purnama, "Pendeteksi Kebocoran Gas dan Kebakaran Dini Menggunakan NodeMCU Berbasis Telegram," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 21, no. 1, hlm. 13, Jul 2022, doi: 10.24843/mite.2022.v21i01.p03.
- [8] N. Khesya, "Mengenal flowchart dan pseudocode dalam algoritma dan pemograman," *PMM FTIK UINSU*, 2021.

- [9] T. Hafzara Siregar, S. Permana Sutisna, G. Eka Pramono, dan M. Malik Ibrahim, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Iot Menggunakan Arduino," 2020. [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/ame/index>
- [10] I. Setyo, W. Muhammad, A. Firdaus, T. T. Laksana, P. Studi, dan T. Elektro, "Sistem Monitoring Ruang Server Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Komunikasi Wireless LoRa Ebyte E32," 2023.
- [11] E. Hutajulu, W. Banurea, C. Tri, dan S. Manik, "Pemanfaatan Jaringan Komunikasi Lora Berbasis Iot Dalam Sistem Deteksi Kebakaran Dini," *Jurnal Penelitian Politeknik Penerbangan Surabaya Edisi XLI*, vol. 8, no. 3, 2023.
- [12] H. Muchtar, I. Prasetyo, dan H. Isyanto, "Desain Pembuatan Alat Pemantauan Temperatur dan Kelembaban dengan Menggunakan Teknologi LoRa," *Resistor (Elektronika Kendali Telekomunikasi tenaga Listrik Komputer)*, vol. 5, no. 2, 2022.
- [13] zaaz Irfanianingrum, A. Rizal Chaidir, G. Aditya Rahardi, dan D. Wahyu Herdiyanto, "Sistem Pendeteksi Dini kebakaran hutan berbasis logika fuzzy dengan integrasi telegram," *Teknik elektro*, vol. 23, 2023, doi: 10.23917/emit.v22i2.22019.
- [14] E. Enny, "Optimalisasi Penggunaan Alat Praktikum Power Supply Switching dengan Menggunakan Topologi Half Bridge Konverter sebagai Alat Bantu Praktikum Elektronika Analog," *Metana*, vol. 12, no. 1, hlm. 1-8, 2018.
- [15] A. Shodiq, S. Baqaruzi, dan A. Muhtar, "Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Berbasis *Internet Of Things*," *ELECTRON: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 2, no. 1, hlm. 18-26, 2021, doi: 10.33019/electron.v2i1.2368.