

Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis *Internet of Things* Dengan Katup Regulator Otomatis

Venna Valencia¹, Louis Putra Purnama², Chandra Tjong³, Johansah Liman⁴

^{1,3,4}Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer,
Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta

²*Ukrida Science Center (USC)*,
Universitas Kristen Krida Wacana, Jakarta

¹venna.2017te006@civitas.ukrida.ac.id, ²louis.purnama@ukrida.ac.id,

³chandratjong@yahoo.com, ⁴johansah@ukrida.ac.id

Abstrak

Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan salah satu gas yang mudah terbakar. Kebocoran pada tabung gas LPG yang tidak diketahui oleh penggunanya dapat berdampak fatal apabila tidak ada sistem yang mendeteksi serta menanggulangi kebocoran tersebut. Maka dari itu, penelitian ini merancang sistem untuk mendeteksi dan menanggulangi kebocoran gas LPG berbasis *Internet of Things* secara otomatis. Cara kerja sistem ini adalah sensor MQ-6 mendeteksi kepekatan gas LPG di sekitar tabung dengan batas nilai analog saat kondisi aman <400 dan kondisi bahaya ≥ 400 . Sensor akan terus mendeteksi selama alat menyala dan mengirimkan data ke mikrokontroler berupa *NodeMCU ESP8266* yang kemudian mentransmisikan data tersebut ke *Firebase*. Dari *Firebase*, pengguna akan mendapatkan informasi mengenai kadar gas LPG dalam kondisi aman/bahaya, posisi regulator gas, serta kondisi kipas dan *buzzer* melalui aplikasi *smartphone* secara *real time*. Jika kondisi aman, LED hijau akan menyala sedangkan kondisi bahaya maka secara fisik mikrokontroler akan memberikan respon kepada motor servo untuk memutar katup regulator menjadi posisi terbuka, menyalakan kipas, LED merah dan *buzzer* sedangkan secara virtual pengguna akan mendapatkan informasi melalui aplikasi *smartphone* dan notifikasi melalui aplikasi *WhatsApp* berupa pesan singkat sebagai peringatan bahwa kebocoran gas terdeteksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pendeteksi kebocoran gas LPG dapat bekerja dengan baik.

Kata kunci: pendeteksi kebocoran gas LPG, internet of things, sensor MQ-6, NodeMCU ESP8266, katup regulator otomatis

Abstract

Liquefied Petroleum Gas (LPG) is a flammable gas. Leaks in LPG gas cylinders that are not known to the user can have a fatal impact if there is no system that detects and stop the leak. Therefore, this study designed a system to detect and solve LPG gas leaks based on the Internet of Things automatically. The way this system works is that the MQ-6 sensor detects the concentration of LPG gas around the cylinder with an analog value limit when the safe condition is <400 and the danger condition is 400. The sensor will continue to detect as long as the tool is on and send data to the microcontroller in the form of NodeMCU ESP8266

which then transmits the data to Firebase. From Firebase, users will get information about LPG gas levels in safe/dangerous conditions, gas position control, as well as fan and buzzer conditions through a smartphone application in real time. If the conditions are safe, the green LED will light up and the condition is dangerous, the microcontroller will physically respond to the servo motor to turn the regulator valve open, the fan, the red LED and the buzzer while virtually the user will get information through the application and notifications via the WhatsApp application in the form of a short message as a warning that gas was detected. The test results show that the LPG gas detection system can work well.

Keywords: LPG gas detection system, internet of things, sensor MQ-6, NodeMCU ESP8266, gas position control

1. Pendahuluan

Dalam beberapa dekade terakhir, teknologi dalam pengolahan gas alam semakin canggih agar menghasilkan energi yang ramah lingkungan dan ekonomis. Salah satu hasil inovasi dari gas alam adalah gas LPG.[1] *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) merupakan gas hidrokarbon yang dicairkan dengan tekanan untuk memudahkan penyimpanan, pengangkutan, dan penanganannya yang pada dasarnya terdiri atas propana, butana, atau campuran keduanya [2]. Gas LPG yang dipasarkan memiliki beberapa ukuran, namun yang paling umum digunakan dalam rumah tangga adalah gas LPG berukuran 3 kg. Gas LPG tidak berbau, berwarna, dan beracun. Agar pengguna dapat mendeteksi kebocoran pada tabung gas LPG, PT. Pertamina menambahkan gas merkaptan sebagai campuran sehingga gas LPG memiliki bau yang khas. [3]

Kemudahan dalam penggunaan dan ketersediaan gas LPG memberikan dampak yang baik bagi masyarakat, namun jika pemasangan dan kondisi peralatan gas LPG tidak sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dapat menimbulkan dampak yang berakibat fatal. Pada bulan Januari 2020 lalu, satu keluarga menjadi korban kecelakaan gas LPG akibat kebocoran gas yang tidak diketahui sehingga menyebabkan ledakan dan kebakaran [4]. Kebocoran pada tabung gas rentan terhadap percikan api sehingga dapat memiculedakan sehingga menyebabkan kebakaran jika tidak segera ditangani dengan tepat dan cepat. Secara umum penyebab terjadinya kebocoran pada tabung gas adalah regulator dan selang tidak ber-SNI, sudah tidak layak pakai, kesalahan pada pemasangan regulator, atau karet pengaman sudah rusak [5]. Untuk itu, sebaiknya mengganti peralatan gas LPG selama beberapa bulan sekali dan menggunakan peralatan berlogo SNI (Standar Nasional Indonesia) guna mencegah hal tersebut terjadi dan menurunkan angka kecelakaan pada kasus gas LPG.

Untuk meminimalisir terjadinya kebocoran pada tabung gas LPG berukuran 3 kg dibutuhkan alat yang dapat mendeteksi dan mengatasi kebocoran gas LPG secara dini.[6-12] Beberapa peneliti dari berbagai universitas sebelumnya telah merancang alat pendeteksi gas LPG, diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Mifza Ferdian Putra et al (2017) menggunakan *Arduino* sebagai mikrokontroler, sensor MQ-6 sebagai pendeteksi gas, *ethernet shield* sebagai penghubung ke internet, LED, kipas, *buzzer*, dan aplikasi *Android (platform Cayenne)* sebagai notifikasi. Hasilnya adalah saat tidak ada gas LPG data ADC bernilai 110-120 sedangkan saat ada gas LPG data ADC bernilai 800, kemudian pengguna dapat mengetahui informasi data analog gas (kebocoran gas) dari jarak jauh dari aplikasi *smartphone* [10]

b. Achmad Fachrureza et al (2021) menggunakan *NodeMCU ESP8266* sebagai mikrokontroler, sensor MQ-6 sebagai pendeteksi gas, relay sebagai saklar, LED, kipas, *buzzer*, dan aplikasi *smartphone android* sebagai notifikasi. Peneliti tersebut juga menguji kecepatan jaringan saat pengiriman notifikasi ke *smartphone*. Hasilnya adalah pengguna dapat mengetahui kebocoran gas dari jarak jauh dengan aplikasi *Android* dengan kondisi aman jika nilai kadar gas < 800 ppm dan kondisi bahaya jika nilai kadar gas \geq 800 ppm. [11]

c. Dody Samudera dan Ari Sugiharto (2018) merancang sistem peringatan dan penanganan kebocoran gas LPG menggunakan *hardware* berupa *NodeMCU ESP8266* sebagai mikrokontroler, sensor MQ-2 dan *flame sensor* sebagai pendeteksi gas dan api, sensor *load cell* sebagai sensor berat gas, motor servo sebagai pengendali katup regulator, serta *buzzer* dan *website* sebagai notifikasi. Hasilnya adalah penanganan kebocoran gas dapat ditangani melalui kendali katup regulator otomatis dan pengguna dapat mengetahui kebocoran gas maupun kebakaran serta data konsentrasi dan berat gas melalui *website*. [12]

Secara dominan alat pendeteksi yang dirancang oleh tim peneliti tersebut menggunakan konsep *Internet of Things* sehingga pengguna dapat mengetahui dari jarak jauh. Namun untuk mencegah kebocoran gas dengan cepat dan efektif dibutuhkan pemutar otomatis pada katup regulator gas. Oleh karena itu, penulis mengembangkan dan merancang alat pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis *Internet of Things* dengan katup regulator otomatis menggunakan mikrokontroler berupa *NodeMCU ESP8266* sebagai pengendali utama, sensor MQ-6 sebagai pendeteksi gas LPG, *Firebase* sebagai *database*, motor servo untuk menutup dan membuka katup regulator gas, kipas untuk mengurangi kepekatan gas LPG di sekitar tabung gas, LED, *buzzer*, dan *WhatsApp* sebagai notifikasi kebocoran gas, serta aplikasi *smartphone* sehingga pengguna mendapatkan informasi kondisi tabung gas dalam kondisi aman maupun bahaya melalui jaringan internet.

2. Metode Penelitian

2.1 Konsep Dasar

Konsep dari alat ini ditunjukkan Gambar 1. Metode yang digunakan pada perancangan alat ini adalah mengukur konsentrasi gas LPG di sekitar tabung gas sehingga dapat memberikan informasi tabung gas dalam keadaan aman maupun bahaya kepada pengguna untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan. Alat ini juga dapat menanggulangi kebocoran gas LPG dengan sistem katup regulator otomatis.

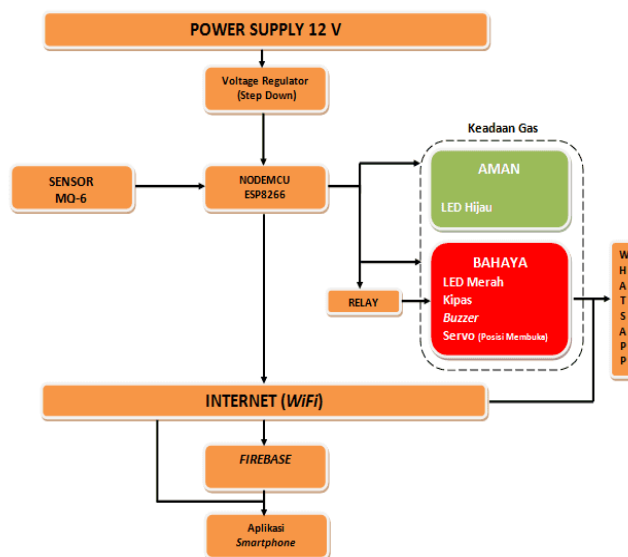


Gambar 1. Konsep dasar alat

Input dari sensor gas MQ-6 berupa nilai analog sesuai dengan konsentrasi gas LPG yang dideteksi, semakin besar nilai analog yang dihasilkan maka konsentrasi gas semakin pekat, begitupun sebaliknya. Sensor akan mendeteksi secara terus menerus selama alat menyala dan mengirimkan data ke mikrokontroler berupa *NodeMCU ESP8266* yang kemudian mentransmisikan data tersebut ke *Firebase*. Dari *Firebase*, pengguna akan mendapatkan informasi mengenai kadar gas LPG dalam kondisi aman/bahaya, kondisi regulator gas (terbuka/tertutup), serta kondisi kipas dan alarm melalui aplikasi *smartphone* pengguna yang dirancang menggunakan *platform MIT App Inventor* secara *real time*.

Jika sensor mendeteksi kondisi aman maka LED hijau akan menyala, sedangkan jika kondisi bahaya maka secara fisik mikrokontroler akan memberikan respon kepada motor servo untuk memutar katup regulator menjadi posisi terbuka, menyalakan kipas, serta menyalakan LED merah dan *buzzer* sedangkan secara virtual pengguna akan mendapatkan informasi melalui aplikasi *smartphone* dan notifikasi pada aplikasi *WhatsApp* berupa pesan singkat melalui *platform Call Me Bot* sebagai peringatan bahwa kebocoran gas terdeteksi.

2.2 Perancangan Sistem



Gambar 2. Diagram blok alat

Diagram blok dari alat ini ditunjukkan Gambar 2. Fungsi dari masing-masing blok alat pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis *Internet of Things* dengan katup regulator otomatis adalah sebagai berikut:

a. Hardware

1. Power Supply (Catu Daya)

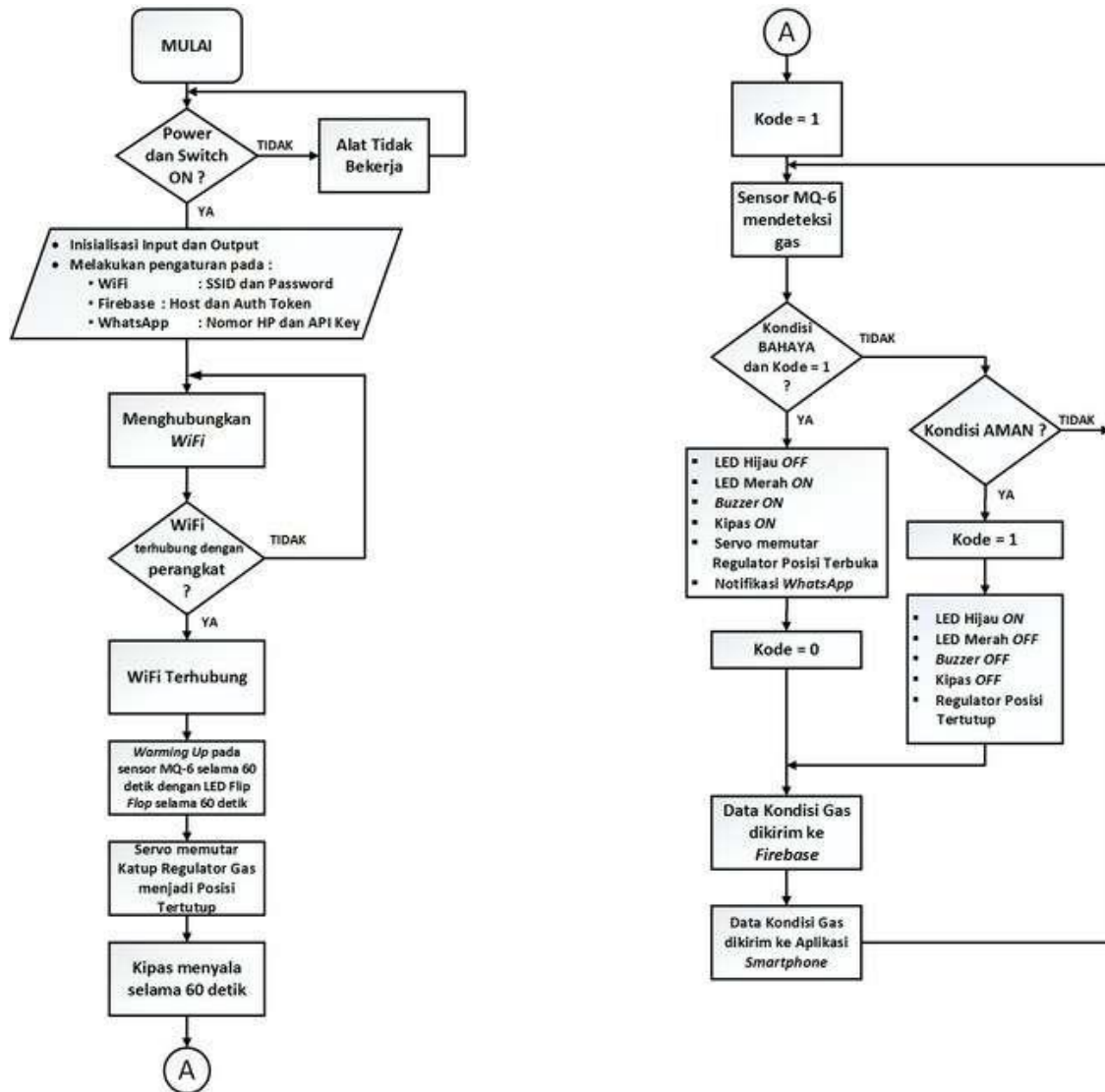
Berfungsi sebagai sumber utama tenaga listrik pada alat. Tegangan yang digunakan sebesar 12 V.

2. Voltage Regulator (Step Down) LM 2596

Berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik DC sesuai tegangan yang dibutuhkan oleh alat. Pada alat ini tegangan keluaran dari komponen ini adalah 5 V.

3. Sensor gas MQ-6
Berfungsi sebagai input pada alat dengan mendeteksi konsentrasi/kadar gas LPG di udara.
 4. NodeMCU ESP8266
Berfungsi sebagai perangkat elektronik yang memproses keseluruhan *input* dan *output* pada alat.
 5. Modul Relay 4 Channel
Berfungsi sebagai saklar untuk menyalakan maupun mematikan kipas pada alat. Tegangan yang dibutuhkan untuk menyalakan modul relay ini sebesar 5 V.
 6. LED
Berfungsi sebagai indikator pada alat dengan cara memancarkan cahaya.
 - a. LED Hijau, sebagai indikator keadaan aman.
 - b. LED Merah, sebagai indikator keadaan bahaya.
 7. Kipas Portabel
Berfungsi untuk menurunkan konsentrasi berdasarkan kepekatan gas LPG di sekitar tabung gas.
 8. *Buzzer*
Berfungsi sebagai indikator keadaan bahaya pada alat dengan cara mengeluarkan bunyi.
 9. Motor Servo SPT 5325 – 25 Kg *Torque*
Berfungsi sebagai penggerak utama pada katup regulator tabung gas.
 10. Internet (WiFi)
Merupakan komponen utama *Internet of Things* yang berfungsi sebagai jaringan komunikasi utama pada alat untuk mengirim/menerima data kondisi gas dari mikrokontroler hingga *smartphone*.
- b. *Software*
1. *Firebase*
Merupakan *platform* Google yang berfungsi sebagai *database* untuk menerima maupun mengirim data kondisi gas secara *real time*.
 2. Aplikasi *smartphone*
Berfungsi untuk menampilkan informasi kondisi tabung gas melalui *smartphone*.
 3. *WhatsApp*
Berfungsi sebagai notifikasi berupa pesan singkat jika keadaan gas dalam bahaya.

2.3 Sistem Kerja Alat



Gambar 3. Diagram alir (flow chart) sistem alat

Sistem kerja dari alat pendeteksi kebocoran LPG berbasis *Internet of Things* ini digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3. Alur kerja pada sistem alat ini adalah sebagai berikut:

1. Saat alat dalam posisi ON, maka akan melakukan proses inisialisasi pin input dan output komponen yang digunakan. Kemudian melakukan pengaturan pada *WiFi* berupa *SSID* dan *password*, *Firebase* berupa *auth token* dan *host*, serta *WhatsApp* berupa nomor telepon (*smartphone*) dan *API Key* yang digunakan.
2. Melakukan proses penyambungan jaringan *WiFi* dengan *NodeMCU ESP8266*, jika berhasil tersambung maka proses selanjutnya akan dilakukan dan pada serial monitor akan menampilkan "*Wifi Connected*", namun apabila belum tersambung maka akan kembali ke proses penyambungan jaringan dan pada serial monitor akan menampilkan "*Wifi Connecting ...*" hingga proses ini berhasil.

3. Untuk lebih stabil dalam mendeteksi konsentrasi gas LPG di udara, maka dilakukan proses *warming up* pada sensor MQ-6 selama 60 detik. Proses ini menggunakan indikator LED hijau yang menyala kedap kedip (*flip flop*).
4. Setelah proses *warming up* selesai, maka motor servo akan memutar katup regulator dari posisi terbuka menjadi posisi tertutup.
5. Gas LPG akan terdeteksi saat proses penutupan katup regulator karena terdapat perbedaan tekanan antara katup regulator dengan mulut tabung gas. Maka dari itu, setelah servo menutup lalu kipas akan menyala selama 60 detik untuk menurunkan konsentrasi/kepekatan gas LPG yang berada di sekitar tabung gas.
6. Kode awal program diberikan angka = 1.
7. Sensor MQ-6 akan mendeteksi konsentrasi gas LPG secara terus menerus selama alat dinyalakan. Saat mendeteksi maka akan ada 2 kondisi seperti ditunjukkan Tabel 1 dan 2.

- Kondisi Aman

Tabel 1. Indikator pada kondisi aman

Indikator	Keadaan
LED Hijau	ON
LED Merah	OFF
<i>Buzzer</i>	OFF
Kipas	OFF
Regulator	Tertutup

- Kondisi Bahaya

Tabel 2. Indikator pada kondisi bahaya

Indikator	Keadaan
LED Hijau	OFF
LED Merah	ON
<i>Buzzer</i>	ON
Kipas	ON
Regulator	Terbuka
<i>WhatsApp</i>	Menerima Pesan

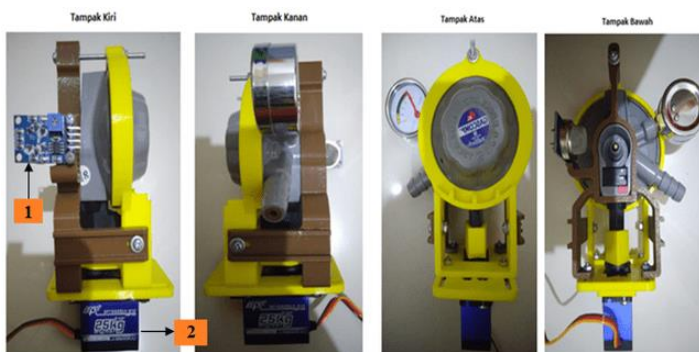
2. Kode awal yang digunakan pada program adalah 1. Saat sensor MQ-6 mendeteksi kondisi bahaya dan kode = 1, maka kondisi menjadi *true* dan pada *flowchart* akan menjawab "ya" sehingga indikator pada kondisi bahaya akan menyala. Setelah indikator tersebut menyala, akan dijalankan program dengan kode = 0 yang artinya program tidak dijalankan kembali. Ini dilakukan pada motor servo dan *WhatsApp* sehingga katup regulator menjadi posisi terbuka dan notifikasi *WhatsApp* berupa pesan singkat hanya dilaksanakan sekali saja selama alat menyala. Karena kode sudah berubah menjadi 0 saat kondisi bahaya masih berlangsung, maka pertanyaan kondisi bahaya dan kode = 1 menjadi *false* dan pada *flowchart* akan menjawab "tidak". Kemudian menuju pertanyaan kondisi aman, kondisi menjadi *false* dan pada *flowchart* akan menjawab "tidak" karena kondisi masih bahaya. Program akan berulang-ulang (*looping*) menuju pendeteksian gas oleh sensor MQ-6 sampai kondisi di sekitar tabung gas menjadi aman dan menjalankan kode = 1. Pada kondisi aman dijalankan kode = 1 yang berfungsi sebagai kode awal sehingga jika sensor mendeteksi kondisi bahaya maka pertanyaan kondisi bahaya dan kode = 1 menjadi *true* dan indikator pada kondisi bahaya akan menyala kembali dikarenakan kode sudah menjadi 1.

3. Saat sensor MQ-6 tidak mendeteksi kondisi bahaya, maka pertanyaan kondisi bahaya dan kode = 1 menjadi *false* dan pada *flowchart* akan menjawab “tidak” dan menuju pertanyaan kondisi aman. Saat kondisi aman terdeteksi, kondisi menjadi *true* dan indikator pada kondisi aman akan menyala. Sensor akan terus mendeteksi secara berulang-ulang sehingga jika suatu saat kondisi bahaya terdeteksi maka pertanyaan kondisi bahaya dan kode = 1 menjadi *true* karena pada kondisi aman sudah terdapat kode = 1, kemudian program pada kondisi bahaya akan dijalankan dan indikator pada keadaan bahaya akan kembali menyala sesuai dengan langkah nomor 8.
4. Hasil deteksi dari sensor MQ-6 berupa informasi mengenai kondisi tabung gas (aman maupun bahaya) akan dikirimkan oleh *NodeMCU ESP8266* melalui *WiFi* ke *Firebase* secara *real time* dan pengguna dapat mengetahui informasi tersebut melalui aplikasi pada *Smartphone*.
5. Secara *software* program dalam alat ini tidak akan berhenti karena adanya proses *looping* dalam mendeteksi konsentrasi gas LPG saat kondisi aman maupun bahaya selama alat menyala. Secara *hardware*, program ini akan berhenti jika alat dimatikan (*power* dan *switch* dalam posisi OFF) dan akan mengulang kembali dari awal jika alat telah dinyalakan kembali.

2.4 Desain Alat

2.4.1 Desain Pada Regulator Tabung Gas

Gambar 4 dan 5 adalah desain mekanik pada regulator tabung gas yang digunakan pada sistem alat pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis *Internet of Things* yang dicetak menggunakan *3D Printer*.



Gambar 4. Tampak kiri, kanan, atas, bawah pada desain regulator



Gambar 5. Desain *horn* pada motor servo sebagai pembuka/penutup katup regulator

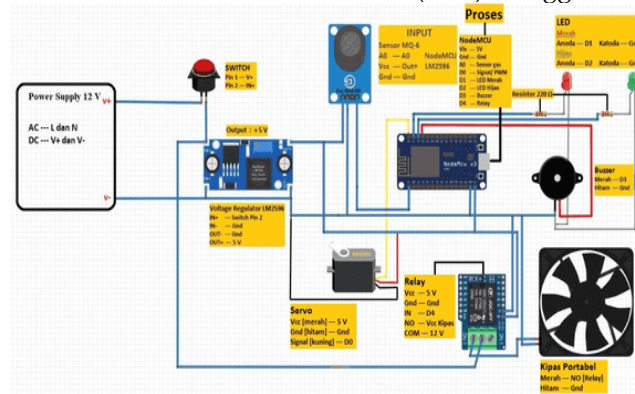
Pada Gambar 4, nomor 1 merupakan posisi sensor MQ-6 yang dirancang untuk berada di dekat mulut tabung gas LPG (dengan jarak 2 cm) sedangkan nomor 2

**Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Internet of Things
Dengan Katup Regulator Otomatis**
Venna Valencia, Louis Putra Purnama, Chandra Tjong, Johansah Liman

merupakan posisi motor servo yang dipasang dengan katup pembuka/penutup regulator.

2.4.2 Desain Rangkaian Elektronika

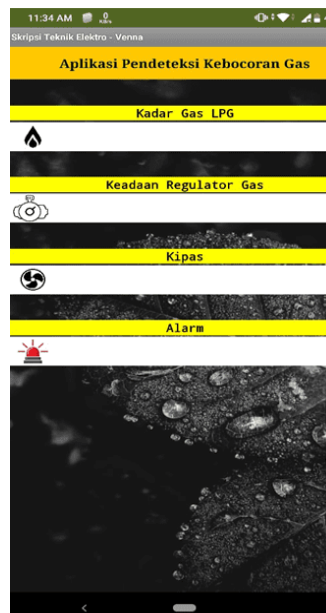
Untuk gambar rangkaian elektronika yang digunakan pada sistem alat ini terdapat pada Gambar 6. Penulis menggunakan aplikasi *fritzing* untuk merancang simulasi rangkaian elektronika ini. Desain skematik dan *board* (PCB) menggunakan aplikasi *Eagle*.



Gambar 6. Desain rangkaian elektronika pada alat

2.4.3 Desain Aplikasi Smartphone

Untuk desain aplikasi *smartphone*, penulis merancangnya dengan menggunakan *platform MIT App Inventor* seperti yang ditunjukkan Gambar 7. Informasi yang didapat dari aplikasi ini berupa konsentrasi gas LPG (aman/bahaya), keadaan regulator gas (terbuka/tertutup), kipas (ON/OFF), dan alarm (ON/OFF). Informasi tersebut dikirim dari mikrokontroler kepada *firebase* lalu ke aplikasi *smartphone*.

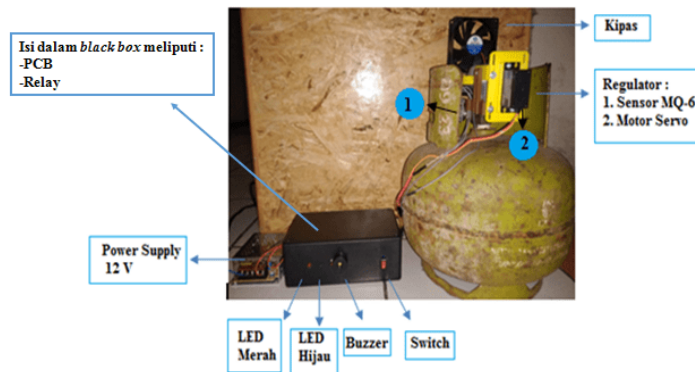


Gambar 7. Desain aplikasi *smartphone*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Perancangan Sistem Alat

Desain akhir dari hasil perancangan sistem alat pendeteksi kebocoran gas LPG berbasis *Internet of Things* ini digambarkan pada Gambar 8. Pada penelitian ini, penulis menggunakan tabung gas LPG berukuran 3 kg. Perangkat yang berada di dalam *box* warna hitam berupa PCB dan relay.



Gambar 8. Hasil akhir perancangan sistem alat

3.2 Pengujian

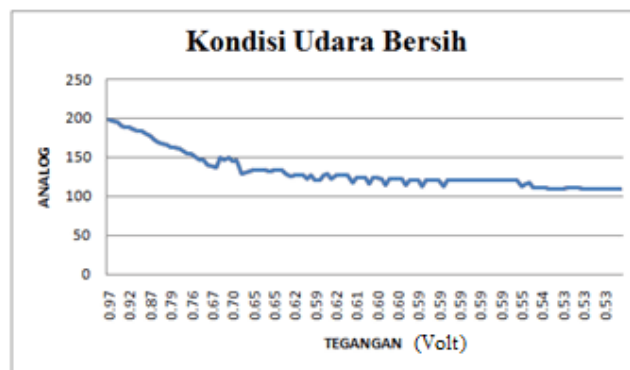
3.2.1 Pengujian Nilai Batas Aman dan Bahaya

Sensor MQ-6 membutuhkan tegangan input DC sebesar 5 Volt untuk dapat bekerja secara optimal. Rentang konsentrasi gas yang dapat dideteksi oleh sensor adalah 200 hingga 10000 ppm (*part per million*) [13]. Hasil dari pendeteksian sensor ini dapat berupa nilai analog dan digital. Untuk pengujian, penulis menggunakan nilai analog agar lebih presisi dalam mendeteksi kadar gas LPG tersebut.

Nilai analog yang terdeteksi oleh sensor MQ-6 kemudian dikonversikan menjadi nilai tegangan untuk menghitung nilai PPM gas LPG. Berdasarkan *website Learn Spark Fun*, untuk menghitung PPM pada gas LPG adalah $26,572 \times e^{(1,2894 \times V_{RL})}$ [14]. Di mana V_{RL} merupakan tegangan keluaran dari sensor pada saat mendeteksi.

Seperti ditunjukkan Gambar 9, pengujian saat udara bersih (tanpa adanya gas LPG) menunjukkan nilai rata-rata yang terdeteksi dari 125 data sebagai berikut:

- Nilai Analog : 131,3
- Tegangan : 0,64 Volt
- PPM : 60,64 ppm



Gambar 9. Grafik analog-tegangan pada kondisi udara bersih

Secara umum, masyarakat yang menggunakan tabung gas LPG menempatkan tabungnya di tempat yang tertutup dan sempit. Jika tabung ditempatkan pada kondisi udara terbuka, kemungkinan sensor MQ-6 akan sulit mendeteksi secara presisi karena gas LPG tidak terpusat dan menyebar akibat angin yang bertiup di sekitarnya. Karena perancangan alat ini terkonsentrasi pada sektor rumah tangga dimana posisi tabung gas berada di dalam ruangan dan sensor MQ-6 mengukur kepekatan dari gas LPG yang dideteksi, maka dari itu penulis melakukan pengujian batas aman dengan 2 kondisi tabung gas yaitu tidak tertutup dan tertutup oleh kardus guna untuk membandingkan hasil yang dideteksi. Kardus yang digunakan berukuran 35 cm × 19,5 cm × 24 cm.

Untuk pengujian dengan kondisi tabung gas tidak tertutup dan tertutup, nilai rata-rata yang terdeteksi menunjukkan hasil seperti pada Tabel 3 berikut:

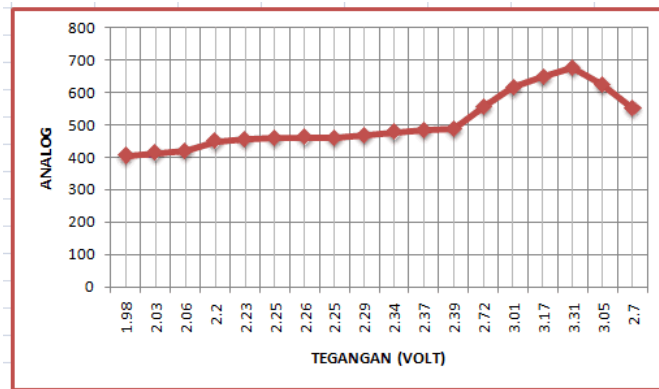
Tabel 3. Hasil pengujian batas kondisi aman

Saat Katup Regulator Belum Terpasang Pada Tabung Gas LPG			
Kondisi Tabung Gas	Analog	Tegangan (Volt)	PPM (ppm)
Tertutup	130 - 160	0,6 - 0,8	57 - 75
Tidak Tertutup	130 - 160	0,6 - 0,8	57 - 75
Saat Katup Regulator Telah Terpasang Pada Tabung Gas LPG			
Kondisi Tabung Gas	Analog	Tegangan (Volt)	PPM (ppm)
Tertutup	< 400	< 1,9	< 307
Tidak Tertutup	< 400	< 1,9	< 307

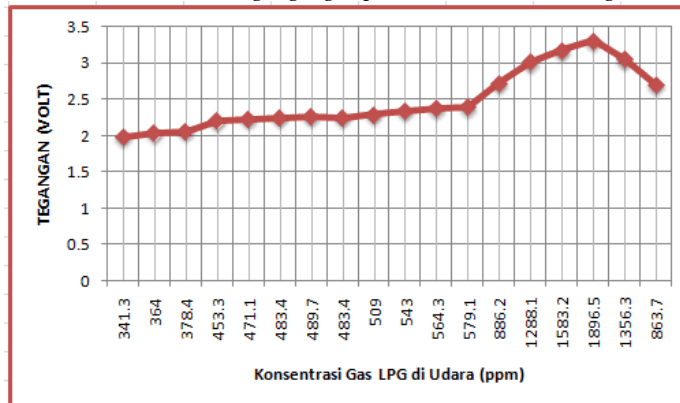
Pada Tabel 3, saat katup belum terpasang pada tabung gas LPG sensor MQ-6 mendeteksi nilai dengan kategori udara bersih. Setelah katup regulator terpasang, nilai akan naik dengan cepat hingga mencapai nilai < 400. Ini terjadi karena ada perbedaan tekanan antara katup regulator dengan tabung gas yang menyebabkan gas LPG akan keluar dan terdeteksi oleh sensor MQ-6. Namun karena tidak ada kebocoran, maka nilai analog akan menurun hingga mencapai angka 130 – 160.

Nilai rata-rata yang terdeteksi pada kondisi tabung gas tertutup dan tidak tertutup menunjukkan hasil yang sama. Namun yang membedakan adalah waktu penurunan nilai analog untuk mencapai angka 130 – 160 setelah katup regulator terpasang pada tabung gas LPG. Waktu yang diperlukan untuk mencapai nilai tersebut saat kondisi tabung gas tertutup lebih lambat dibandingkan yang tidak tertutup. Hal ini terjadi karena saat tertutup oleh kardus, gas LPG menjadi terpusat dan tidak menyebar sehingga penurunan kadar gas LPG membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan yang tidak tertutup oleh kardus.

Pengujian batas bahaya dilakukan pada kondisi tabung gas tertutup oleh kardus dengan melakukan simulasi kebocoran. Simulasi kebocoran ini dilakukan dengan membuat lubang kecil pada mulut selang gas sehingga menyebabkan kebocoran. Simulasi ini dilakukan selama 30 detik dengan nilai yang terdeteksi ditunjukkan pada Gambar 10 -11.



Gambar 10. Grafik analog-tegangan pada simulasi kebocoran gas LPG



Gambar 11. Grafik tegangan-ppm pada simulasi kebocoran gas LPG

Hasil dari pengujian saat terjadinya kebocoran gas menunjukkan bahwa semakin lama waktu kebocoran maka konsentrasi gas LPG semakin tinggi/pekat. Berdasarkan data dari *The National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), nilai LEL (*Lower Explosive Limit*) yang merupakan batas konsentrasi terendah gas di udara yang mudah terbakar pada LPG adalah 2000 ppm [15]. Pada pengujian ini, saat nilai sudah mendekati 2000 ppm (simulasi selama 30 detik) kebocoran dihentikan karena mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan (jika ada percikan api). Dikarenakan tujuannya dari perancangan alat ini adalah mendeteksi dan menanggulangi kebocoran gas secara cepat dan sedini mungkin sehingga meminimalisir kecelakaan, maka dari itu setelah melakukan pengujian pada batas aman dan bahaya pada tabung gas penulis menetapkan batas nilai pada alat seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Batas nilai sistem alat

Batas Nilai Analog	Kondisi
< 400	AMAN
≥400	BAHAYA

3.2.2 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada tahap ini, pengujian dilakukan dengan seluruh perangkat terhubung. Untuk menampilkan *serial monitor*, perangkat *NodeMCU ESP8266* dihubungkan ke laptop menggunakan kabel USB. Gambar 12 merupakan tampilan awal *serial monitor* pada *Arduino IDE* saat alat dinyalakan. Saat penutupan katup regulator gas, nilai analog cenderung naik namun perlahan menurun karena kipas menyala setelah katup regulator dalam posisi tertutup (tampilan *serial monitor* pada Gambar 13). Pada program yang telah

**Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Internet of Things
Dengan Katup Regulator Otomatis**
Venna Valencia, Louis Putra Purnama, Chandra Tjong, Johansah Liman

dirancang, motor servo berputar selama 3,46 detik (173° dengan 1° selama 20 ms) pada posisi membuka maupun menutup katup regulator. Hasil pengujian ditunjukkan Tabel 5.

```

COM11
Halo, selamat menggunakan alat :
Pendeteksi Kebocoran Gas Secara Otomatis
Menhubungkan perangkat ke WiFi
Wifi Connecting..
Wifi Connected
Warming Up Sensor Gas dalam 60 detik
Warming Up Sensor Gas Selesai
Regulator Gas Akan Menutup
Regulator Gas Tertutup
Kipas Menyala Selama 60 detik Saat Regulator Posisi Tertutup
Nilai Analog : 142 Nilai Voltase : 0.69 V
    
```

Gambar 12. Tampilan *Serial Monitor* saat alat dinyalakan

```

COM11
LED hijau ON
LED Merah OFF
ALARM OFF
KIPAS OFF
Nilai Analog : 260 Nilai Voltase : 1.27 V
AMAN
LED hijau ON
LED Merah OFF
ALARM OFF
KIPAS OFF
Nilai Analog : 309 Nilai Voltase : 1.51 V
AMAN
LED hijau ON
LED Merah OFF
ALARM OFF
KIPAS OFF
Nilai Analog : 328 Nilai Voltase : 1.60 V
AMAN
LED hijau ON
LED Merah OFF
ALARM OFF
KIPAS OFF
Nilai Analog : 337 Nilai Voltase : 1.65 V
AMAN
LED hijau ON
LED Merah OFF
ALARM OFF
KIPAS OFF
Nilai Analog : 291 Nilai Voltase : 1.42 V
    
```

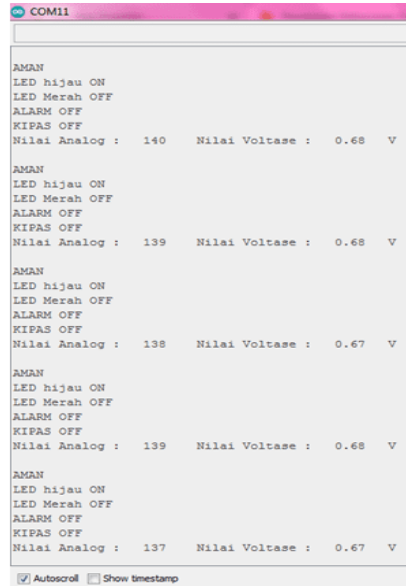
Gambar 13. Tampilan *Serial Monitor* saat regulator posisi menutup

Tabel 5. Pengujian saat regulator posisi menutup

Analog	≤ 337
Tegangan	$\leq 1,65$ V
PPM	≤ 223 ppm
Indikator	Kondisi
LED Hijau	ON
LED Merah	OFF
Alarm	OFF
Kipas	OFF
Posisi Servo	Tertutup

Pengujian kondisi aman menampilkan hasil seperti ditunjukkan Gambar 14 dan Tabel 6.

- Tampilan *Serial Monitor*

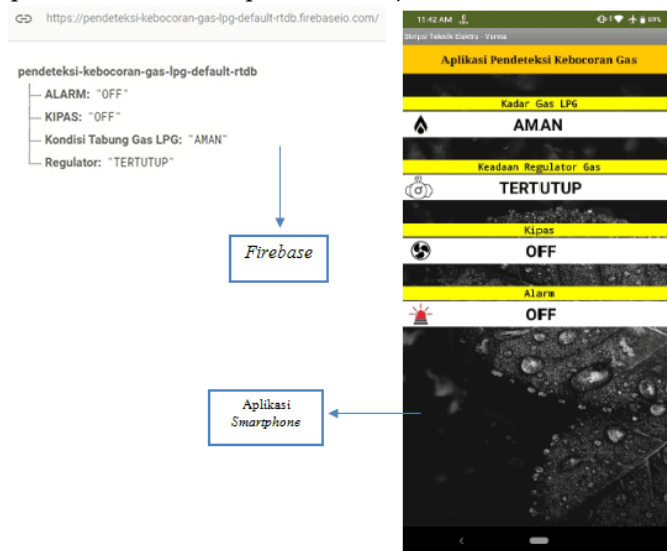


Gambar 14. Tampilan *Serial Monitor* saat kondisi aman

Tabel 6. Pengujian saat kondisi aman

Analog	≤ 140
Tegangan	≤ 0,68 V
PPM	≤ 63,7 ppm
Indikator	Kondisi
LED Hijau	ON
LED Merah	OFF
Alarm	OFF
Kipas	OFF
Posisi Servo	Tertutup

- Tampilan *Firebase* dan Aplikasi *Smartphone*



Gambar 15. Tampilan *Firebase* dan aplikasi *Smartphone* pada kondisi aman

**Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Internet of Things
Dengan Katup Regulator Otomatis**
Venna Valencia, Louis Putra Purnama, Chandra Tjong, Johansah Liman

Untuk pengujian kondisi bahaya menampilkan hasil seperti ditunjukkan Gambar 16 dan Tabel 7.

- Tampilan *Serial Monitor*

```

COM11
ANAMAN
LED Hijau ON
LED Merah OFF
ALARM OFF
KIPAS OFF
Nilai Analog : 390 Nilai Voltase : 1.91 V

ANAMAN
LED Hijau ON
LED Merah OFF
ALARM OFF
KIPAS OFF
Nilai Analog : 459 Nilai Voltase : 2.24 V

BAHAYA!
LED Hijau OFF
LED Merah ON
ALARM ON
KIPAS ON
connecting to whatsapp
cpMessage to: +62817852464cpText to send: BAHAYA! Kebocoran Gas Terdeteksi!<br>cpMessage queued.</br>You will receive it in a few seconds.
Send text 'BAHAYA! Kebocoran Gas Terdeteksi!' to Whatsapp

Nilai Analog : 409 Nilai Voltase : 2.00 V
Nilai Analog : 384 Nilai Voltase : 1.88 V

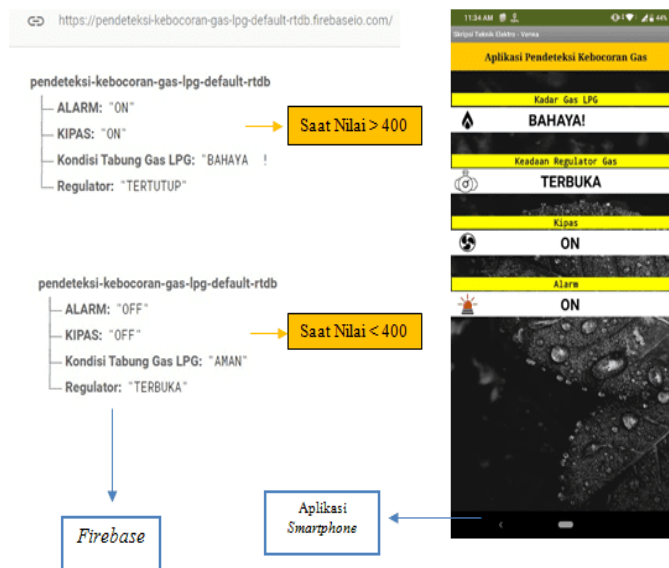
ANAMAN
LED Hijau ON
LED Merah OFF
ALARM OFF
KIPAS OFF
Nilai Analog : 349 Nilai Voltase : 1.71 V
    
```

Gambar 16. Tampilan *Serial Monitor* saat kondisi bahaya

Tabel 7. Pengujian saat kondisi bahaya

Analog	459
Tegangan	2,24 V
PPM	447 ppm
Indikator	Kondisi
LED Hijau	OFF
LED Merah	ON
Alarm	ON
Kipas	ON
Posisi Servo	Terbuka
WhatsApp	Menerima Pesan Singkat

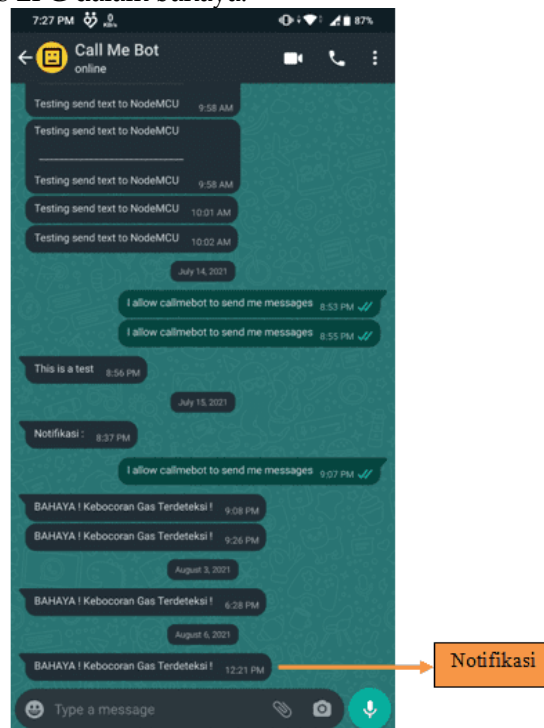
- Tampilan *Firebase* dan Aplikasi *Smartphone*
Terlihat pada Gambar 17, pada saat gas LPG terdeteksi dalam keadaan bahaya posisi katup regulator berubah dari posisi tertutup menjadi posisi terbuka. Setelah terbuka, kondisi tabung gas LPG menjadi aman karena kebocoran pada tabung gas sudah diatasi.



Gambar 17. Tampilan *Firestore* dan aplikasi *smartphone* pada kondisi bahaya

- Tampilan pada aplikasi *WhatsApp*

Notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi *WhatsApp* menggunakan platform *Call Me Bot* dapat dilihat pada Gambar 18. API (*Application Programming Interface*) ini menjadi penghubung antara mikrokontroler dan aplikasi *WhatsApp* dengan mengatur nomor telepon genggam dan API Key pada program yang akan digunakan dalam alat sehingga *NodeMCU ESP8266* dapat mengirim pesan ke nomor *WhatsApp* yang terdaftar jika kondisi tabung gas LPG dalam bahaya.



Gambar 18. Tampilan notifikasi aplikasi *WhatsApp*

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan sistem, alat ini dapat bekerja dengan baik dalam mendeteksi dan menanggulangi kebocoran pada tabung gas LPG dalam ruangan yang tertutup dengan motor servo dapat menutup dan membuka katup regulator secara otomatis. Pengguna mendapatkan informasi mengenai kondisi tabung gas dalam keadaan aman maupun bahaya melalui indikator masing-masing kondisi. Informasi pada aplikasi *smartphone* dan notifikasi pada aplikasi *WhatsApp* dapat bekerja selama *NodeMCU ESP8266* terhubung ke internet di sekitarnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian alat yang telah dilakukan oleh penulis dapat disimpulkan bahwa sistem menggunakan nilai batas aman dan bahaya dengan nilai analog <400 dan ≥ 400 berbasis konsep Internet of Things sehingga informasi yang didapatkan oleh pengguna dapat diterima dengan jarak jauh menggunakan aplikasi *Smartphone* dan *WhatsApp*. Alat menggunakan sistem otomatis, dimana motor servo dapat memutar katup regulator menjadi posisi tertutup (terpasang pada tabung) dan terbuka (terlepas dari tabung). Pada kondisi aman, alat akan menampilkan indikator berupa LED hijau. Sedangkan pada kondisi bahaya, alat akan menampilkan indikator berupa LED merah dan alarm, kipas berputar, motor servo membuka katup regulator, serta notifikasi pesan singkat pada aplikasi *WhatsApp*. Sensor MQ-6 mendeteksi gas LPG berdasarkan kepekatannya di sekitar tabung gas LPG. Alat ini dirancang untuk posisi tabung gas LPG di dalam ruangan (tertutup).

Daftar Pustaka

- [1] M. H. Syukur, "Penggunaan Liquefied Petroleum Gases (LPG): Upaya Mengurangi Kecelakaan Akibat LPG," *Forum Teknol.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–14, 2011.
- [2] Pertamina, "Frequently Asked Question – LPG 3 kg", *Pertamina*. [Online] Tersedia :<https://www.pertamina.com/id/offline--faq-direktorat-pemasaran-retail--lpg-3kg>. [Diakses pada tanggal : 5 April 2021].
- [3] Liputan 6, "Demi Keamanan, Pertamina Tambahkan Gas Merkaptan", *Liputan 6*, 2010. [Online]. Tersedia :<https://www.liputan6.com/news/read/283133/demi-keamanan-pertamina-tambahkan-gas-merkaptan>. [Diakses pada tanggal : 8 Juli 2021].
- [4] Kompas.com, "5 Peristiwa ledakan gas elpiji: satu keluarga tewas terbakar hingga nekat loncat dari lantai 2", *Kompas.com*, 2020. [Online]. Tersedia :<https://regional.kompas.com/read/2020/01/12/18000041/5-peristiwa-ledakan-gas-elpiji--satu-keluarga-tewas-terbakar-hingga-nekat?page=all>. [Diakses pada tanggal : 6 April 2021].
- [5] Safety Sign, "Masih Marak Terjadi, Ini 4 Hal Tentang Kebakaran Akibat Kebocoran Gas LPG Yang Penting Anda Ketahui!", *Safety Sign*, 2019. [Online]. Tersedia : <https://www.safetysign.co.id/news/424/Masih-Marak-Terjadi-Ini-4-Hal-Tentang-Kebakaran-Akibat-Kebocoran-Gas-LPG-yang-Penting-Anda-Ketahui#:~:text=Pada%20umumnya%2C%20kebocoran%20gas%20ini,atau%20karet%20pengaman%20sudah%20rusak>. [Diakses pada tanggal : 6 April 2021].
- [6] B. E. Soemarsono, E. Listiasri, and G. C. Kusuma, "Alat Pendeteksi Dini Terhadap Kebocoran Gas LPG," *J. Tele*, vol. 13, no. 1, pp. 1–6, 2015.

- [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] J. Christian and N. Komar, "Prototipe Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor Gas MQ2, Board Arduino Duemilanove, Buzzer, dan Arduino GSM Shield pada PT. Alfa Retailindo (Carrefour Pasar Minggu)," *J. Ticom*, vol. 2, no. 1, pp. 58–64, 2013.
- [9] B. Berlilana, A. Prasetyo, and I. M. Raharjo, "Alat Pendeteksi Dan Pengaman Kebocoran Gas Lpg Melalui Sms Berbasis Mikrokontroler Atmega328," *Semin. Nas. Teknol. Inf. , Bisnis, dan Desain* 2016, pp. 1–6, 2016.
- [10] M. F. Putra, A. H. Kridalaksana, dan Z. Arifin, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Dengan Sensor Mq-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smartphone Android Sebagai Media Informasi", *Jurnal Informatika Mulawarman*, 2017.
- [11] A. Fachrureza, Y. Saragih, dan R. Hidayat, "Pemanfaatan Sensor MQ-6 Pada Sistem Pendeteksi Gas LPG Berbasis 4G LTE", *Jurnal Teknik Elektro Terapan Universitas Singaperbangsa Karawang*, Vol.10, No. 1, 2021.
- [12] D. Samudera dan A. Sugiharto, "Sistem Peringatan dan Penanganan Kebocoran Gas Flammable dan Kebakaran Berbasis Internet Of Things (IoT)", *Jurnal TeknoSAINS Seri Teknik Elektro*, Vol.01, No.01, 2018.
- [13] H. Sensors, *Technical Data MQ-6 Gas Sensor*.
- [14] Sparkfun, "Hazardous Gas Monitor", *Sparkfun* [Online]. Tersedia :<https://learn.sparkfun.com/tutorials/hazardous-gas-monitor/calculate-gas-sensor-ppm>. [Diakses pada tanggal : 4 Agustus 2021].
- [15] Centers for Disease Control and Prevention, "The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) : Table IDLH Values (L.P.G)", *CDC*, 2014 [Online]. Tersedia :<https://www.cdc.gov/niosh/idlh/68476857.html>. [Diakses pada tanggal : 4 Agustus 2021].