

## PERANCANGAN ALAT SENSOR PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG DAN API DENGAN MENGGUNAKAN MQ-2 DAN FLAME SESNSOR

Ferda Denaya A. P<sup>1(\*)</sup>, R. Tommy Gumelar<sup>2</sup>, Shevti Arbekti Arman<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Institut Teknologi dan Bisnis Ahmad Dahlan, Jakarta

### **Abstract**

LPG gas leaks can become a serious threat to human safety and health, especially if they are not detected quickly and accurately in the main control system for this LPG gas leak detection system and even if the worst possibilities occur, such as a spark which could result in a light fire. This research uses the Prototype method. Another goal is to minimize the risk of accidents when using LPG gas stoves, and reduce the risk of damage and material losses arising from gas leaks and fires caused by LPG gas stoves. Design and manufacture of hardware and software by developing the MQ-2 sensor detection algorithm which is used to detect gas leaks and Flame sensors for fire detection. Testing is carried out by simulating various test scenarios from the use of gas sensors and fire sensors. The test results show that this system is capable of detecting detected gas and fire. Tests are carried out alternately between gas sensors and fire sensors. The output on the system is in the form of SMS notifications, Buzzer and LED lights. SMS notification using SIM800L. When a fire is detected, there will be an SMS notification "API DETECTED!!!", the buzzer will sound and the red LED will light up. When gas is detected, there will be an SMS notification "GAS DETECTED!!!!" and the yellow LED will light up, the maximum limit if gas is detected is 10cm and the maximum limit if fire is detected is 30 cm. In conclusion, the tool is made using the Arduino Nano microcontroller, by making a cable design on the PCB board, after which the soldering process or connecting the modules is carried out.

**Kata Kunci:** Arduino nano, MQ2, flame sensor and SIM800L

Juli – Desember 2023, Vol 4 (2): hlm 67-78  
©2023 Institut Teknologi dan Bisnis Ahmad Dahlan.  
All rights reserved.

(\*) Korespondensi: [ferdadena78@gmail.com](mailto:ferdadena78@gmail.com) (Ferda Denaya A. P)

## PENDAHULUAN

Kebocoran gas LPG merupakan ancaman serius bagi keselamatan dan kesehatan manusia serta properti. Dapur menjadi salah satu tempat yang paling dikhawatirkan oleh setiap masyarakat dikarenakan potensi kebakaran terbesar di dalam rumah itu terletak pada dapur, sumber api yang sering mengakibatkan kebakaran di dalam dapur adalah kompor dan gas (Aulia, 2020). Berbagai faktor, seperti kelalaian dalam penggunaan kompor gas dan lambatnya penanganan saat terjadi kebocoran, dapat memicu kejadian berbahaya. Oleh karena itu, penting untuk memiliki sistem deteksi kebocoran gas yang dapat bekerja dengan cepat, akurat, dan efektif guna mencegah insiden yang merugikan.

Meskipun berbagai teknologi pendeteksi kebocoran gas LPG telah tersedia, masih banyak masyarakat yang kurang sadar akan potensi bahaya dan kurang memperhatikan tindakan pencegahan. Hal ini disebabkan oleh kurangnya edukasi serta kesadaran mengenai risiko kebocoran gas. Pemanfaatan teknologi deteksi gas LPG juga belum umum dilakukan di lingkungan sekitar. Hal ini disebabkan oleh kurangnya edukasi dan kesadaran masyarakat tentang bahaya gas LPG, serta kurangnya penggunaan teknologi deteksi gas LPG pada lingkungan sekitar. (Zainal Arifin, 2017).

Dengan menggunakan sensor pendeteksi kebocoran gas LPG yang terkoneksi dengan mikrokontroler Arduino Nano, diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan bahaya gas LPG dan dapat membantu mencegah terjadinya kebakaran atau ledakan yang disebabkan oleh kebocoran gas LPG dengan begitu diharapkan dapat meminimalisir risiko yang dapat terjadi. (Harry Anggono, 2020). Arduino Nano merupakan sebuah platform mikrokontroler yang dapat digunakan untuk mengontrol berbagai perangkat, termasuk sensor pendeteksi. Dengan menggunakan sensor pendeteksi kebocoran gas LPG yang terkoneksi dengan mikrokontroler Arduino Nano, diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan bahaya gas LPG dan dapat membantu mencegah terjadinya kebakaran atau ledakan yang disebabkan oleh kebocoran gas LPG dengan begitu diharapkan dapat meminimalisir risiko yang dapat terjadi. (Harry Anggono, 2020)

Maka dengan itu penulis membuat sistem yang berfungsi sebagai sensor pendeteksi kebocoran gas LPG dengan menggunakan Arduino Nano, yang digunakan dalam sistem kendali utama sistem pendeteksi kebocoran gas LPG ini dan bahkan jika terjadi kemungkinan-kemungkinan terburuk setelahnya seperti percikan api yang bisa saja mengakibatkan kebakaran ringan hingga serius, untuk itu keakurasian dan kecepatan dalam membaca titik yang menyebabkan kebakaran harus diperhitungkan khususnya pada pemakaian sensor, kabel transmisi data, serta pemetaan suatu area (Givy Devira, 2020). Oleh karena itu, pengembangan sebuah alat pendeteksi kebocoran gas LPG yang juga memiliki kemampuan mendeteksi api sangatlah penting. Flame sensor yang menggunakan teknologi inframerah dapat mendeteksi panas yang melebihi batas sehingga dapat memberikan respons cepat dalam situasi berbahaya.

Daerah perkotaan memiliki perumahan yang padat penduduk sehingga berpotensi menimbulkan masalah apabila terjadi kebakaran. Kebakaran ini dapat

disebabkan oleh faktor kelalaian manusia dan faktor alam. Permasalahan yang sering terjadi adalah saat kebakaran terjadi, satuan pemadam kebakaran sering datang terlambat, sehingga kerugian akibat kebakaran tersebut menjadi lebih besar. (Dodon Yendri, 2017). Untuk menghindari risiko kebakaran atau ledakan akibat kebocoran gas LPG, sensor pendeteksi kebocoran gas LPG dapat digunakan. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi kadar gas LPG yang ada di udara menggunakan teknologi sensor gas yang dapat mengubah perubahan kadar gas menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik ini kemudian diolah oleh Arduino Nano, yang akan memberikan notifikasi atau alarm untuk memberi tahu pengguna jika terjadi kebocoran gas. (Andri Silalahi, 2022)

Dengan berbagai faktor penyebab kebocoran gas dan kebakaran yang telah diidentifikasi, serta potensi bahaya yang mungkin terjadi, penelitian ini akan merancang dan mengembangkan sebuah sistem pendeteksi kebocoran gas LPG dan kebakaran yang menggunakan Arduino Nano sebagai mikrokontroler utama dan dilengkapi dengan flame sensor. Sistem ini diharapkan dapat memberikan respons cepat dan akurat ketika terdeteksi adanya kebocoran gas atau bahkan potensi kebakaran, sehingga pengguna dapat mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan. Dengan demikian, sistem ini memiliki potensi untuk meningkatkan keselamatan dan mengurangi risiko bahaya akibat kebocoran gas dan kebakaran di berbagai lingkungan, termasuk rumah, kantor, dan tempat umum.

## **METODE**

### **A. Struktur Kerangka**

1. Studi Literatur: Pencarian ide dan referensi melalui studi literatur untuk mengidentifikasi isu-isu terkait kebocoran gas dan metode deteksi yang efektif.
2. Tujuan dan Kriteria: Menentukan tujuan pembuatan prototipe dan kriteria evaluasi, seperti fungsi, interaksi pengguna, dan keandalan teknis.
3. Rancang Prototipe: Menerapkan alat dan metode untuk merancang prototipe, termasuk perangkat lunak, model fisik, dan wireframe.
4. Implementasikan Prototipe: Membangun prototipe sesuai dengan desain yang telah dirancang, melalui pengkodean atau pembuatan model fisik.
5. Uji Fungsi dan Keandalan: Melakukan pengujian terhadap prototipe untuk memastikan fungsi utama berjalan dengan baik dan mengidentifikasi masalah yang muncul.
6. Evaluasi Pengalaman Pengguna: Melakukan pengujian pengguna untuk mengevaluasi interaksi dan pengalaman pengguna terhadap prototipe.
7. Iterasi dan Pengembangan: Menggunakan hasil analisis untuk mengembangkan iterasi prototipe berikutnya, dengan terus mengulang proses analisis dan pengembangan.
8. Dokumentasi Hasil: Mendokumentasikan semua langkah dan hasil dari analisis prototipe sebagai referensi untuk pengembangan lebih lanjut.

## B. Model Perancangan Prototype

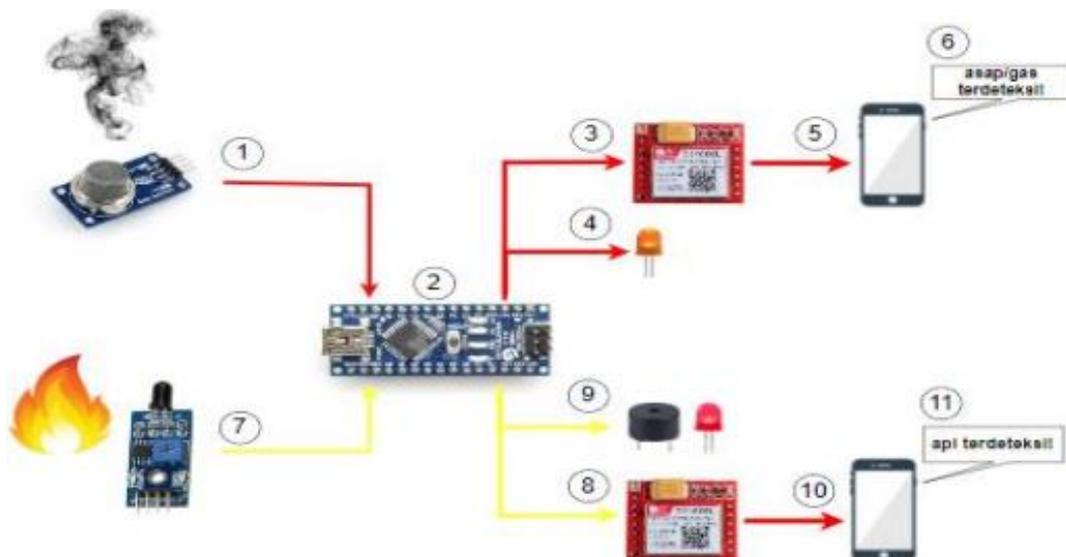
1. Mendengarkan Pelanggan: Mendengarkan keinginan dan masalah pelanggan untuk memahami kebutuhan mereka.
2. Membangun/Revisi Mock-up: Membuat atau merevisi mock-up berdasarkan masukan pelanggan.
3. Pelanggan Menguji Mock-up: Melibatkan pelanggan dalam menguji mock-up untuk mendapatkan feedback.

## C. Teknik Pengumpulan Data

1. Metode Observasi: Mengamati dan menggali informasi tentang permasalahan yang sering terjadi pada lingkungan tertentu.
2. Metode Wawancara: Melakukan wawancara langsung dengan penduduk atau pihak terkait untuk memperoleh data yang akurat.
3. Studi Pustaka: Menggunakan foto, gambar, dan dokumen untuk mendukung hasil observasi dan wawancara.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Rancang Bangun Alat



**Gambar 1 – Perancangan Alat**

*Sember : Hasil Analisa Penulis*

Pada bagian ini merupakan bagian perancangan sistem secara umum, Setelah tahapan perencanaan sudah dilakukan maka selanjutnya dilakukan perancangan pada sistem berikut ini merupakan gambaran dari perancangan sistem yang akan dijelaskan.

1. MQ2 Sensor (Angka 1), pada kasus ini sensor gas akan digunakan sebagai pendeteksi gas apabila terjadi kebocoran gas LPG.
2. Sensor gas memberikan sinyal ke arduino nano (Angka 2) dengan kemampuan baca sinyal dari arduino nano yang sudah diprogram.

3. Selanjutnya memberikan instruksi kepada LED berwarna kuning (Angka 4) untuk segera menyala.
4. Arduino nano akan mengirimkan sinyal ke SIM800L (Angka 3) untuk segera memberikan SMS informasi atau peringatan ke HP (Angka 5) penerima dengan pesan “GAS TERDETEKSI!!!” (Angka 6) agar pemilik rumah bisa segera mengecek dan menangani masalah ini, guna mencegah jika terjadi kebakaran.
5. Flame Sensor (Angka 7), pada kasus ini sensor api akan digunakan sebagai pendeteksi api apabila terjadi kemungkinan kebakaran yang ditimbulkan dari kebocoran gas LPG.
6. Sensor api kemudian memberikan sinyal ke arduino nano (Angka 2) dengan kemampuan baca sinyal dari arduino nano yang sudah diprogram kemudian memberikan instruksi kepada LED berwarna merah (Angka 9) untuk segera menyala.
7. Buzzer (Angka 9) agar segera menyala untuk mengeluarkan bunyi kemudian setelah itu arduino nano mengirimkan sinyal ke SIM800L (Angka 8) untuk segera memberikan SMS informasi atau peringatan ke HP (Angka 10) penerima dengan pesan “API TERDETEKSI!!!” (Angka 11) agar pemilik rumah bisa segera mengecek dan menangani masalah ini, guna mencegah jika terjadi kebakaran.

## B. Penyusunan Algoritma Dan Pemrograman

Pada bagian ini merupakan bagian yang juga sangat penting, pada bagian ini merupakan proses perancangan logika atau alur berfikir logis, menggunakan aplikasi arduino, yang memang diperuntukkan untuk pemrograman mikrokontroler, pada sistem ini sesuai dengan kebutuhan yang ada, untuk dapat bisa membuat program mikrokontroler maka kita harus menginstal aplikasi Arduino IDE.

```

kode.ino
1  #include <SoftwareSerial.h>
2
3  const int tx_pin    = 6;
4  const int rx_pin    = 7;
5  const int led_1_pin = 4; //LED & Buzzer
6  const int led_2_pin = 5;
7  const int flame_pin = 2;
8  const int gas_pin   = 3;
9
10
11 const String no_HP_SATU= "081297478711";
12 const String no_HP_DUA= "089507313970";
13
14 const int flame_on    = 0; // Status api terdeteksi, 1:HIGH | 0:LOW
15 const int gas_on     = 0; // Sataus gas terdeteksi, 1:HIGH | 0:LOW
16
17 const int l_lim_count = 10; //Limit counter untuk kirim SMS
18 int l_counter        = 10; //Counter untuk kirim SMS
19
20 int flame_flag = 0;
21 int gas_flag = 0;
22
23 SoftwareSerial sim800l(tx_pin, rx_pin);
24
25 void setup() {
26   Serial.begin(9600);
27   sim800l.begin(9600);
28 }

```

**Gambar 2 – Penyusunan Baris Program Deklarasi Variable**

*Sember : Arduino IDE*

Pada gambar di atas menunjukkan kode program arduino mikrokontroler yaitu bagian paling atas dari penyusunan program yang terdiri dari beberapa variabel yang digunakan sebagai deklarasi pin yang akan digunakan atau diaktifkan pada sistem mikrokontroler yang dibuat, dan disusun secara rapih guna menghindari error pada proses penyusunan algoritma pemrograman.

```
kode.ino
29  pinMode(led_1_pin, OUTPUT);
30  pinMode(led_2_pin, OUTPUT);
31  pinMode(flame_pin, INPUT);
32  pinMode(gas_pin, INPUT);
33  delay(2000);
34  }
35
36  void loop() {
37
38  /* ----- Cek sensor API dan GAS ----- */
39  if (digitalRead(flame_pin) == flame_on){ // Api terdeteksi
40  Serial.println(flame_pin);
41  flame_flag = 0;
42  digitalWrite(led_1_pin, HIGH);
43  kirimSMS1("API TERDETEKSI!!!");
44  delay(1500);
45  kirimSMS2("API TERDETEKSI!!!");
46  delay(1500);
47  }
48  else{
49  flame_flag = 1;
50  digitalWrite(led_1_pin, LOW);
51  }
52
53
54  if (digitalRead(gas_pin) == flame_on){ // Gas terdeteksi
55  Serial.println(gas_pin);
56  flame_flag = 0;
```

### **Gambar 3 – Penyusunan Baris Program Pengkondisian**

*Sember : Arduino IDE*

Pada gambar di atas menunjukkan gambar kode program arduino yang sebagian besar merupakan bagian looping atau pengulangan program yang akan dieksekusi secara berulang dan sudah dikondisikan dengan logika yang sudah dibangun sebelumnya, dan juga disusun secara rapih dan terperinci guna untuk menghindari error pada logika pemrograman yang sudah dibuat.

```

kode.ino
56   flame_flag = 0;
57   digitalWrite(led_2_pin, HIGH);
58   kirimSMS1("GAS TERDETEKSI!!!");
59   delay(1500);
60   kirimSMS2("GAS TERDETEKSI!!!");
61   delay(1500);
62 }
63 else{
64   flame_flag = 1;
65   digitalWrite(led_2_pin, LOW);
66 }
67 }
68
69 /* Logic kirim SMS */
70 void kirimSMS1(String p_text1){
71   sim800l.println("AT+CMGF=1"); // Masuk mode SMS
72   delay(500);
73   sim800l.println("AT+CMGS=\"" + no_HP_SATU + "\""); // Set no HP Pertama
74   delay(500);
75   sim800l.println(p_text1); // Set sms yang akan dikirm, diambil dari para
76   delay(100);
77   sim800l.println((char)26); // Kirim SMS
78   delay(500);
79 }
80
81 void kirimSMS2(String p_text2){
82   sim800l.println("AT+CMGF=1"); // Masuk mode SMS
83   delay(500);

```

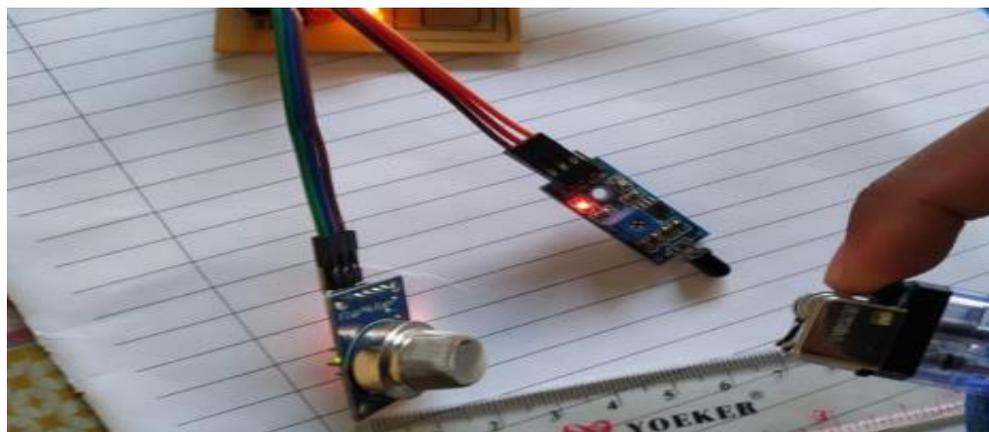
**Gambar 4 – Penyusunan Baris Program Output SMS Getaway**

*Sember : Arduino IDE*

Pada gambar di atas merupakan gambar potongan kode yang sudah penulis buat, pada bagian ini sebagian besar menunjukkan kode yang mengeksekusi hasil output jika beberapa kondisi terpenuhi, baik sensor api yang mendeteksi adanya api dan sensor gas yang mendeteksi adanya kebocoran gas.

## C. Pengujian Alat

### 1. Pengujian Sensor Gas



**Gambar 5 – Pengujian MQ-2 (Sensor Gas)**

*Sember : Hasil Foto Penulis*

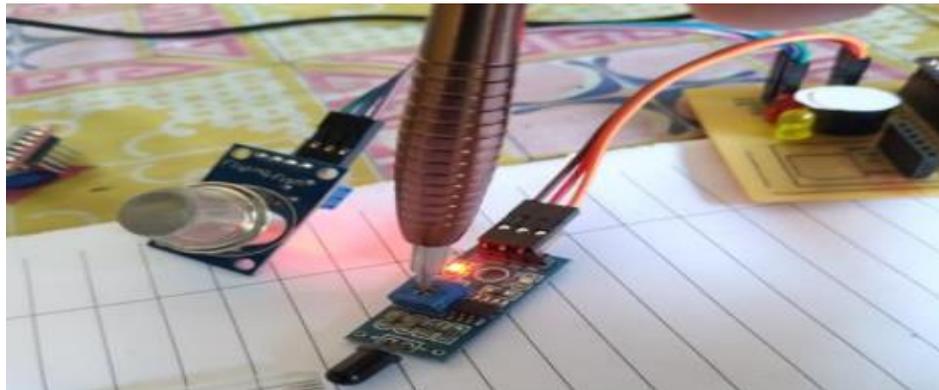
Pada tahap pengujian ini sensor gas diuji apakah bisa mendeteksi kebocoran gas test pengujian ini menggunakan korek gas yang kemudian didekatkan terhadap sensor gas, berdasarkan pengujian pada gambar di atas sensor gas bisa mendeteksi dengan radius maksimal 10cm

**Tabel 1 – Jarak Pengujian MQ-2**

NO	JARAK MAKSIMAL	PENGATURAN SENSOR
1	Jarak Maksimal 10cm	Sudut 0 derajat
2	Jarak Maksimal 5cm	Sudut 20 derajat
3	Jarak Maksimal 1cm	Sudut 40 derajat

*Sumber : Hasil Analisa Penulis*

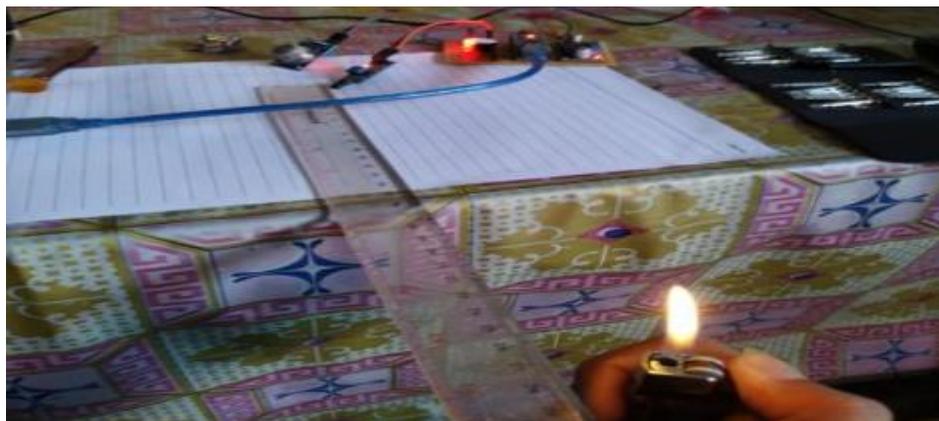
## 2. Pengujian Sensor Api



**Gambar 6 – Pengujian Flame Sensor (Sensor Api)**

*Sember : Hasil Foto Penulis*

Pada tahap pengujian ini sensor api sudah disetting dengan mensetting trimpot ke arah 40derajat dengan jarak maksimal deteksi api di 15cm dengan begini bisa diketahui seberapa maksimal jarak jika trimpot disetting dengan sudut 40 derajat.



**Gambar 6 – Pengujian Flame Sensor Dengan Sensifitas Tinggi**

*Sember : Hasil Foto Penulis*

Pada tahap pengujian ini sensor api sudah diseting dengan menseting trimpot ke arah 60 derajat dengan jarak maksimal deteksi api di 30 cm dengan begini bisa diketahui seberapa maksimal jarak jika trimpot diseting dengan sudut 60 derajat.

**Tabel 2 – Jarak Pengujian Sensor Api**

<b>NO</b>	<b>JARAK MAKSIMAL</b>	<b>PENGATURAN SENSOR</b>
1	Jarak Maksimal 30cm	Sudut 60 Derajat
2	Jarak Maksimal 15cm	Sudut 40 Derajat
3	Jarak Maksimal 5cm	Sudut 20 Derajat
4	Jarak Maksimal 0cm	Sudut 0 Derajat

*Sumber : Hasil Analisa Penulis*

### 3. Pengujian SIM800L



**Gambar 7 – Pengujian SIM800L**

*Sember : Hasil Foto Penulis*

Pada tahap pengujian ini SIM800L diuji coba dari segi daya masukan, pada SIM800L terdapat lampu indikator yang memberikan informasi status apakah SIM800L sudah mendapatkan koneksi sinyal ke provider atau belum, hal ini ditandakan dari kode kedipak LED merah indikator jika led berkedip dengan interval kurang dari 3 detik berarti tandanya SIM800L belum terkoneksi ke provider, sedangkan jika kedipan LED merah memiliki interval 3 detik berarti SIM800L sudah terkoneksi dengan provider.

Kemudian setelah dikoneksikan dan diuji konektifitasnya selanjutnya SIM800L diuji untuk mengirimkan pesan kepada HP penerima pesan jika terjadi kebocoran gas dan kebakaran, pada tahap pengujian sudah dilakukan pengujian untuk hal itu, perhatikan pada gambar di bawah ini:



**Gambar 8 – Hasil Pengujian SIM800L**

*Sember : Hasil Foto Penulis*

#### 4. Pengujian LED Merah

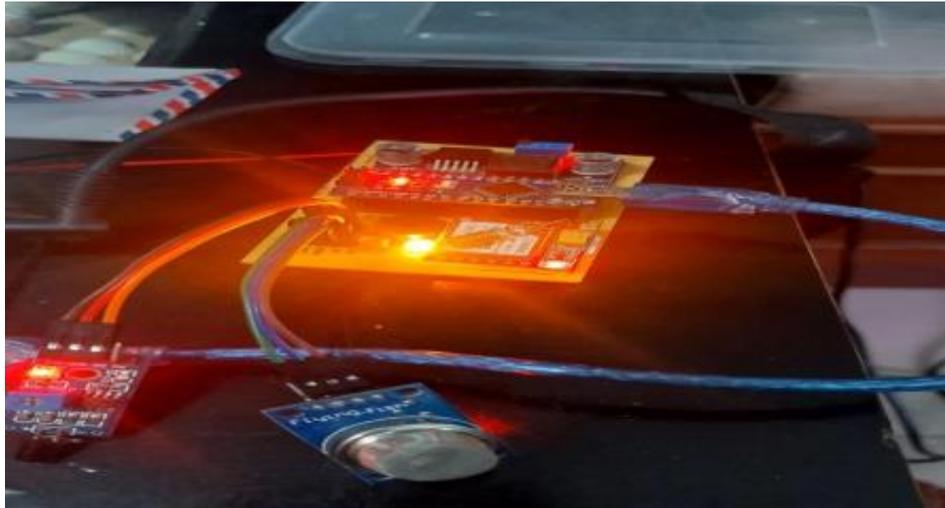


**Gambar 9 – Pengujian LED Merah**

*Sember : Hasil Foto Penulis*

Pada tahap pengujian ini pengujian dilakukan guna mengetahui jika terjadi kebakaran yang kemungkinan yang ditimbulkan jika terjadi kebocoran gas, maka kemudian digunakan LED berwarna merah. Selain LED berwarna merah juga jika terdeteksi api maka kemudian buzzer akan menyala.

#### 5. Pengujian LED Kuning



**Gambar 10 – Pengujian LED Kuning**

*Sember : Hasil Foto Penulis*

Pada tahap pengujian ini pengujian dilakukan guna mengetahui jika terjadi kebocoran gas, pada pengujian ini LED kuning berhasil menyala jika terjadi kebocoran gas atau asap yang ada didekat area sensitifitas sensor.

#### 6. Pengujian Buzzer

Pada tahap pengujian ini pengujian dilakukan guna mengetahui jika terjadi kebakaran, dan pada tahap pengujian sudah dilakukan dan diamati jika api terdeteksi kemudian LED merah dan buzzer akan menyala secara bersamaan yang berarti tandanya api terdeteksi.

## KESIMPULAN

1. Alat yang dibuat menggunakan mikrokontroler arduino nano, dengan cara membuat design kabel di atas papan pcb, setelah itu dilakukan proses penyolderan atau penyambungan modul-modul, kemudian pengetesan jalur dan kondisi modul, dan selanjutnya proses perancangan algoritma (koding), barulah ke tahap terakhir yaitu proses pengujian fungsionalitas alat.
2. SMS Gateway pada alat ini bisa terintegrasi dengan cara menyambungkan kabel data dari mikrokontroler dengan serangkaian kode algoritma yang sudah dibuat setelah itu pastikan kembali modul SMS Gateway telah terisi pulsa agar SIM bisa mengirimkan pesan ke penerima.
3. Sensor MQ2 yang berfungsi sebagai pendeteksi kebocoran gas mampu mendeteksi kebocoran gas hingga jarak maksimal 10cm, dan flame sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi api memiliki jarak deteksi maksimal hingga 30cm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhwandi, Dasef; Yudhana, Anton. **Sistem Penyegaran Ruangan Dari Asap Rokok dan Gas LPG Berbasis Mikrokontroler Atmega.** *Jurnal Ilmu Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, 2017, 3.1: 27.
- Cahyadi, Yandi. **Robot Pemadam Api dengan Sistem Deteksi Dini.** Diss. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2017.
- Hidayat, R., Ramady, G. D., Syafruddin, R., Mahardika, A. G., & Sun, A. S. (2020). **Pendeteksi Kebocoran Gas Dan Kebakaran Berbasis Arduino Dengan Antarmuka Visual Basic.** *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 9(2), 76-79.
- Junaidi, Ilham. **Pengaplikasian Sistem Sensor Pada Flame Detector Di Kapal Mt. SHIP 114.2021.**
- Kadir, Abdul. **From Zero To A Pro Arduino Ed II.** Yogyakarta: Andi, 2018, pp.2,48,251.
- Nanosensors for Smart Manufacturing.** Belanda: Elsevier Science, 2021.
- Pramana, Angga Sapto, And Zulkarnain Zulkarnain. **Analisis Robot Pemadam Kebakaran Otomatis Menggunakan Sensor Panas, Alarm Dan Kipas Pemadam.** Diss. Sriwijaya University, 2022.
- Puspaningrum, Ajeng Savitri, et al. "Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas Pada Perangkat Mobile Android Dengan Sensor Mq-2." *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam 1.1* (2020): 1-10.
- Putra, M. F., Kridalaksana, A. H., & Arifin, Z. (2017). **Rancang bangun alat pendeteksi kebocoran gas LPG dengan sensor MQ-6 berbasis mikrokontroler melalui smartphone android sebagai media informasi.**
- Rangkuti, Syahban. **Arduino & Proteus Simulasi dan Praktik.** Bandung: Informatika, 2016, pp.3.
- Rimbawati, R., Setiadi, H., Ananda, R., & Ardiansyah, M. (2019). **Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Dengan Menggunakan Sensor MQ-6 Untuk Mengatasi Bahaya Kebakaran.** *JET (Journal of Electrical Technology)*, 4(2), 53-58.
- S, A. Rosa. **Analisis Dan Desain Perangkat lunak.** Bandung: Informatika, 2022, pp.367, 38,48
- Silalahi, Andri, et al. "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Pada Tabung Gas Menggunakan Arduino Berbasis SMS." *Jurnal Krisnadana 1.3* (2022): 48-58.
- Z.A Aulia Khusnul Arif. **Rancang Bangun Sistem Keamanan Dapur Berbasis Mikrokontroler Atmega32 Menggunakan Flame Sensor. Mq-2, Dan Mq-6.** Diss. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, 2019.