

# Rancangan Sistem Pemantau Kebocoran Gas dan Api Berbasis Internet of Things Menggunakan MQ-2 dan Flame Sensor Module

Arinda Hana Syafira <sup>1)</sup>, Rizky Pradana <sup>2)</sup>, Agnes Aryasanti <sup>3)</sup>, Ahmad Pudoli <sup>4)</sup>

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur

Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12260

E- mail: 1711500429@student.budiluhur.ac.id <sup>1)</sup>, rizky.pradana@budiluhur.ac.id <sup>2)</sup>, agnes.aryasanti@budiluhur.ac.id <sup>3)</sup>, ahmad.pudoli@budiluhur.ac.id <sup>4)</sup>

**Abstrak** — Pesatnya perkembangan ilmu teknologi informasi telah memberikan manfaat bagi manusia. Teknologi informasi memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas. Dapur adalah tempat untuk memasak dan menyajikan makanan. Jika keamanan di dapur tidak dapat terpenuhi dengan baik akan menimbulkan masalah yang fatal. Masalah yang sering terjadi di dapur adalah kebakaran yang diakibatkan tabung gas yang bocor. Kebakaran dari ledakan LPG dapat disebabkan oleh kelalaian manusia, kebocoran gas, serta adanya percikan api yang tidak diketahui. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibuatlah sistem pemantau kebocoran gas dan api berbasis Mobile menggunakan sensor MQ-2 dan Flame Module dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 menggunakan metode Threshold yang bertujuan untuk memonitoring kadar gas dan api agar tidak terjadi kebakaran. Hasil dari penelitian ini adalah penggunaan aplikasi monitoring dapat membantu seseorang untuk memantau kondisi dari sensor gas maupun sensor api agar dapat mencegah kebakaran lebih awal serta presentase keberhasilan dari keseluruhan sistem adalah 99%.

**Kata kunci:** LPG , Mobile, Threshold, Monitoring

*Abstract* — *The rapid development of information technology science has provided benefits for humans. Information technology makes it easier for humans to carry out activities. The kitchen is a place to cook and serve food. If security in the kitchen can not be met properly, it will cause fatal problems. The problem that often occurs in the kitchen is a fire caused by a leaking gas cylinder. Fires from LPG explosions can be caused by human negligence, gas leaks, and the presence of unknown sparks. Based on these problems, a mobile-based gas leak and fire monitoring system was made using the MQ-2 sensor and Flame Module*

*with the NodeMCU ESP8266 microcontroller using the Threshold method which aims to monitor gas and fire levels so that a fire does not occur. The results of this study are the use of monitoring applications can help someone to unify the condition of the gas sensor and fire sensor in order to prevent fires early and bring the overall success of the system to 99%*

**Keyword :** LPG , Mobile, Threshold, Monitoring

## I. PENDAHULUAN

Berkembangnya ilmu pengetahuan teknologi informasi yang pesat saat ini telah memberikan banyak manfaat pada masyarakat umum. Dengan adanya teknologi informasi akan mempermudah manusia dalam melakukan segala hal. Salah satu contoh dari berkembangnya teknologi informasi adalah munculnya Internet of Things (IoT). Internet of Things atau yang lebih sering dikenal sebagai IoT merupakan gagasan semua benda di dunia nyata saling terhubung satu dengan yang lain menggunakan jaringan internet untuk berkomunikasi sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu [1]. Dengan adanya Internet of Things dapat mempermudah kegiatan sehari-hari, salah satu penerapan IoT di dapur.

Keamanan di dalam dapur merupakan suatu hal yang sangat penting, karena dapur merupakan tempat untuk memasak dan menyajikan makanan. Jika keamanan didalam dapur tidak dapat terpenuhi dengan baik, akan menimbulkan masalah yang sangat fatal. Salah satu masalah fatal yang sering terjadi didapur adalah kebakaran yang diakibat oleh bocornya tabung gas. LPG (Liquified Petroleum Gas) adalah gas propane atau butane, yang mempunyai sifat mudah terbakar atau flammable, LPG merupakan gas yang tidak berbau, dan berasal dari penyulingan crude oil atau natural gas dari perut bumi, atas tujuan keselamatan maka ditambahkan zat

ethanethiol sebagai indikator bau [2]. Dari sifatnya yang mudah terbakar akan menimbulkan dampak negatif terhadap manusia dan lingkungan sekitar. Kebakaran dari ledakan LPG dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti kelalaian manusia, terjadi kebocoran gas yang tidak diketahui, kesalahan dalam pemasangan alat serta kondisi alat yang tidak layak pakai.

Berikut ini beberapa penelitian terkait sistem pendeteksi kebocoran gas, Sarmidi[3], merancang sistem menggunakan arduino uno dan Sensor MQ-2. Sistem pendeteksi kebocoran gas ini telah direalisasikan di dapur dan membantu mendeteksi tabung gas LPG yang bocor. Faqih [2], membuat sistem pendeteksi menggunakan sensor MQ-2, Mikrokontroler ESP8266 dan menerapkan teknologi Internet of Thing. Hasil pengujian didapatkan dalam waktu 10 menit sistem berhasil mendeteksi kebocoran pada kandungan gas LPG 25.89 – 567.78 dan melaporkan secara terus-menerus dengan interval 1 menit. Priyambodo[4], alat yang dirancang menggunakan NodeMCU, sensor MQ-2, Liquid Crystal Display (LCD), setelah dilakukan pengujian, perangkat bekerja dengan baik dan dapat menampilkan informasi pada layar LCD maupun aplikasi android di smartphone. Hutagalung[5], perangkat yang dirancang menggunakan sensor MQ2 berbasis mikrokontroler ATmega328 dan flame detektor. Hasil pengujian, kebocoran gas dapat dideteksi, dan informasi ditampilkan kelayar LCD. Flame detector dapat mendeteksi api apabila muncul percikan api dan water pump akan menyemprotkan air ke api. Mulyati[6], menggunakan Arduino nano, Sensor gas (MQ-2), RFID, LCD 16x2 dan i2c, Buzzer, dan modul SIM800L pada rancangan alat pendeteksi kebocoran gas. Hasil pengujian, alat ini bekerja tepat dan dapat mendeteksi gas Bocor pada kadar mulai 52%. Hakim[7], merancang detektor kebocoran gas menggunakan algoritma fuzzy logic mandani, SMS dan Buzzer. Berdasarkan 10 pengujian, indikasi kebocoran gas dapat dideteksi pada konsentrasi gas rata-rata 456 ppm dan indikasi api merah 23,30, SMS dikirim detektor kepada pemilik rumah dan pemadam kebakaran. Selain beberapa penelitian di atas, Kusnandar[8], merancang alat pendeteksi kebakaran menggunakan sensor api flame sensor, sensor gas MQ2, dan sensor suhu DHT11. Setelah diuji, berdasarkan informasi dari sensor api dan gas, kebakaran dapat dideteksi oleh sistem dan buzzer diaktifkan sebagai indikator terjadi kebakaran.

Pada penelitian ini menggunakan ESP 8266 MOD V3 Module NodeMCU sebagai mikrokontroler serta menggunakan metode Threshold dalam penentuan ambang batasnya. Sistem ini juga menggunakan sensor kadar uap gas (MQ-2), sensor api (Flame Sensor Module), dan beberapa tambahan alat pembantu seperti lampu led dan alarm (Buzzer). Detector kadar uap gas dan detektor api akan aktif apabila kandungan gas dan api melebihi batas maksimal dari sensor. Jika detektor

api mendeteksi adanya api disekitar sensor maka secara otomatis water pump akan mengeluarkan air ke arah adanya api sehingga dapat meminimalisir api untuk tidak dengan cepat menyebar. Sistem pendeteksi kebocoran gas dan api akan sangat bermanfaat untuk diterapkan pada rumah makan ataupun restoran karena akan meminimalisir kejadian yang disebabkan oleh kebocoran gas serta api.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### II.1. Tahap Perancangan

#### II.1.1. Metode Threshold

Pada penelitian ini, metode threshold diterapkan untuk menentukan nilai ambang batas dari sensor MQ-2 (sensor gas) yang bertujuan untuk mendeteksi apakah terjadi suatu kebocoran terhadap gas. Nilai threshold dapat ditetapkan dengan menentukan nilai maksimum dan menentukan nilai minimum dari data yang ada. Kemudian nilai yang telah ditetapkan tersebut akan dimasukkan kedalam persamaan di bawah ini:

$$T = \frac{fMax + fMin}{2} \quad (3.1)$$

#### II.1.2. Metode Pengembangan Sistem

Berikut ini tahapan pengembangan sistem:

- Pengumpulan dan menganalisa informasi

Penulis mengumpulkan informasi yang dibutuhkan apa saja terkait dengan kebocoran pada gas serta pendeteksian pada api.

- Merancang interface

Penulis membuat desain terhadap tampilan aplikasi serta rancangan terhadap rangkaian alat.

- Mengembangkan interface

Pada tahap ini, Penulis mengembangkan rancangan tersebut menjadi aplikasi dan alat yang dapat digunakan pengguna sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan.

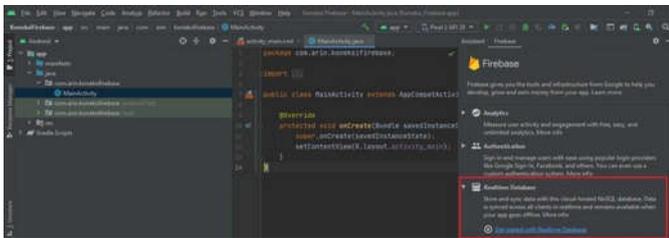
- Melakukan testing pada interface

Tahap selanjutnya, penulis melakukan pengujian untuk melihat apakah aplikasi dan alat sudah sesuai dengan apa yang dibutuhkan dan sudah berjalan sesuai dengan fungsinya.

**II.1.3. Rancangan Sistem**

Berikut ini tahapan dari rancangan sistem :

- Instalasi Port Mikrokontroler NodeMCU
- Instalasi Board Manager ESP8266
- Konfigurasi Library ESP8266 dengan Link
- Instalasi Firebase
- Konfigurasi Library Firebase
- Konfigurasi Sistem
- Menghubungkan Firebase ke Arduino IDE
- Menghubungkan Firebase dengan Android Studio



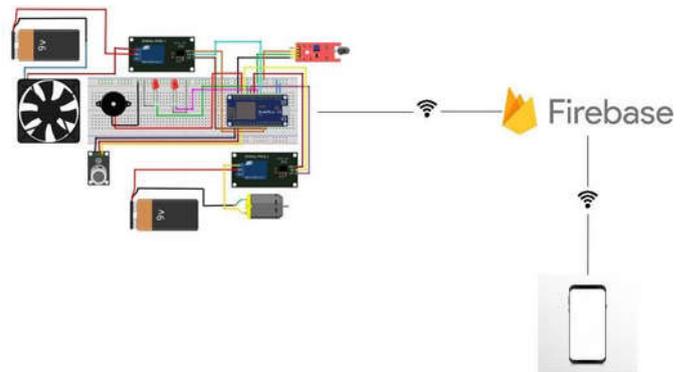
Gambar 1. Inisialisasi Firebase Host & Authorization

**II.1.4. Rancangan Alat**

Dalam pembuatan sistem pendeteksi kebocoran gas dan pendeteksi api, penelitian ini membutuhkan alat dalam pembuatan rancangan. Rancangan ini meliputi:

- Merangkai modul yang dihubungkan ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sehingga NodeMCU dapat mengolah data dan melakukan perintah dari modul sensor yang ada.
- Merancang alat pada sensor MQ- 2 atau sensor pendeteksi gas. Modul MQ-2 memiliki 4 (empat) buah pin yang terdiri dari VCC, GND, AO, dan DO. Pin tersebut dihubungkan ke NodeMCU menggunakan kabel jumper.
- Merangkai alat pada flame module atau sensor pendeteksi api. Pada flame module memiliki 4 (empat) pin yang terdiri dari AO, DO, GND, dan VCC. Pin tersebut dihubungkan ke NodeMCU menggunakan kabel jumper.
- Merancang alat dari buzzer yang dihubungkan ke NodeMCU. Buzzer memiliki 2 (dua) buah pin yaitu pin positif dan pin negatif. Dimana pin tersebut akan dihubungkan dengan NodeMCU, Pin positif pada buzzer dihubungkan dengan pin D2 pada NodeMCU dan Pin negatif pada buzzer dihubungkan dengan pin GND pada NodeMCU.

- Merancang alat dari LED yang akan dihubungkan pada NodeMCU. LED memiliki 2 (dua) buah pin yang terdiri dari pin negatif dan pin positif yang lebih panjang. LED yang digunakan ada 2 (dua) dengan fungsi LED 1 untuk menandakan adanya api dan LED 2 untuk menandakan adanya kebocoran gas.
- Merancang alat pada relay dan water pump DC 12v yang akan dihubungkan pada NodeMCU. Relay 1 channel memiliki 3 (tiga) pin yang terdiri dari VCC, GND, dan IN, kemudian Pin tersebut dihubungkan pada NodeMCU.
- Merancang alat pada relay dan kipas DC 12V yang dihubungkan dengan NodeMCU. Relay 1 channel memiliki 3 (tiga) pin yang terdiri dari VCC, GND, dan IN. Pin tersebut dihubungkan dengan NodeMCU
- Setelah sensor dan modul alat dirakit secara keseluruhan dan telah terkoneksi, maka dilakukan pengecekan ulang agar semua rangkaian terkoneksi dengan baik serta tidak terjadi kesalahan dalam pemasangan. Gambar 2 merupakan rancangan sistem secara keseluruhan.



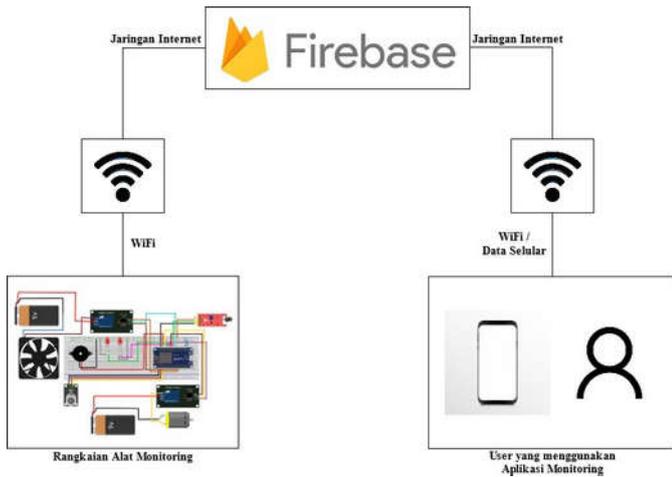
Gambar 2. Rancangan Keseluruhan Sistem

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**III.1. Lingkungan Percobaan**

Merupakan rangkaian keseluruhan alat yang terhubung dengan WiFi melalui NodeMCU kemudian nilai atau data sensor yang ada dihubungkan kepada Firebase. Firebase akan mengirimkan nilai atau data sensor ke aplikasi monitoring yang digunakan pengguna.

Aplikasi monitoring terhubung pada Wifi atau data selular. Alat yang digunakan untuk pembuatan perintah yaitu software Arduino IDE versi 1.8.13, Node MCU Esp8266, Sensor MQ - 2, Flame Module, Relay 1 Channel, Pompa DC 12v Brushless, Led Lamp, Buzzer, Kipas Mini DC 12V, Kabel Jumper, Baterai 9V, serta Breadboard.



Gambar 3. Deployment Diagram

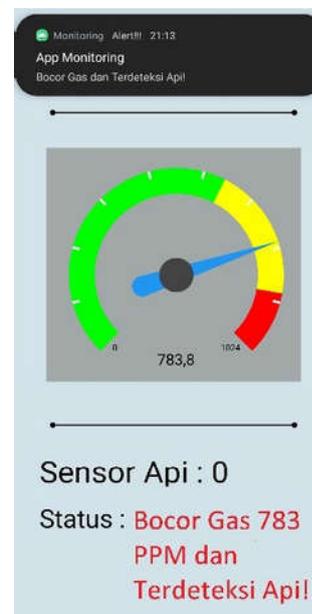
### III.2. Implementasi Metode

Nilai minimum yang akan diambil adalah 197 dan nilai maksimum 1024, nilai tersebut dimasukkan ke dalam persamaan dan didapatkan nilai Threshold pada sensor MQ-2 adalah 610. Dapat disimpulkan bahwa intensitas kadar gas dengan kategori tidak terjadi kebocoran gas adalah range 0 – 609 serta kategori adanya kebocoran gas adalah range 610 – 1024, dimana 1024 merupakan nilai maksimal dari pembacaan sensor gas. Dalam sensor api tidak diterapkan metode Threshold, dikarenakan nilai dari sensor api memiliki digital output berupa keluaran angka Boolean yaitu 0 dan 1 yang memiliki arti ada dan tidak adanya api. Dalam controlling kipas tidak diterapkan metode Threshold, dikarenakan nilai output dari kipas berupa keluaran angka Boolean yaitu 0 dan 1 yang memiliki arti hidup dan tidak hidup.

### III.3. Pengujian Alat

- Pengujian Menggunakan Aplikasi Android
- Pengujian alat ini dilakukan dengan menampilkan nilai sensor MQ - 2 dan api pada aplikasi android. Nilai sensor MQ – 2 akan ditampilkan dengan bentuk speedometer dan nilai sensor api akan ditampilkan dalam bentuk text.
- Pengujian Sensor MQ – 2
- Pengujian yang dilakukan pada sensor MQ – 2 adalah memberikan gas disekitar sensor untuk mengetahui apakah sensor MQ – 2 dapat membaca nilai sensor dengan baik, sehingga dapat mendeteksi terjadi kebocoran gas atau tidak terjadi kebocoran gas.
- Pengujian pada sensor Api (flame module)

- Pengujian ini dilakukan dengan menyalakan api disekitar sensor untuk mengetahui bahwa sensor dapat mendeteksi adanya api atau tidak ada api disekitarnya. Lampu LED berwarna kuning akan menyala apabila sensor flame module mendeteksi adanya api dan buzzer akan menyala sebagai peringatan bahwa telah terdeteksi api.
- Pengujian Sensor MQ-2 dan Flame Module
- Pada pengujian ini, sensor MQ – 2 dan sensor flame module akan diuji secara bersamaan untuk mengetahui apakah kedua sensor tersebut dapat berjalan dengan baik apabila kebocoran gas dan adanya api terjadi bersamaan. Lampu LED merah dan kuning akan menyala bersamaan apabila sensor MQ – 2 dan sensor flame module mendeteksi kebocoran gas dan api secara bersamaan kemudian buzzer akan berbunyi untuk memberi peringatan bahwa telah terjadi kebocoran gas dan terdeteksi api.
- Pengujian Terhadap Controlling Kipas
- Pada pengujian ini, kipas akan dikontrol secara manual melalui aplikasi Android



Gambar 4. Tampilan Aplikasi Android Saat Pengujian Sensor Flame Module

### III.4. Hasil Pengujian

- Hasil Pengujian Terhadap Sensor MQ – 2 dan Flame Module
- Pada tahap ini, penulis melakukan beberapa kali pengujian terhadap sensor MQ – 2 dan flame module

untuk melihat apakah sensor dapat berfungsi dengan baik.

Hasil dari pengujian yang telah dilakukan, apabila intensitas pada gas semakin tinggi atau melebihi ambang batas yang telah ditentukan maka led dan buzzer akan menyala untuk memberikan peringatan.

Jika flame module mendeteksi adanya api disekitar sensor maka led, buzzer akan menyala untuk memberikan peringatan serta water pump akan otomatis menyala untuk memadamkan api yang terdeteksi. Keberhasilan alat yang sudah dilakukan pengujian memberikan presentasi 100% dengan 15 kali percobaan yang telah dilakukan. Jarak juga menentukan keberhasilan dari pengujian, semakin dekat jarak pengujian yang dilakukan semakin cepat juga sensor mengirim sinyal kepada pengguna.

- Pengujian Kontrol Kipas

Pada tabel 3 merupakan hasil dari pengujian yang dilakukan penulis pada controlling kipas.

Tabel 1. Pengujian Kontrol Kipas

No	Nilai Kipas	Delay	Keterangan
1	0	3.5	Nyala
2	1	3	Mati

Berdasarkan tabel 1, dapat disimpulkan bahwa controlling kipas dapat berjalan dengan baik. Delay yang ada pada kipas merupakan delay yang sudah diatur di dalam program

- Tabel Pengujian Jarak Pada Sensor MQ – 2

Pada tabel 2 merupakan hasil dari pengujian jarak pada sensor MQ – 2 .

Tabel 2. Pengujian Jarak Sensor MQ – 2

No	Jarak (cm)	Data Sensor	Keterangan
1	2	780	Sensor Hidup
2	5	405	Sensor Hidup
3	8	350	Sensor Hidup
4	11	269	Sensor Hidup
5	> 15	148	Sensor Mati

Pada pe'ngujian di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar intensitas kadar gas yang berada didekat sensor MQ – 2 maka sensor akan membaca dengan sangat baik. Apabila kebocoran berada jauh dari sensor MQ – 2 maka akan semakin lama sensor untuk membaca kebocoran tersebut.

- Tabel Pengujian Jarak Pada Sensor Flame Module

Pada tabel 3 merupakan hasil dari pengujian jarak pada sensor oleh penulis untuk mengetahui sensitifitas pada sensor.

Tabel 3. Pengujian Jarak Flame Module

No	Jarak (cm)	Data Sensor	Keterangan
1	2	0	Sensor Hidup
2	5	0	Sensor Hidup
3	8	0	Sensor Hidup
4	11	0	Sensor Hidup
5	> 30	1	Sensor Mati

Pada pengujian di atas dapat disimpulkan semakin dekat api pada flame module maka akan semakin baik sensor mendeteksi api tersebut.

Besarnya api juga berpengaruh terhadap pembacaan nilai oleh sensor, semakin besar api makan semakin cepat juga flame module membaca api tersebut.

- Pengujian Black Box

Pengujian black box dibagi menjadi 2 tahapan yaitu pengujian terhadap alat dan pengujian terhadap aplikasi. Untuk pengujian terhadap aplikasi diawali dengan instalasi aplikasi pada smartphone kemudian, penulis melakukan pengujian secara black box. Jumlah keseluruhan presentase adalah 590 dan total percobaan adalah 6. Maka hasil tersebut akan dimasukkan ke dalam persamaan  $(590/6) \times 100\% = 98\%$ . Kesimpulan yang didapat adalah presentase keberhasilan uji coba black box terhadap aplikasi mobil adalah 98%.

Pengujian kedua dilakukan terhadap alat pendeteksi kebocoran gas dan api. Untuk mengetahui apakah sensor yang terdapat pada alat dapat berjalan sesuai dengan fungsinya. Kesimpulan yang didapat adalah presentase keberhasilan terhadap alat monitoring adalah 100%. Presentase aplikasi monitoring adalah 98% dan presentase dari alat monitoring adalah 100%. Nilai tersebut akan dimasukkan ke dalam persamaan menjadi  $(98\% + 100\%)/2 = 99\%$ . Dapat disimpulkan presentase keberhasilan seluruh sistem yaitu 99%. Kesimpulan dari kedua tahap pengujian tersebut tidak ditemukan error pada aplikasi maupun alat. Namun, terdapat delay beberapa detik saat menampilkan nilai sensor monitoring pada aplikasi.

- Analisa Penjabaran Pengujian

Pada Analisa penjabaran pengujian akan dijelaskan mengenai hasil output dari setiap alat yang digunakan. Berikut merupakan analisa pengujian:

Tabel 4. Analisa Penjabaran Pengujian

Alat yang digunakan	Hasil akhir yang didapatkan
NodeMCU ESP8266	NodeMCU akan mengirimkan data dari sensor serta akan mengontrol relay
Sensor MQ – 2	MQ – 2 membaca nilai kadar gas
Flame Module	Flame Module mendeteksi ada atau tidaknya api disekitar sensor
Kipas DC 12v	Kipas DC 12v akan menunggu perintah dari relay untuk melakukan aksinya
Relay	Relay akan menyambungkan dan mematikan aliran listrik kepada Kipas DC 12v
Water Pump	Water Pump akan mengalirkan air apa bila flame module mendeteksi ada nya api
Buzzer	Buzzer akan mengeluarkan suara yang berfungsi sebagai peringatan apabila ada kondisi yang berbahaya
LED	LED akan mengeluarkan cahaya yang berfungsi sebagai peringatan apabila ada kondisi yang berbahaya

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### IV.1. Kesimpulan

- Pengguna dapat mengetahui terjadi kebocoran pada gas dan api melalui aplikasi monitoring. Apabila terdeteksi kebocoran dan terdeteksi api, aplikasi monitoring akan mengirimkan pemberitahuan kepada pengguna.
- Prototype sistem monitoring kebocoran gas dan api berbasis Internet of Things untuk mengetahui kebocoran gas dan adanya api dengan jarak jauh menggunakan aplikasi android berhasil.
- Sensor MQ – 2 akan mendeteksi kebocoran terhadap gas apabila intensitas dari gas tinggi atau melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Jarak terjadinya kebocoran juga akan mempengaruhi dalam pembacaan sensor. Semakin jauh letak kebocoran dari sensor, maka semakin lama juga sensor akan membaca kebocoran tersebut.
- Sensor Flame Module akan mendeteksi adanya api atau tidak apabila terdapat api disekitar sensor. Besarnya api juga akan mempengaruhi dalam

pembacaan sensor. Semakin besar api yang ada maka semakin cepat sensor membaca api tersebut.

- Hasil pengujian terhadap keseluruhan alat memiliki presentasi keberhasilan 100%. Hasil pengujian terhadap aplikasi monitoring memiliki presentasi keberhasilan 98%, dikarenakan adanya delay saat mengirimkan nilai monitoring pada sensor.

##### IV.2. Saran

Diharapkan agar dapat menambahkan beberapa fitur controlling pada alat agar tidak terbatas pada controlling kipas saja

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," J. Ilm. Ilmu Komput., vol. 4, no. 1, pp. 19–26, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i1.48.
- [2] Faqih Rifa Aulia, "Sistem Pendeteksi Dan Monitoring Kebocoran Gas (Liquefied Petroleum Gas) Berbasis Internet of Things," JISKA, vol. 1, no. 1, pp. 5–13, 2016.
- [3] Sarmidi and R. Akhmad Fauzi, "Pendeteksi Kebocoran Gas Menggunakan Sensor Mq-2 Berbasis Arduino Uno," Manaj. Dan Tek. Inform., vol. 03, no. 01, pp. 51–60, 2019.
- [4] S. Priyambodo and J. A. Sinaga, "PURWAPUPA ALAT PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG BERBASIS IOT ( Internet of Things ) DENGAN INDIKATOR MONITOR JARAK JAUH BERBASIS PLATFORM NodeMCU," Rapi Xviii, pp. 356–363, 2019.
- [5] D. D. Hutagalung, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas dan Api dengan Menggunakan Sensor MQ2 dan Flame Detector," J. Rekayasa Inf., vol. 7, no. 2, p. 11, 2018, [Online]. Available: <https://ejournal.istn.ac.id/index.php/rekayasainformasi/article/download/279/233/>.
- [6] S. Mluyati and S. Sadi, "INTERNET OF THINGS (IoT) PADA PROTOTYPE PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS MQ-2 dan SIM800L," J. Tek., vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.31000/jt.v7i2.1358.
- [7] L. Hakim and V. Yonatan, "Deteksi Kebocoran Gas LPG menggunakan Detektor Arduino dengan algoritma Fuzzy Logic Mandani," J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi), vol. 1, no. 2, pp. 114–121, 2017, doi: 10.29207/resti.v1i2.35.
- [8] Kusnandar and N. K. H. D. D. A. Pratika, "Rancang Bangun Prototipe Pendeteksi Kebakaran Menggunakan

Konsep Internet-of-Things,” J. Tek. Media Pengemb. Ilmu dan Apl. Tek., vol. 18, no. 01, pp. 1412–8810, 2019.