

Pengembangan Sistem Pemantau Kebocoran Gas Elpiji dan Peringatan Dini Bahaya Kebakaran Berbasis *Internet of Things*

Husny, Freddy Kurniawan, Lasmadi*

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto, Yogyakarta

* email: lasmadi@itda.ac.id

Abstract

The fire hazard due to an LPG cylinder explosion can be triggered from a gas cylinder leak. Not infrequently these incidents lead to loss of life and property loss. This study proposes the design of an LPG gas leak monitoring system and early warning of fire hazards. The system is designed to be integrated with the internet network through the Internet of Things (IoT) platform. The MQ-6 sensor module is used to detect LPG gas leaks and a fire sensor to detect fire. The sensor is installed close to the gas outlet source to ensure gas leakage and fire. The data from the sensor is read by the microprocessor and sent to the web server via the interface device. When the concentration of LPG gas in the air exceeds a certain level or a fire is detected, the microprocessor gives a command to turn on the alarm and sends a hazard notification to the smartphone. Hazard notifications, gas concentrations and status of hazard conditions can be accessed in real-time on Android-based smartphones. The results of the tests that have been carried out show that this system can provide information on hazard notification messages and gas concentration values in the range of 1000 - 10000 ppm. The fire detector in this system can detect fires up to a distance of 110 cm from the source of the fire. Then, hazard notifications and gas concentration levels can be accessed via a smartphone with the Kodular web application in the form of a real-time graphic display.

Keywords — *Early-warning, Gas, IoT, LPG*

1. Pendahuluan

Hidrokarbon merupakan sumber energi utama, baik untuk aplikasi industri maupun domestik. LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) atau elpiji adalah gas hidrokarbon yang mudah terbakar yang terdiri dari campuran hidrokarbon propana dan butana. Elpiji adalah produk yang diperoleh dari penyulingan minyak mentah dan gas, merupakan sumber energi untuk memasak rumah tangga, oven industri, pembangkit tenaga listrik dan sebagai bahan bakar untuk kendaraan. Elpiji juga dapat digunakan sebagai propelan, pendingin dan sebagai bahan baku petrokimia. Karena elpiji tidak memiliki bau, ethanethiol ditambahkan ke dalamnya sebagai bau yang kuat untuk mendeteksi kebocoran gas melalui indera penciuman [1].

Sistem pemantauan dan deteksi kebocoran gas sangat penting untuk keselamatan jiwa, harta benda dan lingkungan hijau. Beberapa peneliti menyebutkan bahwa kebocoran elpiji telah menjadi salah satu masalah yang menjadi perhatian. Beberapa laporan juga menunjukkan bahwa insiden kebakaran dapat dihindari jika terjadinya kebocoran gas dapat dideteksi [2-5]. Dalam rumah tangga, kebocoran gas dapat terjadi dari tabung gas elpiji yang digunakan untuk memasak. Di tahun-tahun belakangan ini, di Indonesia khususnya, banyak kasus terjadi kecelakaan akibat dipicu kebocoran gas elpiji. Tak jarang kejadian ini menimbulkan insiden kebakaran yang menyebabkan korban jiwa maupun kerugian harta benda [6][7]. Dengan meningkatnya perlindungan dari bahaya kebocoran gas elpiji untuk aplikasi industri dan domestik, diperlukan langkah-langkah dan proses keselamatan alternatif untuk menghindari terjadinya kecelakaan kebakaran yang mungkin diakibatkan oleh kebocoran [8].

Sistem pemantauan dan deteksi kebocoran gas sangat penting untuk keselamatan lingkungan urban. Pemantauan kebocoran gas dan peringatan dini telah dikembangkan untuk daerah urban berbasis jaringan sensor nirkabel *mobile* untuk pemantauan secara *real-time* [9]. AY Nasir, UI Bature, NM Tahir, dkk. [10] telah mengembangkan perangkat pemantauan dan kontrol kebocoran gas berbasis Arduino. Sistem dirancang dapat secara otomatis mendeteksi dan mengontrol kebocoran gas elpiji dan memantau suhu. Ketika konsentrasi gas di udara melebihi tingkat tertentu dan suhu ruang dapat menimbulkan bahaya, ada peringatan pada *handphone* dan bunyi alarm.

Sistem peringatan untuk memberi tanda jika ada bau gas di sekitar rumah telah dikembangkan oleh Evalina dan Azis. Jika sistem membaca adanya kebocoran dan bau gas elpiji, sistem akan memberikan tanda alarm atau buzzer [11]. Namun, sistem ini hanya bisa memberikan peringatan terbatas pada area lokal. Sementara itu, sistem pemantau kebocoran gas berbasis nirkabel dengan algoritma fusi menggunakan multi sensor dan sumber kebocoran virtual telah diusulkan. Metode yang diusulkan telah diimplementasikan di lapangan dengan membangun jaringan sensor nirkabel. Dilaporkan bahwa tingkat deteksi sistem mencapai 96,7% dan waktu tunda deteksi rata-rata kurang dari 30 detik berdasarkan pengujian [12]. Pada sisi lain, Hussain A. dan Halah Y. telah melakukan rekayasa alternatif solusi dari sistem sederhana melalui desain elektronik analog berbasis komponen diskrit. Sistem elektronik yang diusulkan bekerja mendeteksi tingkat kebocoran gas LPG secara terus menerus melalui detektor gas yang sesuai, tindakan kontrol katup gas dan sinyal alarm akan diberikan pada kondisi kebocoran gas [13].

Pada saat ini, penggunaan *Internet of Things* (IoT) dalam penelitian telah berkembang sangat pesat. Penggunaan IoT dapat ditunjukkan sebagai sistem untuk memonitor waktu kerja mesin dan informasi jadwal preventif pemeliharaan mesin [14], sistem *smart monitoring energy* pada PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) [15] dan sistem pemantau keamanan dan pengairan ladang, dimana sistem dirancang untuk mendeteksi gerakan objek, mengambil gambar objek dan mengirimkan data citra ke *smartphone* pengguna [16]. Dengan menggunakan IoT, data tersimpan di *cloud server* sehingga dapat memudahkan pengguna untuk memantau data kapan saja dan di mana saja.

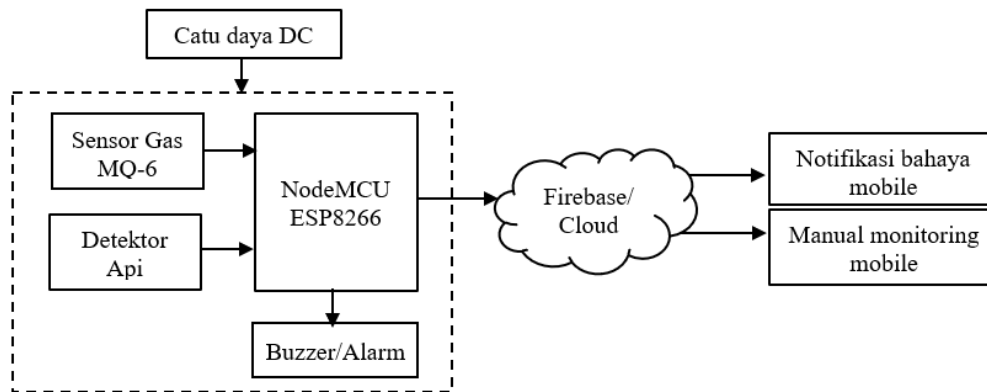
Pada penelitian ini, dirancang sebuah sistem pemantau kebocoran gas elpiji dan peringatan dini bahaya berbasis IoT. Sistem dirancang dapat memberikan peringatan dini (notifikasi) bila terdeteksi adanya kebocoran/bau gas dan atau adanya api. Sistem telah diimplementasikan dan telah diuji kinerjanya. Oleh karena berbasis IoT, data dapat diakses secara *real-time* kapan saja dan di mana saja menggunakan *smartphone* berbasis Android. Dari perancangan ini, diharapkan dapat memberikan sebuah alat yang dapat memberikan deteksi dini adanya kebocoran gas dan deteksi api sehingga bahaya kebakaran dapat diketahui sedini mungkin.

2. Metode Penelitian

2.1 Diagram Blok Sistem

Sistem atau alat yang diimplementasikan meliputi empat bagian perangkat yaitu; sensor gas MQ-6, detektor api, mikrokontroler ESP8266 dan rangkaian *buzzer*/alarm. Pasokan daya rangkaian didapatkan dari baterai. Sensor MQ-6 dirancang untuk mendeteksi keadaan kebocoran gas elpiji dan bekerja untuk menghasilkan tegangan analog dengan rentang DC tertentu sebanding dengan konsentrasi gas elpiji. Detektor api dirancang untuk mendeteksi adanya api dan bekerja untuk menghasilkan tegangan analog sebanding dengan tingkat spektrum cahaya yang dideteksi. Bila terdeteksi bau gas dengan kadar tertentu atau api, mikrokontroler ESP8266 akan memproses dan memberikan sinyal ke port keluaran yang terhubung alarm sehingga alarm berbunyi. Data disimpan oleh mikrokontroler dan

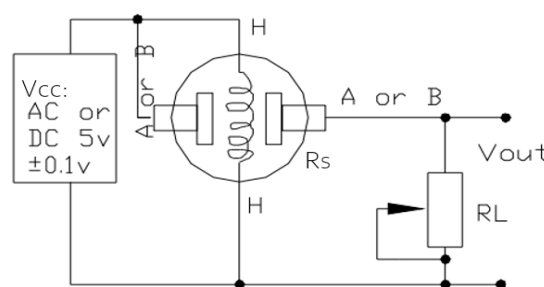
mengirimkan data ke *cloud* melalui jaringan internet. Dari *cloud server*, data diterima *smartphone* Android. Bila terdeteksi kebocoran gas atau api, pesan diterima berupa notifikasi bahaya kebocoran gas atau ada api pada *smartphone*. Apabila sensor tidak mendeteksi kebocoran gas atau api, data kadar konsentrasi gas dan status tidak ada api masih dapat dipantau secara manual pada perangkat *mobile (smartphone)*. Diagram blok sistem pemantau kebocoran gas dan peringatan dini bahaya ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem

2.2 Rangkaian Sensor LPG

Jenis sensor kebocoran gas yang dipilih adalah MQ-6, sensor memiliki sensitivitas tinggi terhadap LPG, isobutana, propana dan sensitivitas kecil terhadap alkohol, asap. Sensor memiliki fitur respon cepat, stabil dan tahan lama serta rangkaian penggerak sederhana. Nilai resistansi sensor berubah berdasarkan perbedaan jenis dan konsentrasi gas. Oleh karena itu, disarankan untuk mengkalibrasi detektor untuk konsentrasi LPG 1000 ppm dalam hambatan beban udara (R_L) sekitar 20 K Ω . Gambar 2 menunjukkan rangkaian ekivalen listrik sensor MQ-6 dengan hambatan beban R_L [17].



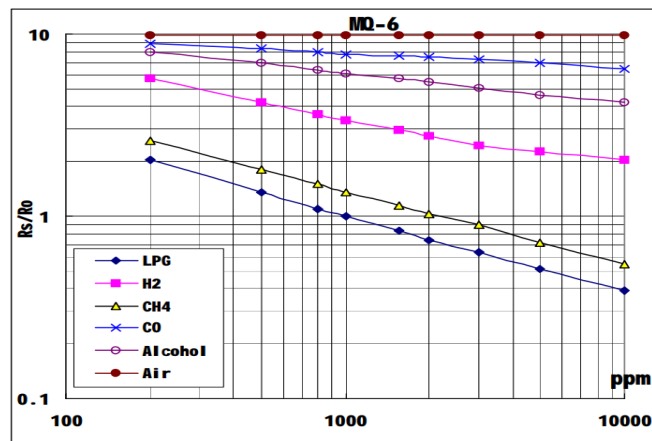
Gambar 2. Rangkaian listrik ekivalen sensor [17]

Berdasarkan rangkaian listrik ekivalen sensor, tegangan keluaran sensor dapat dihitung dengan Persamaan (1),

$$V_{RL} = \frac{V_{cc} * R_L}{R_L + R_s} \quad (1)$$

Dengan V_{RL} adalah tegangan keluaran sensor, V_{cc} adalah tegangan catu daya sensor, R_L adalah tahanan beban (20 K Ω) dan R_s adalah tahanan sesaat sensor. Nilai tegangan keluaran sensor V_{RL} akan bervariasi; tergantung pada nilai R_L (20 K Ω), nilai tahanan sesaat sensor R_s (10 K Ω sampai 60 K Ω), konsentrasi gas LPG dan Persamaan (1). Karakteristik sensitivitas sensor MQ-6 dapat ditunjukkan pada Gambar 3. Tabel 1 menunjukkan tegangan keluaran pada konsentrasi

gas yang berbeda dari kondisi pada Gambar 3 [17].



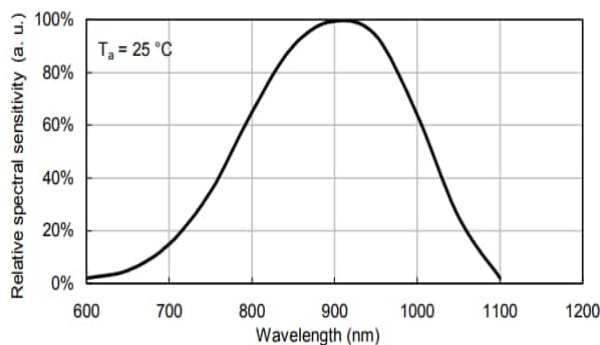
Gambar 3. Karakteristik sensitivitas sensor MQ-6 [17]

Tabel 1. Tegangan keluaran MQ-6 pada konsentrasi gas LPG yang berbeda [17]

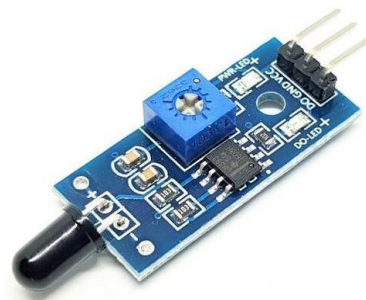
Kadar gas LPG (ppm)	200	500	800	1000	2000	3000	5000	8000	10000
R_s/R_o	≈ 2.0	≈ 1.45	≈ 1.15	1.0	≈ 0.72	≈ 0.63	≈ 0.51	≈ 0.42	≈ 0.38
R_s (K Ω)	60.0	43.5	34.5	30.0	21.6	18.9	15.3	12.6	11.4
V_{RL} (V)	1.25	1.57	1.83	2.0	2.40	2.57	2.83	3.07	3.18

2.3 Detektor Api

Detektor api (*flame detector*) merupakan sensor yang memiliki fungsi sebagai pendeteksi nyala api yang dapat mendeteksi sumber cahaya biasa dengan panjang gelombang 750 nm – 1100 nm. Prinsip kerja detektor api yaitu mendeteksi spektrum cahaya infra merah maupun ultraviolet, kemudian rangkaian akan bekerja membedakan spektrum cahaya yang terdapat pada api yang terdeteksi tersebut. Sensor cahaya dapat menggunakan jenis fototransistor dan rangkaian komparator untuk mendapatkan keluaran pada level logika. Keluaran digital dapat digunakan untuk mengontrol komponen/rangkaian lain. Pada kasus ini, menggunakan modul sensor dengan fototransistor YG1006 dilapisi dengan epoksi hitam dengan sensitivitas spektral puncak berada pada 940 nm. Dalam metode ini, trimpot dalam rangkaian digunakan untuk menyetel nilai ambang deteksi api (sensitivitas) yang sesuai. Terdapat 3-pin yaitu Vcc, Gnd dan DO (*Digital Output*). Gambar 4 menunjukkan kurva *bandwidth* spektral fototransistor [18] dan foto modul detektor api.



(a)

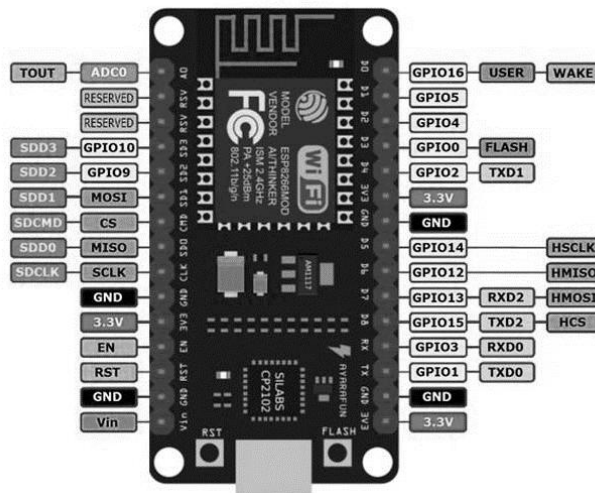


(b)

Gambar 4. (a) Kurva spektral fototransistor [18] dan (b) Foto modul detektor api

2.4 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah platform *open source* berbasis ESP8266 yang dapat menghubungkan objek dan memungkinkan transfer data menggunakan protokol Wi-Fi. Selain itu, ESP8266 menyediakan beberapa fitur yang paling penting dari mikrokontroler seperti GPIO, *pwm*, *adc* dan selainnya sehingga dapat menyelesaikan kebutuhan proyek atau aplikasi mandiri. Fitur umum dari *board* ini diantaranya; mudah digunakan, bisa diprogram dengan bahasa Arduino IDE atau IUA, tersedia sebagai *access point* atau stasiun, praktis dalam aplikasi API dan memiliki antena internal. Ilustrasi konfigurasi pin ESP8266 ditunjukkan pada Gambar 5. Tabel 2 menunjukkan fitur ESP8266 [19].



Gambar 5. Konfigurasi pin modul NodeMCU ESP8266

Tabel 2. Fitur NodeMCU ESP8266 [19]

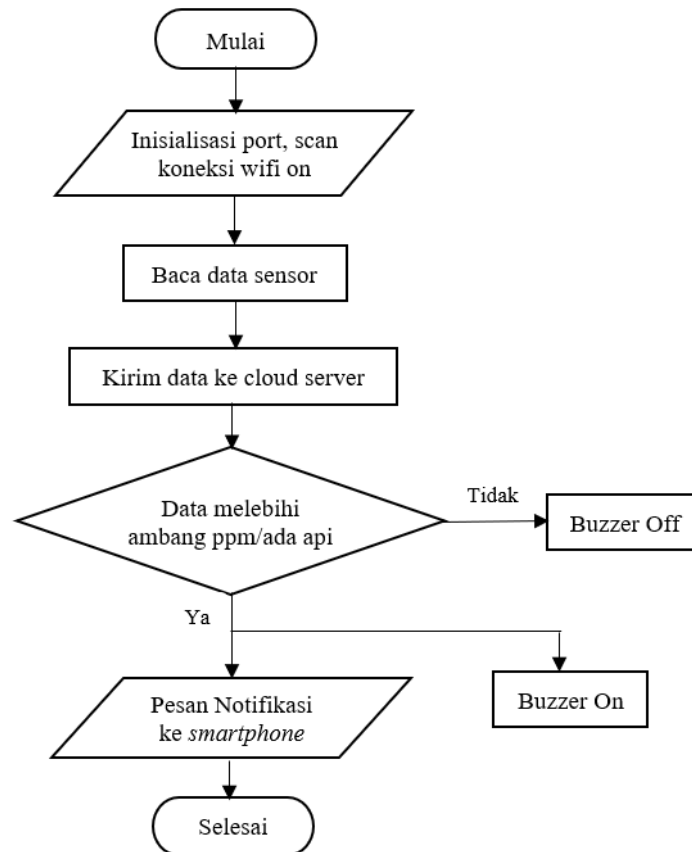
Fitur	Keterangan
Microcontroler	Tensilica 32-bit RISC CPU Xtensa L106
WI-FI	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2.4 GHz support WPA/WPA2
Clock Speed	80 – 160 MHz
ADC	10 bit
MIMO, STBC	1x1 MIMO, 2x1 MIMO, STBC
Deep sleep power and power down leakage current	<10uA and < 5uA
Wake up and transmit packets	< 2ms
Standby power consumption	< 1.0mW (DTIM3)
Output power in 802.11b mode	+20 dBm
Support pins	GPIO, SDIO 2.0, (H) SPI, UART, I2C, I2S, IR Remote Control, PWM, ADC
Temperature Range	-40°C – 125°C

2.5 Aplikasi *Firebase* Kodular

Kodular merupakan situs web yang menyediakan *tools* untuk membuat aplikasi pada Android menggunakan blok *programing* untuk mengendalikan perangkat keras berbasis IoT untuk menampilkan data sensor, menyimpan data, memvisualisasikannya dan fungsi lainnya. Penggunaan tidak dibatasi dengan satu perangkat keras saja, namun dapat disesuaikan dengan keinginan pengguna. Untuk dapat menggunakan aplikasi Kodular, pengguna harus mengunduh aplikasi di *Google play store* bagi pengguna Android. Setelah itu, membuat akun baru dengan login langsung atau login melalui facebook, Github atau gmail.

2.6 Diagram Alur Program

Mikrokontroler hanyalah komponen yang memerlukan instruksi tertulis dan dapat menjalankan perintah untuk melakukan fungsi sesuai dengan aturan yang diinginkan. Bahasa *assembly* digunakan dalam pemrograman mikrokontroler. Diagram alur prosedur program mikrokontroler saat mendeteksi gas elpiji atau api ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alur program

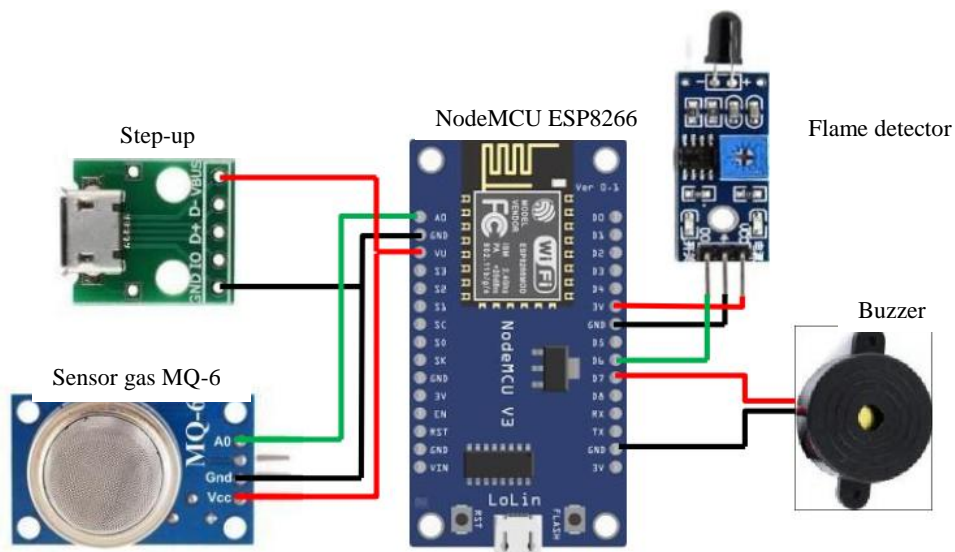
Setelah sistem dihidupkan, mikrokontroler ESP8266 akan menginisialisasi *port* dan membaca koneksi wifi serta data sensor. Apabila sensor mendeteksi bau gas atau api, sensor akan memberikan keluaran berupa nilai digital kemudian akan mengirimkan data ke ESP8266 untuk diproses. Selanjutnya, ESP8266 akan memberikan perintah ke pin *output* yang terhubung *buzzer*/alarm sehingga alarm akan berbunyi bila sensor mendeteksi bau gas pada kadar tertentu atau mendeteksi adanya api. Selain itu, data dikirim ke *cloud server* dan dapat diakses di *smartphone* berupa pesan notifikasi adanya kebocoran gas elpiji atau ada api. Pengguna juga bisa mengakses data secara manual untuk melihat kondisi kadar konsentrasi gas bila tidak ada notifikasi (sensor tidak mendeteksi kebocoran gas atau adanya api).

2.7 Diagram Pengawatan Sistem

Diagram pengawatan (*wiring diagram*) menggambarkan hubungan antar perangkat pada sistem secara keseluruhan yang ditunjukkan pada Gambar 7. Semua perangkat maupun keluaran terhubung ke mikrokontroler ESP8266 sebagai pengendali utama. *Step-up* digunakan untuk menghubungkan ke catu daya agar didapatkan tegangan yang stabil. Hubungan pin setiap perangkat dengan ESP8266 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan pin perangkat dengan ESP8266

Nama Perangkat	Pin Perangkat	Pin ESP8266
Sensor MQ-6	A0	A0
	GND	GND
	Vcc	Vu
Detektor api (<i>flame detector</i>)	DO	D5
	GND	GND
	Vcc	3V
<i>Buzzer</i>	Vcc	D7
	GND	GND



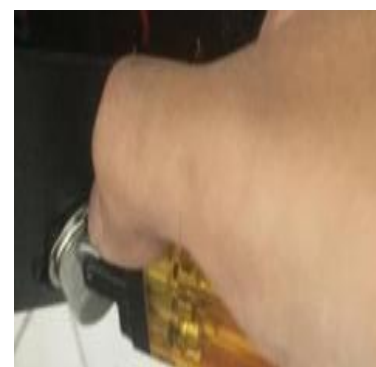
Gambar 7. Diagram pengawatan sistem

3. Hasil dan Pembahasan

Prototipe sistem pemantau kebocoran gas elpiji dan peringatan dini bahaya kebakaran ditunjukkan pada Gambar 8(a) dengan bagian-bagian *buzzer*/alarm, mikrokontroler ESP8266, sensor gas MQ-6, sensor api dan catu daya baterai yang berada di dalam kotak. Kotak memiliki dimensi 16cm×11cm×4cm menggunakan bahan mika transparan sebelum dicat. Dalam aplikasinya, unit prototipe dapat diletakkan di ruang tempat tabung gas elpiji berada, seperti dapur, gudang dan selainnya. Sensor gas dan sensor api diset menghadap keluar agar dapat mendeteksi bau gas atau api dengan baik sedangkan alarm dapat terdengar dengan lebih keras saat terjadi bahaya.



(a)



(b)

Gambar 8. (a) Prototipe hasil perancangan dan (b) pengujian sensor gas dengan korek gas

Pengujian sistem ini telah dilakukan dengan memberikan sejumlah kecil gas elpiji dari korek gas mendekat dengan sensor (Gambar 8(b)). Sensor gas MQ-6 akan mendeteksi gas elpiji pada kepekaan tertentu dan akan mengirimkan sinyal data ke mikrokontroler. Kepekaan sensor gas diuji dengan membandingkan antara nilai terukur ketika udara bersih (tidak tercium bau gas) dan saat terjadi kebocoran gas elpiji. Untuk pembacaan nilai ppm (*part per milion*) pada alat ini, nilai ppm diset pada nilai lebih besar atau sama dengan 5000 untuk dapat dikatakan kondisi bahaya. Sehingga, bila nilai ppm melebihi nilai tersebut akan muncul notifikasi tanda bahaya dan alarm “On” (bunyi). Hasil pengujian pembacaan sensor gas MQ-6 dan respon alarm terhadap nilai konsentrasi gas dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian sensor gas dan respon alarm

No.	Konsentrasi gas (ppm)	Respon alarm
1	1015,12	Off
2	1203,10	Off
3	4121,28	Off
4	7536,31	On
5	7890,81	On
6	12937,69	On
7	15631,27	On
8	18987,28	On
9	21223,26	On

Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4, nilai konsentrasi gas yang pertama terbaca adalah 1015,12 ppm. Nilai ini didapatkan saat kondisi udara disekitar sensor tidak tercium bau gas. Kemudian diberikan sejumlah gas dari korek api gas, nilai ppm akan naik sesuai dengan kadar gas yang terdeteksi oleh sensor gas. Pengujian dilakukan sebanyak 9 kali dengan memberikan sejumlah gas dari korek api gas dengan jumlah yang berbeda. Namun, nilai data ppm yang terbaca akan tergantung pada kepekaan sensor dan kondisi udara saat pengujian karena gas sangat mudah terpengaruh udara sekitarnya. Dapat dilihat pada Tabel 4, pada saat nilai ppm kurang dari 5000, alarm akan “Off” dan saat nilai ppm lebih dari 5000, alarm akan “On” (bunyi) yang menunjukkan kondisi bahaya.

Selain sensor MQ-6, pengujian selanjutnya adalah sensor deteksi api (*flame detector*). Pengujian kepekaan detektor api dilakukan dengan memberikan sejumlah kecil nyala api dari korek api mendekati sensor. Sensor akan bekerja ketika fototransistor mendeteksi gelombang inframerah dengan level tertentu. Jarak sumber api divariasikan untuk mendapatkan jarak terjauh yang dapat di deteksi oleh sensor. Detektor api akan mendeteksi adanya api dan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler. Bila sensor mendeteksi gelombang inframerah, besaran ini akan diubah ke sinyal tegangan sebagai masukan komparator LM393 pada modul detektor api. Tegangan ini akan dibandingkan dengan masukan komparator lainnya dari tegangan keluaran trimpot. Bila tegangan ini lebih besar dari tegangan trimpot, tegangan keluaran komparator akan berubah mendekati nol (aktif rendah), ini menunjukkan terdeteksi adanya api. Bila sensor tidak mendeteksi adanya api, keluaran komparator akan mendekati tegangan *Vcc*. Tegangan keluaran komparator merupakan tegangan digital sebagai masukan mikrokontroler pada pin D5. Tegangan atau sinyal ini kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk memberikan notifikasi bahaya. Hasil pengujian kepekaan detektor api dengan variasi jarak dan respon alarm dapat ditunjukkan pada Tabel 5.

Pada Tabel 5, jarak pengujian antara sensor dengan api dimulai pada jarak 10 cm untuk mendapatkan jarak aman agar sensor tidak terkena jilatan api. Hasil pengujian menunjukkan bahwa detektor api dapat mendeteksi api di depan sensor dengan rentang jarak maksimal sekitar 110 cm.

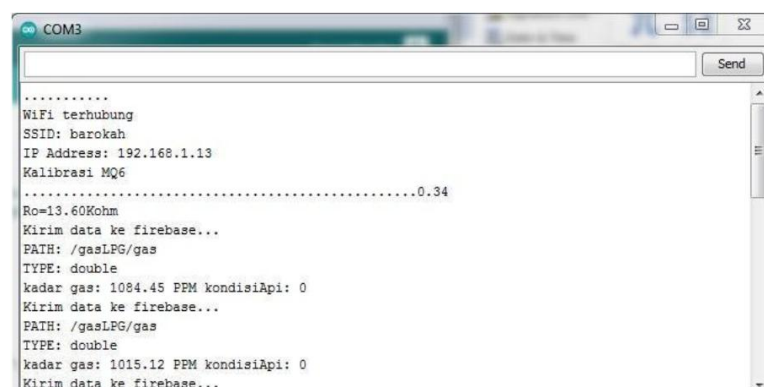
Tabel 5. Pengujian detektor api dengan variasi jarak deteksi

No.	Jarak sensor ke api (cm)	Respon alarm
1	10	On
2	20	On
3	40	On
4	60	On
5	80	On
6	100	On
7	110	On
8	120	Off
9	130	Off

Dari hasil pengujian ini, jarak rentang deteksi ditandai dengan kondisi alarm masih “On” (bunyi). Setelah jarak 110 cm, pada jarak 120 cm dan jarak lebih jauh lagi, sensor tidak dapat mendeteksi api. Dalam hal ini, jarak diluar jangkauan deteksi ditandai dengan alarm dalam kondisi “Off” (tidak bunyi). Sehingga, alarm akan “On” bila detektor masih dapat mendeteksi api dan alarm akan “Off” bila detektor sudah tidak dapat mendeteksi api. Berdasarkan hasil ini, detektor api dapat mendeteksi api sampai jarak 110 cm dari sumber api. Bila terdeteksi api, *smartphone* akan menampilkan pesan “Ada api!!” dan bila tidak terdeteksi api, *smartphone* akan menampilkan pesan “Tidak Ada api!!” pada aplikasi Kodular.

Pada saat sensor atau detektor membaca data/sinyal bau gas atau api, data akan diproses oleh mikrokontroler. Selanjutnya, mikrokontroler akan mengirimkan suatu sinyal aktif dari data sensor tersebut ke perangkat antarmuka web dan disimpan di *cloud server* melalui jaringan wifi. Data sensor di *cloud server* dapat diakses di *smartphone* pengguna dengan aplikasi Kodular. Bila terdeteksi bau gas atau api, alarm pada sistem akan berbunyi dan pesan notifikasi akan dikirimkan ke *smartphone* melalui *web server*. Meskipun tidak terdeteksi kebocoran gas atau nyala api, kadar konsentrasi gas maupun status kondisi adanya api tetap dapat diakses melalui *smartphone*, dalam hal ini diistilahkan *manual monitoring mobile*. Untuk menguji konektivitas perangkat mikrokontroler ESP8266 terhadap *cloud server*, dilakukan pengujian sebagai berikut.

Pertama, dengan mengaktifkan mode wifi agar modul NodeMCU ESP8266 dapat terkoneksi ke jaringan internet. Setelah terhubung ke internet, modul NodeMCU ESP8266 dapat mengirimkan notifikasi ke *smartphone* melalui aplikasi Kodular sesuai dengan program yang telah dibuat. Pengujian modul NodeMCU ESP8266 sebagai *access point* dengan cara memasukkan *ssid* dan *password* untuk menyambungkan ke jaringan. Setelah itu, membuka jendela *serial monitor* pada IDE Arduino, maka akan ditampilkan alamat IP (*Internet Protocol*). Tampilan serial monitor pada Arduino IDE ketika terhubung ke wifi dapat dilihat pada Gambar 9.



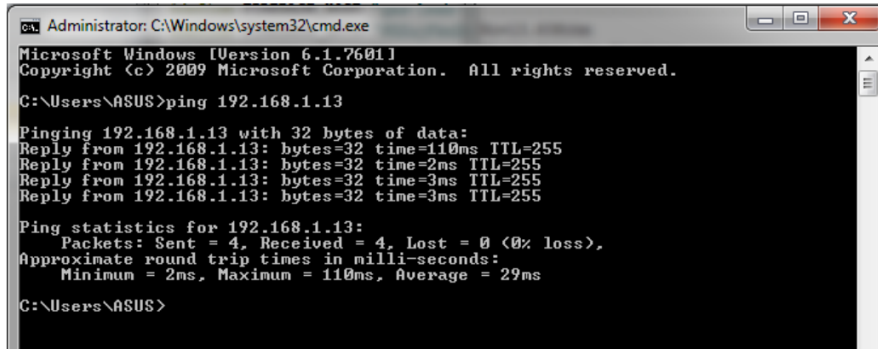
```

COM3
.....
WiFi terhubung
SSID: barokah
IP Address: 192.168.1.13
Kalibrasi MQ6
.....0.34
Ro=13.60Kohm
Kirim data ke firebase...
PATH: /gasLPG/gas
TYPE: double
kadar gas: 1084.45 PPM kondisiApi: 0
Kirim data ke firebase...
PATH: /gasLPG/gas
TYPE: double
kadar gas: 1015.12 PPM kondisiApi: 0
Kirim data ke firebase...

```

Gambar 9. Tampilan serial monitor saat terhubung ke wifi

Pada Gambar 9, dapat dilihat status perangkat terhubung ke wifi, *ssid* dan alamat IP perangkat juga dapat dibaca dengan alamat IP adalah 192.168.1.13. Dalam tampilan ini, dapat terbaca kadar konsentrasi gas dan kondisi api yang dideteksi oleh sensor dan data yang diproses oleh mikrokontroler. Setelah itu, data dikirimkan ke *firebase* atau *cloud server*. Pengujian konektivitas dan pengiriman data ke *cloud server* dilakukan pada jendela *command prompt* dengan perintah ping diikuti alamat IP. Hasil pengujian perintah ping dapat ditunjukkan pada Gambar 10.



```

Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\ASUS>ping 192.168.1.13

Pinging 192.168.1.13 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.13: bytes=32 time=110ms TTL=255
Reply from 192.168.1.13: bytes=32 time=2ms TTL=255
Reply from 192.168.1.13: bytes=32 time=3ms TTL=255
Reply from 192.168.1.13: bytes=32 time=3ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.1.13:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 110ms, Average = 29ms

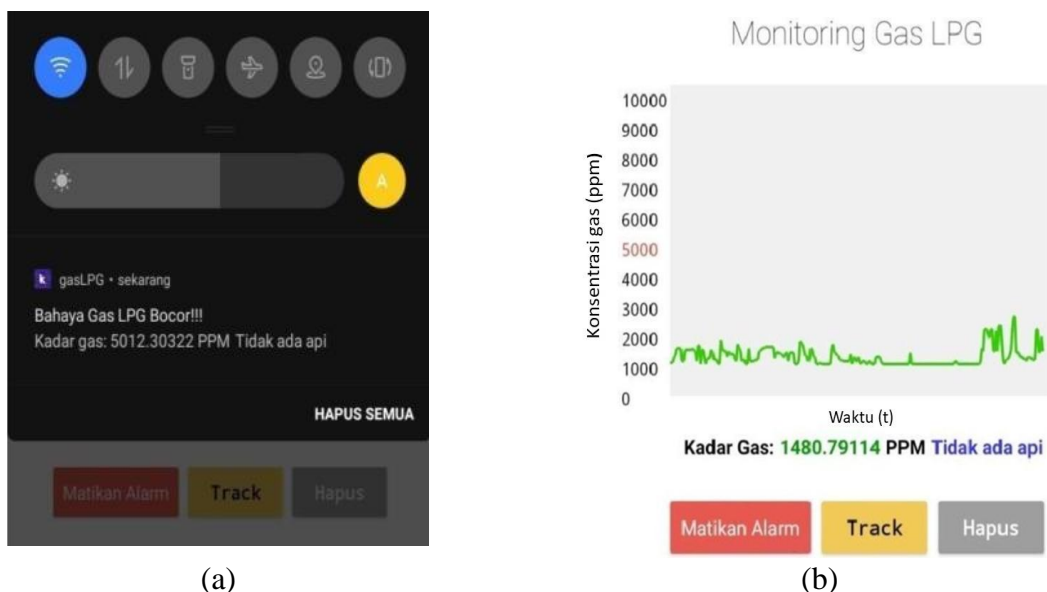
C:\Users\ASUS>

```

Gambar 10. Tampilan *command prompt*

Dapat dilihat pada Gambar 10, data yang terkirim 4 paket dan yang diterima juga 4 paket, berarti tidak ada paket data yang hilang (0% *loss*). Ini berarti data *link* (jalur data) koneksi wifi dan *internet protocol* bekerja dengan benar. Waktu minimum, maksimum dan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman paket data dapat berbeda-beda tergantung kondisi jaringan pada saat pengujian.

Setelah data sensor berhasil dikirimkan ke *cloud server*, selanjutnya data diteruskan ke *smartphone* pengguna untuk mengirimkan pesan. Bila sensor mendeteksi bau gas atau terjadi kebocoran gas di udara, pesan notifikasi pada layar *smartphone* “Bahaya Gas LPG Bocor!!!”. Nilai kadar konsentrasi gas akan ditampilkan dalam ppm dan status terdeteksi adanya api juga akan ditampilkan. Bila sensor api tidak mendeteksi adanya api, muncul pesan “Tidak ada api” dan bila terdeteksi ada api, muncul pesan “Ada api” pada layar *smartphone*. Untuk waktu, nilai *default*-nya adalah waktu sekarang saat data diakses. Gambar tangkapan layar notifikasi pada aplikasi Kodular di *smartphone* ditunjukkan pada Gambar 11(a).

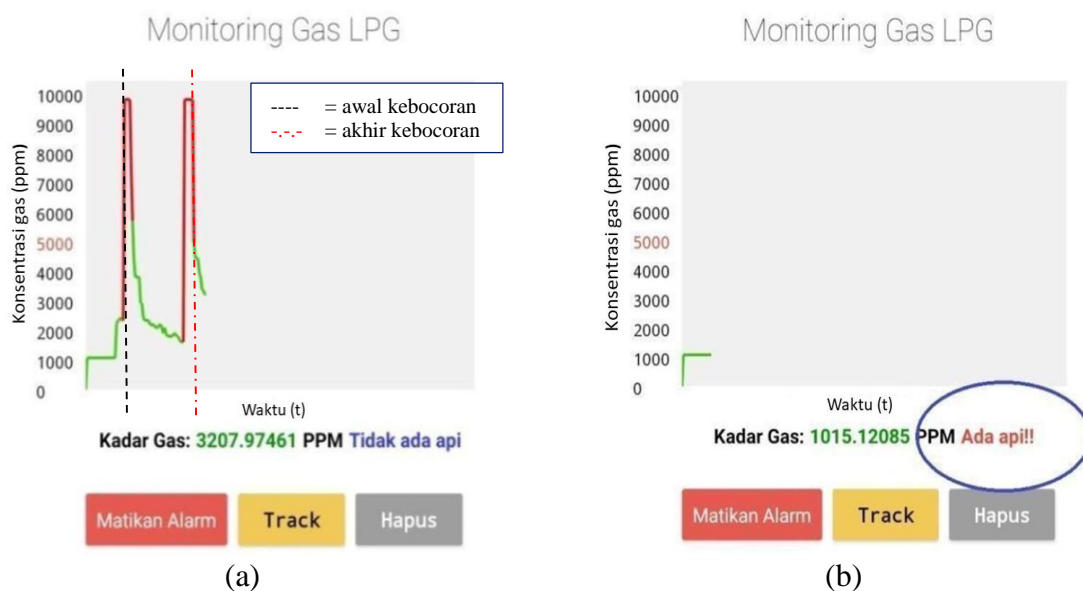


(a)

(b)

Gambar 11. (a) Tampilan notifikasi dan (b) tampilan grafik pada *smartphone*

Di dalam tampilan layar Gambar 11(a), terdapat beberapa tombol menu *Matikan Alarm* untuk mematikan alarm, *Track* untuk menampilkan grafik, dan *Hapus* untuk menghapus pesan. Tampilan hasil perancangan ini cukup sederhana dan mungkin terkesan biasa saja. Namun, pesan notifikasi dan fungsi tombol dapat terbaca dengan baik. Bila tombol-tombol tersebut disentuh, akan memberikan aksi sesuai dengan fungsinya. Saat tombol *Track* disentuh, akan muncul tampilan grafik *real-time* dan pesan notifikasi seperti pada Gambar 11(b). Pada Gambar 11(b), kadar konsentrasi gas ditunjukkan dalam bentuk grafik respon naik turun pada sumbu vertikal sesuai dengan pembacaan sensor. Sementara sumbu horisontal adalah waktu, yaitu jam pada *smartphone* saat data diakses atau waktu sekarang. Kadar konsentrasi gas di udara dianggap bahaya bila nilainya lebih besar atau sama dengan 5000 ppm. Kadar konsentrasi gas dalam bentuk grafik adalah data yang terbaca oleh sensor secara *real-time*, sementara kadar konsentrasi gas yang tertulis pada pesan notifikasi dibawahnya (lima digit di belakang koma) adalah nilai terakhir yang terbaca sensor. Gambar 11(b) menunjukkan grafik konsentrasi gas saat tidak ada kebocoran gas dan tidak ada api. Grafik respon dibuat berwarna hijau untuk menunjukkan kondisi tidak ada kebocoran gas elpiji atau sensor tidak mendeteksi adanya bau gas. Bila terjadi adanya kebocoran gas, grafik respon akan berubah berwarna merah. Hasil pengujian saat terjadi kebocoran gas di udara dan adanya api dapat ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan notifikasi grafik saat terjadi kebocoran tidak ada api (a) dan notifikasi saat ada api (b)

Gambar 12(a) menunjukkan grafik konsentrasi gas dan saat terjadi kebocoran gas elpiji. Bila terdeteksi adanya kebocoran gas elpiji, sinyal grafik akan berwarna merah sementara waktu terjadinya akan menyesuaikan waktu saat itu karena grafik bersifat *real-time*. Saat mulai dan akhir terjadi kebocoran gas dapat dibaca pada tampilan grafik yang telah diberi tanda garis putus-putus (garis tidak terdapat pada tampilan sebenarnya). Kemudian, bila tidak terdeteksi ada api, tertulis pesan “Tidak ada api”. Bila terdeteksi adanya api, alarm akan “On” (bunyi) dan pesan notifikasi muncul “Ada api!!” sebagaimana telah diujikan dan ditunjukkan pada Gambar 12(b). Hasil pembacaan data sensor gas dapat dipengaruhi kondisi udara di lingkungan pengujian dan waktu pengiriman sinyal data secara *real-time* dapat dipengaruhi kuat lemahnya sinyal GSM (*global system for mobile communication*) saat pengujian.

4. Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, sistem dapat diimplementasikan dalam bentuk prototipe dan telah diuji kinerjanya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi kebocoran gas dan mendeteksi api dan memberikan tanda bahaya bunyi alarm. Sistem dapat mengirimkan pesan notifikasi ke *smartphone* dan memberikan pesan bahaya melalui aplikasi Kodular saat terdeteksi kebocoran gas atau terdeteksi api. Bila tidak terdeteksi kebocoran gas, kadar konsentrasi gas tetap dapat diakses melalui *smartphone*, dalam hal ini diistilahkan *manual monitoring*. Sistem ini dapat memberikan informasi pesan notifikasi bahaya dan nilai konsentrasi gas dalam rentang 1000 - 10000 ppm. Dalam perancangan ini, notifikasi bahaya akan dikirimkan bila kadar konsentrasi gas melebihi 5000 ppm. Sementara itu, detektor api yang digunakan pada sistem ini dapat mendeteksi api hingga jarak 110 cm dari sumber api. Bila terdeteksi ada api, sistem dapat memberikan pesan notifikasi adanya api di *smartphone*. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dikembangkan tampilan notifikasi yang lebih baik lagi dan lebih *user friendly* serta dapat dipertimbangkan kecepatan respon sistem dalam menanggapi perubahan data sensor sampai pesan notifikasi dapat diterima di *smartphone*.

Daftar Pustaka

- [1] Adekitan, A. I., Matthews, V. O., & Olasunkanmi, O. (2018, September). A microcontroller based gas leakage detection and evacuation system. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 413, No. 1, p. 012008). IOP Publishing.
- [2] Nuga, O. O., Amusa, K. A., & Olanipekun, A. J. (2017). GSM-Based Gas Leakage Detection and Alert System. *ABUAD Journal of Engineering Research and Development (AJERD)*, 1(1), 100-104.
- [3] Chraim, F., Erol, Y. B., & Pister, K. (2015). Wireless gas leak detection and localization. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 12(2), 768-779.
- [4] Kodali, R. K., Greeshma, R. N. V., Nimmanapalli, K. P., & Borra, Y. K. Y. (2018, December). IOT Based Industrial Plant Safety Gas Leakage Detection System. In *2018 4th International Conference on Computing Communication and Automation (ICCCA)* (pp. 1-5). IEEE.
- [5] Nasir, A. Y., Boniface, A., Hassan, A. M., & Tahir, N. M. (2019). Development of a Gas Leakage Detector with Temperature Control system. *Development*, 6(12).
- [6] Detik News (2021) "Rumah Terbakar Dipicu Elpiji Bocor di Bandung, 8 Orang Luka", <https://news.detik.com/berita-jawa-barat/d-5739776/rumah-terbakar-dipicu-elpiji-bocor-di-bandung-8-orang-luka>, diakses tanggal 21 November 2021.
- [7] Detik News (2020) "Mobil Bermuatan Gas Elpiji Terbakar di SPBU Cianjur, Satu Tabung Meledak", <https://news.detik.com/berita-jawa-barat/d-5224774/mobil-bermuatan-gas-elpiji-terbakar-di-spbu-cianjur-satu-tabung-meledak>, diakses tanggal 21 November 2021.
- [8] Dalaba, M., Alirigia, R., Mesenbring, E., Coffey, E., Brown, Z., Hannigan, M., & Dickinson, K. L. (2018). Liquefied petroleum gas (LPG) supply and demand for cooking in northern Ghana. *EcoHealth*, 15(4), 716-728.
- [9] Guo, K., Yang, P., Guo, D. H., & Liu, Y. (2019). Gas leakage monitoring with mobile wireless sensor networks. *Procedia Computer Science*, 154, 430-438.
- [10] Nasir, A. Y., Bature, U. I., Tahir, N. M., Babawuro, A. Y., Boniface, A., & Hassan, A. M. (2020). Arduino based gas leakage control and temperature monitoring system. *International Journal of Information and Communication Technology (IJ-ICT)*, 9(3), 171-178.
- [11] Evalina, N., & Azis, H. A. (2020, April). Implementation and design gas leakage detection system using ATmega8 microcontroller. In *IOP Conference Series: Materials*

- Science and Engineering* (Vol. 821, No. 1, p. 012049). IOP Publishing.
- [12] Dong, L., Qiao, Z., Wang, H., Yang, W., Zhao, W., Xu, K., ... & Yan, H. (2019). The gas leak detection based on a wireless monitoring system. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(12), 6240-6251.
 - [13] Attia, H. A., & Ali, H. Y. (2016). Electronic Design of Liquefied Petroleum Gas Leakage Monitoring, Alarm, and Protection System Based on Discrete Components. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(19), 9721-9726.
 - [14] Sitompul, E., & Rohmat, A. IoT-based Running Time Monitoring System for Machine Preventive Maintenance Scheduling. *ELKHA*, 13(1), 33-40.
 - [15] Stefanie, A., & Suci, F. C. (2021). Analisis Performansi PLTS Off-Grid 600 Wp menggunakan Data Akuisisi berbasis Internet of Things. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 9(4), 761.
 - [16] Rahmaddi, R., & Rohmah, R. N. (2021). Sistem Keamanan dan Pengairan Ladang Pertanian Berbasis IOT. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 21(2), 126-134.
 - [17] Hanwei Sensors, Technical Data MQ-6 Gas Sensor, <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-6.pdf>, diakses tanggal 1 November 2021.
 - [18] Everlight (2005). Technical Data Sheet-5mm Phototransistor T-1. Everlight Electronics Co., Ltd.
 - [19] Espressif Systems IOT Team (2015). ESP8266EX Datasheet. Espressif Systems <http://bbs.espressif.com/>.