

APLIKASI ANDROID UNTUK PENDETEKSI KEBAKARAN BERBASIS *INTERNET OF THINGS* MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER NODEMCU ESP8266

Aditya Chandra Wijaya^{1*}, Utomo Budiyanto², Noni Juliasari³, Safrina Amini⁴

^{1,2,3,4} Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

Email: ^{1*}aditya.chndrwjy@gmail.com, ²utomo.budiyanto@budiluhur.ac.id, ³noni.juliasari@budiluhur.ac.id,
⁴safrina.amini@budiluhur.ac.id
(* : corresponding author)

Abstrak-Kebakaran pada gedung-gedung seperti kompleks perumahan, pabrik, sekolah, dan perkantoran disebabkan oleh faktor-faktor yang tidak terduga seperti hubungan arus pendek yang disebabkan oleh kelalaian manusia. Kebakaran umumnya tidak dapat diprediksi dan hanya dapat dideteksi setelah api membesar atau menghasilkan asap dalam jumlah yang signifikan. Peralatan deteksi dan pemantauan diperlukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran. Komponen yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor MQ-2, dan sensor api yang berbasis aplikasi Android yang mendukung mekanisme pemantauan jarak jauh untuk mendeteksi secara dini api, gas, dan asap yang dapat memicu terjadinya kebakaran. Prototipe yang dibuat dari penelitian ini menggunakan komponen-komponen yang mudah ditemukan dan dirakit. Prototipe ini merupakan potensi pengganti PT. Asi Tama Energi membutuhkan aplikasi untuk alat pendeteksi dan pemadam kebakaran, serta pengawasan. Metode pengembangan yang digunakan adalah metode *prototyping*, yang telah dipilih untuk mensukseskan setiap tahapan proses. Penelitian ini menghasilkan produksi prototipe detektor api, asap, dan gas untuk pemantauan kebakaran, yang berjalan dengan baik. Hasil pengujian prototipe ini berjalan dengan baik dan memenuhi harapan. Prototipe dapat mendeteksi api, asap, dan gas dengan *buzzer* yang dapat berfungsi sebagai *alarm* langsung dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi Android.

Kata Kunci: Sistem *monitoring* kebakaran, Sensor MQ-2, *Flame Sensor*, NodeMCU ESP8266, Android, Internet of Things.

ANDROID APPLICATION FOR INTERNET OF THINGS BASED FIRE DETECTION USING NODEMCU ESP8266 MICROCONTROLLER

Abstract- Fires in buildings such as housing complexes, factories, schools and offices are caused by unexpected factors such as short-circuits caused by human delays. Fires are generally unpredictable and can only be detected once they have grown in size or have produced a significant amount of smoke. Detection and monitoring equipment is required to reduce the possibility of a fire occurring. In this study, the components used were the NodeMCU ESP8266 microcontroller, the MQ-2 sensor, and an Android application-based fire sensor to support remote monitoring mechanisms aimed at early detection of fire, gas and smoke that could trigger a fire. The prototype made from this research uses components that are easy to find and assemble. This prototype is a potential replacement for PT. Asi Tama Energi needs an application for fire detection and extinguishing equipment, as well as surveillance. The development method used is the *prototyping* method, which has been selected for the success of each stage of the process. This research resulted in the production of fire, smoke and gas detectors for fire monitoring, which went well. The results of this prototype test went well and met expectations. The prototype can detect fire, smoke and gas with a *buzzer* that can act as a live alarm and send notifications to Android applications.

Keywords: Fire monitoring system, MQ-2 Sensor, Flame Sensor, NodeMCU ESP8266, Android, Internet of Things.

1. PENDAHULUAN

Kebakaran pada bangunan baik itu rumah, pabrik, sekolah maupun perkantoran terkadang disebabkan oleh berbagai faktor mulai dari korsleting arus listrik hingga kelalaian manusia. Setiap bangunan memiliki potensi kebakaran, apalagi jika bangunan tersebut terdiri dari aset dengan bahan yang mudah terbakar. Kebakaran biasanya dapat diidentifikasi ketika apinya sudah besar dan ada banyak asap. Kebakaran dapat menimbulkan banyak korban jiwa dan kerusakan harta benda, mengganggu kegiatan operasional atau merusak lingkungan. Namun, begitu api membesar, memadamkannya sulit dan memakan waktu lama. Ini karena api hanya bisa diwaspadai saat api membesar. Cara yang efektif untuk mengatasi bahaya kebakaran adalah dengan mengetahui penyebab kebakaran sedini mungkin untuk menghindari dan memperkecil kemungkinan terjadinya bahaya kebakaran. Oleh karena itu, setiap bangunan harus menyediakan sarana dan prasarana untuk menghadapi risiko kebakaran.

Saat ini, untuk mencegah kebakaran, PT. Asi Tama Energi menyiapkan alat pemadam kebakaran untuk beberapa ruangan. Ada pengawasan video di dalam ruangan. *CCTV* dapat memantau kondisi ruangan 24/7, namun diperlukan pemantauan pribadi 24 jam. Hal ini menimbulkan masalah pada kebakaran karena tidak terkendali

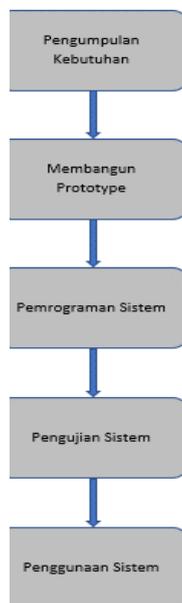
seungguhnya, kata PT. Asi Tama Energi, khususnya di tempat-tempat penyimpanan arsip-arsip berharga, membutuhkan alat yang dapat bekerja secara mandiri untuk memberikan informasi tentang gejala-gejala yang dapat memicu terjadinya kebakaran. Karena alat pendeteksi kebakaran tidak tersedia di gudang arsip PT. Asi Tama Energi saat ini bermasalah dengan keamanan dokumen dan barang berharga serta staf yang bekerja di ruangan tersebut. Ruang arsip di PT. Asi Tama Energi menyimpan barang-barang berharga dan dokumen perusahaan.

Adanya kondisi seperti tersebut diharapkan kondisi yang lebih baik yaitu mampu mempunyai alat pendeteksi api dan asap yang memanfaatkan jaringan *Wi-fi* dan Aplikasi Android untuk *monitoring* keadaan ruangan. Pada *prototype* alat ini menggunakan sensor *Flame Sensor* dan sensor MQ-2 yang bisa mendeteksi gas *LPG*, Asap, Propana, Hidrogen, Metana, dan Karbon Monoksida. *Prototype* ini juga menggunakan *buzzer* untuk memberikan alarm peringatan langsung dan juga memberi informasi ke Smartphone Android, serta terdapat juga *motor water pump* DC yang berguna untuk menyemprotkan air. Keseluruhan alat yang digunakan akan di proses oleh NodeMCU ESP8266 dengan kemampuan fungsi mikrokontroler dan koneksi internet *Wi-fi* yang mandiri dan sudah terintegrasi oleh *Database* sehingga dapat mengontrol dan *monitoring* jarak jauh melalui aplikasi.

Penelitian sebelumnya terkait dengan sistem *monitoring* dan detektor api, asap dan gas yang dapat menyebabkan kebakaran seperti: [1] Merancang sistem notifikasi kebakaran gedung dengan Raspbery Pi 3, *flame sensor*, dan sensor MQ-2 dengan notifikasi melalui aplikasi Telegram. [2] Membangun sistem pemantauan dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor api dan sensor MQ-2 dengan notifikasi yang dikirimkan melalui aplikasi LINE. [3] Pembuatan sistem *monitoring* dan deteksi kebakaran menggunakan metode logika fuzzy menggunakan NodeMCU sebagai pusat kendali, pendeteksi api, pendeteksi asap MQ-2 dan sensor DHT-22. [5] Pembuatan alat pendeteksi kebocoran tabung *LPG* dengan *SMS* gateway menggunakan metode *prototype*. Penelitian ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler, kemudian MQ-2 sebagai sensor pendeteksi aliran gas, dan modul SIM 800L v2 sebagai pengirim pesan teks untuk pengguna. METODE PENELITIAN

1.1 Metode *Prototype*

Metode yang digunakan pada sistem ini adalah metode *prototype*, metode ini dipilih agar setiap proses berjalan dengan baik. Pada setiap tahapan metode terdapat pada Gambar 1.

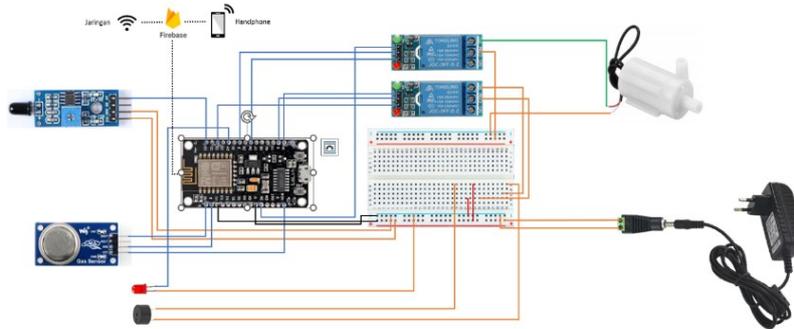


Gambar 1. Diagram Metode *Prototype*

Berikut adalah penjelasan dari langkah-langkah pembuatan prototipe seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.: (1) Pengumpulan Kebutuhan: Pada fase ini, identifikasi sistem dimulai dengan mengidentifikasi peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat sistem. (2) Membangun Prototipe: Setelah identifikasi selesai dan semua bahan yang dibutuhkan selesai, prototipe pertama dibuat untuk merancang dan mengelola *input* dan *output*. (3) Pemrograman Sistem: Pada fase ini dilakukan pemrograman *prototype* dan pemrograman aplikasi untuk membentuk sistem yang utuh. (4) Pengujian Sistem: Selanjutnya pada fase ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah diprogram untuk melihat operasi umum dari sistem yang diberikan. (5) Penggunaan Sistem: Ketika semua langkah yang ada selesai, sistem siap digunakan.

1.2 Rangkaian Prototype

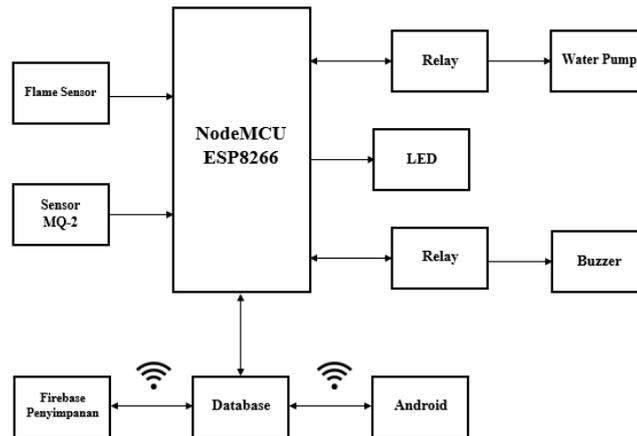
Rangkaian prototipe merupakan rangkaian yang mendeteksi api, asap, dan gas jika terjadi kebakaran. Saat mendeteksi kebakaran, ia mengirimkan notifikasi ke aplikasi yang dapat memantaunya secara *real time*. Beberapa prototipe sistem *alarm* kebakaran ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Prototipe

1.3 Diagram Blok

Dalam perancangan sistem pendeteksi api, asap, dan gas ini perlu dibuat diagram blok untuk melihat hubungan antara *controller*, modul sensor yang memberikan input ke NodeMCU dan mengeluarkan perintah ke modul output yang terhubung. Diagram blok berikut dapat dilihat pada Gambar 3.

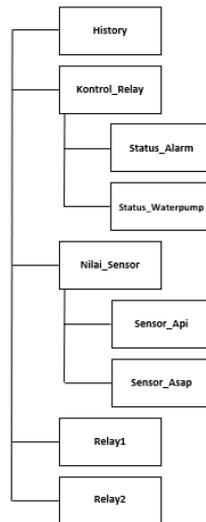


Gambar 3. Diagram Blok

Gambar 3. Sensor api dan sensor MQ-2 sebagai masukan untuk pendeteksian api, asap dan gas. Keluaran *LED*, *buzzer*, dan pompa air dihubungkan ke relai yang berfungsi sebagai saklar, sehingga *buzzer* dan pompa air dapat dihidupkan dan dimatikan secara otomatis dan dikendalikan oleh aplikasi Android. Kemudian *database* *Firebase* sebagai tempat penyimpanan data dari sensor dimana data tersebut ditampilkan pada aplikasi Android. Semua komponen terhubung ke NodeMCU untuk diproses sehingga dapat berfungsi sesuai keinginan. Android memantau status ruangan secara *real time* dan mengontrol alat alarm kebakaran.

1.4 Rancangan Basis Data

Dalam pembuatan sistem ini memiliki sebuah *database* yang berguna untuk menyimpan dan meneruskan data dari alat ke aplikasi mobile yang berbasis android. Database ini menggunakan database *firebase* maka rancangan database akan berbeda dari rancangan yang menggunakan *SQL* karena *firebase* merupakan database yang *NoSQL*. Rancangan basis data dapat dilihat pada gambar 4. Pada gambar 4. Ada beberapa *field* dan *field-field* tersebut mempunyai fungsinya masing-masing. *Field history* berfungsi untuk menampilkan history aktifitas sensor, pada *field status_alarm* mempunyai keterangan kondisi *alarm* aktif atau tidak, pada *field status_waterpump* mempunyai keterangan *water pump* aktif atau tidak, pada *field sensor api* berfungsi menampilkan nilai dari sensor api, pada *field sensor asap* berfungsi menampilkan nilai dari sensor asap, *field relay1* berfungsi mengaktifkan dan menonaktifkan *alarm*, pada *field relay2* berfungsi untuk meangktifkan dan menonaktifkan *water pump*.



Gambar 4. Rancangan Basis Data

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1 Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

Perancangan prototipe ini menggunakan beberapa komponen perangkat lunak, kebutuhan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat prototipe sistem pendeteksi api, asap, dan gas ini yaitu arduino ide, operasi sistem android, *software* android studio, basis data firebase, *drawio*, *mockflow*, dan *windows 11*. Semua perangkat lunak ini dikonfigurasi dengan semua perangkat keras yang ada dan berguna untuk menunjang semua komponen perangkat keras yang ada sehingga prototipe pendeteksi api, asap, dan gas ini dapat dibuat. Daftar komponen perangkat lunak yang digunakan beserta fungsinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perangkat Lunak Yang Digunakan

Nama Perangkat Lunak	Fungsi
<i>Arduino IDE</i>	Untuk memprogram alat
Android	OS pada <i>Smartphone</i>
Android Studio	Untuk membuat aplikasi
Firebase	Sebagai basis data dari aplikasi
<i>DrawIO</i>	Untuk membuat alur diagram
<i>Mockflow</i>	Untuk membuat kerangka aplikasi
<i>Windows 11</i>	OS pada Laptop

2.2 Analisa Kebutuhan Perangkat Keras

Perancangan prototipe ini menggunakan beberapa komponen perangkat keras, kebutuhan perangkat keras yang digunakan untuk membuat prototipe sistem pendeteksi api, asap, dan gas ini yaitu nodeMCU ESP8266, *breadboard mini*, sensor MQ-2, *flame sensor*, *mini buzzer*, *mini-LED*, *relay*, *mini water pump*, kabel *jumper*, adaptor 12V, laptop, dan *smartphone*. Semua perangkat keras ini dikonfigurasi, dihubungkan, dan mendapat *input* dari perangkat lunak yang ada. Daftar komponen perangkat keras yang digunakan beserta fungsinya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perangkat keras yang digunakan

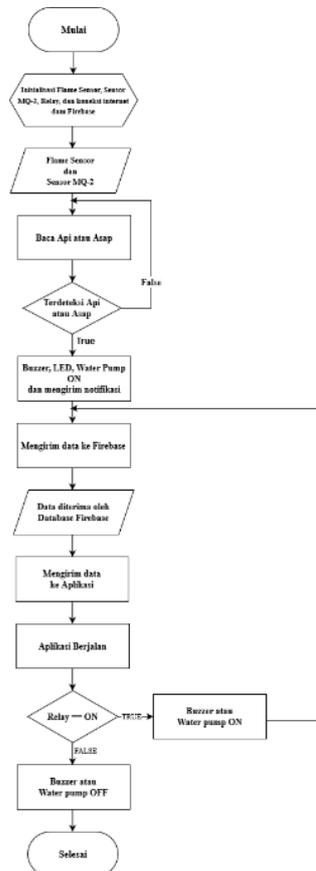
Nama Perangkat Keras	Fungsi
Mikrokontroler NodeMCU ESP8266	Untuk mengendalikan semua komponen yang digunakan agar dapat saling terhubung dan memproses data yang di input dan menghasilkan output
<i>Breadboard Mini</i>	Untuk menyatukan berbagai alat menjadi satu komponen
Sensor MQ-2	Digunakan untuk mendeteksi adanya asap dan gas
<i>Flame Sensor</i>	Digunakan untuk mendeteksi adanya api
<i>Mini Buzzer</i>	Digunakan untuk memberi tanda langsung berupa suara jika sensor mendeteksi pemicu terjadinya kebakaran

Nama Perangkat Keras	Fungsi
Mini LED	Digunakan untuk memberi tanda langsung berupa lampu yang menyala jika sensor mendeteksi pemicu terjadinya kebakaran
Relay 1 Chanel	Digunakan sebagai saklar
Mini Water Pump	Komponen yang mengeluarkan air jika sensor mendeteksi adanya api
Kabel Jumper Male-Male dan Female-Male	Digunakan sebagai penghubung antar tiap komponen di Breadboard
Kabel Serial (USB)	Digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan laptop
Adaptor 12V	Digunakan sebagai sumber daya
Jack DC Female	Digunakan sebagai penghubung adaptor
Laptop	Digunakan untuk memprogram alat dan aplikasi
Smartphone	Digunakan untuk mengunduh aplikasi <i>monitoring</i>

2.3 Flowchart Alat

Flowchart alat merupakan tentang alur proses pada rangkaian alat sistem pendeteksi api, asap, dan gas. Penjelasan dari flowchart pada gambar 5. adalah sebagai berikut:

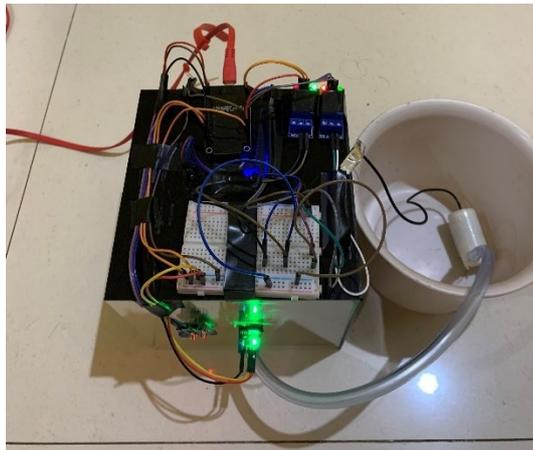
- Inisialisasi *flame sensor*, sensor MQ-2, *relay*, koneksi internet, dan *firebase*.
- Flame sensor* dan sensor MQ-2 membaca keberadaan api, asap, atau gas.
- Apabila sensor mendeteksi adanya api, asap, atau gas maka *LED*, *buzzer*, dan *water pump* akan aktif dan mengirim notifikasi ke aplikasi android.
- Selanjutnya alat akan mengirim data ke *firebase* dan aplikasi android mengambil data yang ada pada *firebase*.
- Jika aplikasi mengirimkan perintah *on* pada *buzzer* atau *water pump*, maka *buzzer* atau *water pump* aktif lalu mengirim data ke *firebase* dan akan diterima oleh mikrokontroler.
- Jika aplikasi mengirimkan perintah *off* pada *buzzer* atau *water pump*, maka *buzzer* atau *water pump* mati lalu mengirim data ke *firebase* dan akan diterima oleh mikrokontroler.
- Hasil dari pembacaan *flame sensor* dan sensor MQ-2 dikirim ke aplikasi secara *real time*.



Gambar 5. Flowchart Alat

2.4 Tampilan Alat

Pada tampilan alat ini adalah gambar alat yang sudah siap digunakan untuk mendeteksi api, asap, dan gas. Pada bagian atas terdapat komponen yang terdiri dari NodeMCU ESP8266, *breadboard*, *relay*, DC Female, dan adaptor 12V. Kemudian *flame sensor* dan sensor MQ-2 berada di dalam kotak. Lalu terdapat gayung sebagai wadah air dan terdapat *water pump* di dalamnya untuk memompa air. Kemudian ada *buzzer* yang mengarah ke dalam kotak sebagai peringatan berupa suara dan *LED* mengarah keluar dari kotak sebagai peringatan berupa lampu. Tampilan alat bisa dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Alat

2.5 Tampilan Layar

Ada beberapa tampilan layar pada aplikasi android seperti, tampilan layar halaman utama saat dalam kondisi *standby*, tampilan layar utama saat alat mendeteksi adanya api, asap, atau gas, dan tampilan layar *history*.

2.5.1 Tampilan Layar Halaman Utama

Tampilan layar utama adalah tampilan pada aplikasi android pada saat dalam keadaan normal dan tidak terdeteksi adanya api, asap, atau gas. Pada layar halaman utama ini terdapat kolom untuk menampilkan hasil dari nilai sensor-sensor dan terdapat tombol untuk mengaktifkan atau menonaktifkan *alarm* dan *water pump*, dan tombol *history* untuk melihat catatan dari aktifitas sensor. Tampilan layar halaman utama dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Layar Halaman Utama

2.5.2 Tampilan Layar *History*

Tampilan layar *history* adalah tampilan dari aktifitas alat pendeteksi api, asap, atau gas. Jika alat mendeteksi adanya api, asap, atau gas yang melebihi ambang batas maka akan tersimpan pada *history* dan ditampilkan dengan keterangan sesuai data yang terekam pada *database*. Tampilan layar *history* dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Layar *History*

2.6 Hasil Pengujian

Pada hasil pengujian ini adalah hasil dari pengujian *flame sensor* dan sensor MQ-2 yang mana *flame sensor* diuji dengan cara mendekatkan api dengan sensor dan pada sensor MQ-2 diuji dengan cara mendekatkan gas.

2.6.1 Hasil Pengujian *Flame Sensor*

Pada pengujian *flame sensor* ini menguji batas maksimal sensor bisa mendeteksi adanya api disekitarnya. Dapat disimpulkan bahwa *flame sensor* mendeteksi adanya api dengan jarak 1-150cm, data pada sensor menunjukkan 0 pada *serial monitor* dan *Alarm, LED*, dan *Water pump* aktif, sedangkan pada jarak lebih dari 150cm sensor menunjukkan nilai 1023 pada *serial monitor*. Status sensor akan berubah menjadi hidup ketika api terdeteksi pada jarak 1-150cm yang melebihi ambang batas atau *threshold* yaitu 500. Jika api belum melewati ambang batas atau *threshold* maka status sensor mati. Hasil pengujian *flame sensor* dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel Pengujian *Flame Sensor*

No	Jarak	Data Sensor	Status
1	1 – 10 cm	0	Hidup
2	10 – 20 cm	0	Hidup
3	20 – 30 cm	0	Hidup
4	30 – 40 cm	0	Hidup
5	40 – 50 cm	0	Hidup
6	50 - 60 cm	0	Hidup
7	60 – 70 cm	0	Hidup
8	70 – 80 cm	0	Hidup
9	80 – 90 cm	0	Hidup
10	90 – 100 cm	0	Hidup
11	100 – 110 cm	0	Hidup
12	110 – 120 cm	0	Hidup
13	120 – 130 cm	0	Hidup
14	130 – 140 cm	0	Hidup
15	140 – 150 cm	0	Hidup
16	>150	1023	Mati

2.6.2 Hasil Pengujian Sensor MQ-2

Pada pengujian sensor MQ-2 ini menguji batas maksimal sensor bisa mendeteksi adanya asap atau gas disekitarnya. Kesimpulan dapat diambil bahwa sensor MQ-2 mendeteksi adanya asap atau gas dengan jarak 1-

4cm, data pada sensor menunjukkan 137-379 pada serial monitor dan *Alarm, LED* aktif, sedangkan pada jarak lebih dari 5cm sensor menunjukkan nilai 649 pada *serial monitor*. Status sensor akan berubah menjadi hidup ketika asap atau gas terdeteksi pada jarak 1-5cm yang melebihi ambang batas atau *threshold* yaitu 500. Jika asap atau gas belum melewati ambang batas atau *threshold* maka status sensor mati. Hasil pengujian sensor MQ-2 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Tabel Pengujian Sensor MQ-2

No	Jarak	Data Sensor	Status
1	1 cm	137	Hidup
2	2 cm	187	Hidup
3	3 cm	240	Hidup
4	4 cm	379	Hidup
5	>5 cm	649	Mati

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian alat pendeteksi api, asap, dan gas berbasis NodeMCU ESP8266 dengan aplikasi android sebagai *monitoring*, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa prototipe sistem pendeteksi api, asap, dan gas dengan aplikasi android sebagai *monitoring* berhasil dibuat menggunakan NodeMCU ESP8266 dengan menggunakan beberapa modul sensor dan aplikasi android yang dibuat dengan bahasa pemrograman java.

Sensor-sensor berhasil mendeteksi adanya api, asap, dan gas dengan jarak tertentu. Saat sensor mendeteksi adanya api, asap, atau gas maka *alarm, LED*, dan *water pump* akan otomatis aktif dan juga terdapat notifikasi yang dikirim ke aplikasi android.

Mikrokontroler berhasil mengirim data secara *realtime* ke *smartphone* dengan cara menghubungkan NodeMCU ESP8266 dengan aplikasi android melalui *database* firebase.

Sistem ini dapat dipantau dan dikontrol dari jarak jauh melalui aplikasi android selama alat dan aplikasi terhubung dengan internet dan dengan adanya sistem ini, maka dapat meminimalisir resiko terjadinya kebakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hadisantoso, F. Siswoyo, "Sistem Notifikasi Kebakaran Gedung Menggunakan Telegram", *ELEKTRA*, vol. 4, pp. 20-28, 2019.
- [2] Mochamad Fajar Wicaksono and Mirna D. Rahmatya, "IoT for Residential Monitoring Using ESP8266 and ESP-NOW Protocol", *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, vol. 8, pp. 93-106, 2022.
- [3] Eva Aisah H, Rohmatulloh, S. Hadiyoso, and D. N. Ramadan, "Sistem Pemantauan dan Pendeteksi Kebakaran Berbasis Logika Fuzzy dan Real-time Database", *ELKOMIKA: Jurnal Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi dan Teknik Elektronika*, vol. 9, pp. 557-591, 2021.
- [4] Sutan H. Siregar and Rolly Y. Sahren, "Sistem Keamanan Otomatis Di Kantor Bhayangkara Indah Dar Pencurian, Kebocoran Gas, Dan Api Serta Kebanjiran Berbasis Arduino Nano", *Jurnal Teknik Informatika (JUTIF)*, vol. 3, pp. 689-692, 2022.
- [5] D. Nurnaningsih, "Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg Melalui Sms Gateway Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino Uno", *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 11, pp. 121-126, 2018.
- [6] Wira A. Winata, K. Anam, and Ali R. Chaidir, "Robot Beroda Pendeteksi Gas Karbon Monoksida dan Metana Berbasis IoT Menggunakan Metode Finite State Machine dan Fuzzy Logic", *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 18, pp. 20-27, 2022.
- [7] Saiful A. Muhammad and Haryono, "Design of Pond Water Temperature Monitoring Built Using NodeMCU ESP8266", *Sinkron: Jurnal Penelitian Teknik Informatika*, vol. 7, pp. 579-585, 2022.
- [8] Eka F. Prasetyo and D. Setiyadi, "Sistem Pendeteksi Ancaman Keamanan Rumah Dengan Menggunakan Telegram Berbasis Internet of Things", *Jurnal ICT: Information Communication & Technology*, vol. 20, pp. 127-132, 2021.
- [9] Revy M. Yusuf and Ari Purno Wahyu W, "Internet of Things-Based gas leak detection with Alerts Via SMS and Blynk App", *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, vol. 7, pp. 811-816, 2022.
- [10] Erwin Surya and Yuli K. Ningsih, "Smart Monitoring System Using Raspberry-Pi and Smartphone", *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi dan Teknik Elektronika*, vol. 7, pp. 72-84, 2018.