

Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran LPG (*Liquified Petroleum Gas*) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan Fitur Peringatan Bahaya melalui SMS, alarm, dan Panggilan Seluler

Wildan Abdullah, Efa Maydhona Saputra, Uri Arta Ramadhani

*Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknologi Produksi, Industri dan Informasi,
Institut Teknologi Sumatera*

Email : wildan.13115048@student.itera.ac.id, efa.maydhona.saputra@gmail.com, uri.ramadhani@el.itera.ac.id

Abstract—LPG (*Liquified Petroleum Gas*) banyak digunakan oleh masyarakat, khususnya untuk kepentingan masak-memasak. Namun, pada kenyataannya terkadang LPG dapat membahayakan penggunanya jika terjadi kebocoran baik pada tabung maupun selang gas. Hal ini disebabkan LPG merupakan gas yang mudah terbakar ketika berada di udara bebas dan dapat menyebabkan ledakan. Untuk menanggulangi hal tersebut, dibutuhkan sebuah alat yang dapat mendeteksi kebocoran LPG dan memberikan peringatan dini kepada pengguna ketika terjadi kebocoran LPG. Alat yang dibuat dinamakan *smartbox LITECTOR*. *Smartbox LITECTOR* akan mengklasifikasikan kondisi kebocoran LPG berdasarkan nilai PPM yang diukur oleh sensor MQ-6. Kondisi tersebut dibagi menjadi tiga kondisi, yaitu aman, siaga, dan bahaya. Alat yang dirancang memiliki fitur utama yaitu memberikan peringatan bahaya melalui panggilan seluler dan SMS ke *handphone* pengguna ketika terjadi kebocoran LPG pada kondisi bahaya. Selain fitur utama, terdapat fitur lainnya, yaitu alat dapat mengetahui sisa gas LPG dalam tabung, tombol cek pulsa dan dapat menyalakan secara otomatis kipas AC atau kipas DC ketika terjadi kebocoran LPG. Hasil pengukuran yang dilakukan MQ-6 dengan menggunakan formula konversi PPM yang berasal dari pengolahan data menggunakan microsoft excel memiliki galat maksimum 5,67 % kemudian untuk *load cell* memiliki galat pengukuran dengan rata-rata 1,3 %. Pada pengujian yang dilakukan, alat berhasil mengirim SMS dan melakukan panggilan seluler ke pengguna ketika terjadi kebocoran dalam status bahaya. Selain itu, alat juga berhasil menyalakan kipas secara otomatis, mengeluarkan suara alarm, dan mengirimkan data ke *cloudserver*.

Index Terms—LPG, PPM, *smartbox*, LITECTOR, MQ-6, *load cell*.

I. PENDAHULUAN

ENERGI dan manusia merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan karena semakin berkembangnya pembangunan di bidang teknologi, industri, dan informasi. Negara Indonesia merupakan negara berkembang yang sangat memperdayakan

sumber energi terutama energi fosil yaitu minyak bumi [1]. Namun, lama kelamaan keberadaan minyak bumi akan berkurang sehingga harus digantikan dengan sumber daya alam yang masih melimpah contohnya energi gas alam. Keputusan pemerintah Indonesia No:1971/26/MEM/2007 tanggal 22 Mei 2007 sangatlah tepat dengan mengkonversi dari minyak bumi (minyak tanah) menjadi gas alam yaitu LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) [2]. Keputusan tersebut diimplementasikan dalam bentuk pendistribusian tabung LPG sebesar tiga kilogram ke seluruh komponen masyarakat agar masyarakat beralih menggunakan bahan bakar gas alam.

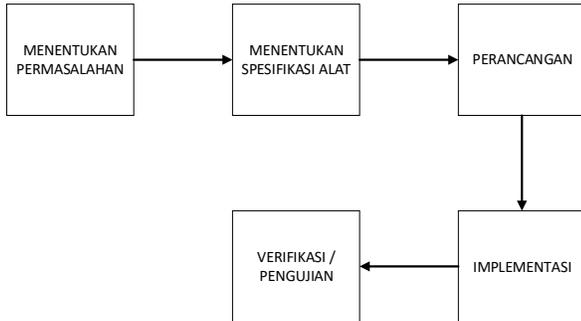
LPG memiliki kelebihan yaitu lebih praktis dalam penggunaannya dibandingkan dengan minyak tanah tetapi LPG sendiri memiliki kekurangan yaitu risiko besar dalam penggunaannya. Kekurangan LPG adalah jika terjadi kebocoran lalu tidak diantisipasi dengan cepat, maka dapat berpotensi menimbulkan ledakan terlebih lagi kebakaran. Data insiden ledakan LPG menurut Badan Perlindungan Konsumen nasional, menyebutkan bahwa pada tahun 2007 sebanyak 5 kasus, tahun 2008 sebanyak 27 kasus, tahun 2009 sebanyak 30 kasus dan pada tahun 2010 sebanyak 33 kasus dengan jumlah korban jiwa sebanyak 22 jiwa sedangkan luka-luka mencapai 130 orang [3].

Untuk mengurangi tingkat kecelakaan akibat ledakan LPG, maka diperlukan alat untuk mendeteksi kebocoran LPG. Di pasaran sudah beredar alat pendeteksi kebocoran LPG, tetapi alat tersebut hanya dapat memberikan peringatan kebocoran LPG ke pengguna hanya dari jarak dekat melalui alarm, selain itu, pengguna juga tidak mengetahui status kebocoran gas dan berapa banyak kebocoran gas tersebut. Oleh karena itu, penulis menginisiasikan pembuatan alat pendeteksi kebocoran dengan fitur utama dapat memperingatkan pengguna dari jarak jauh melalui *handphone* pengguna dengan cara mengirimkan SMS dan melakukan panggilan seluler. Selain fitur utama tersebut terdapat beberapa fitur pendukung, yaitu menyalakan kipas

secara otomatis ketika terjadi kebocoran untuk menetralkan bau gas dalam ruangan, mengetahui sisa gas dalam tabung LPG, tombol cek pulsa kartu GSM, dan alat ini dilengkapi dengan baterai sebagai sumber daya cadangan / sekunder.

II. METODE PENELITIAN

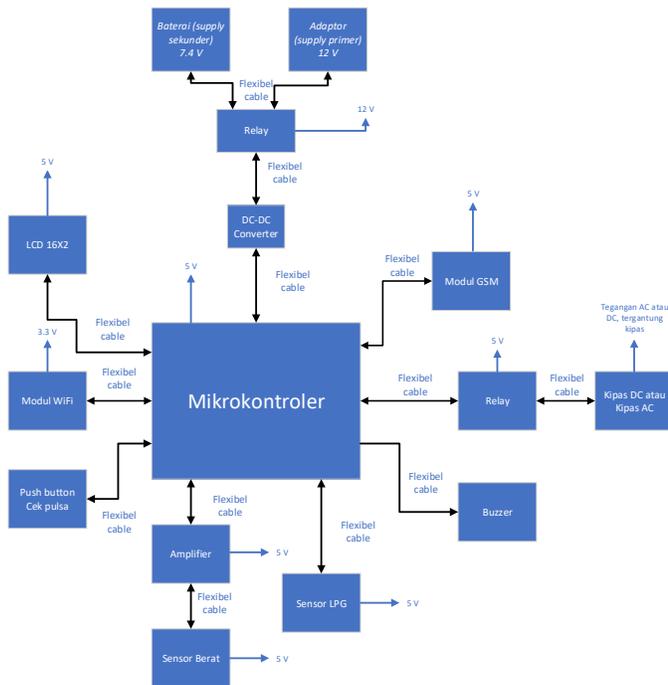
Metode penelitian yang digunakan memiliki lima alur berikut adalah alurnya.



Gambar 1. Metode Penelitian yang digunakan

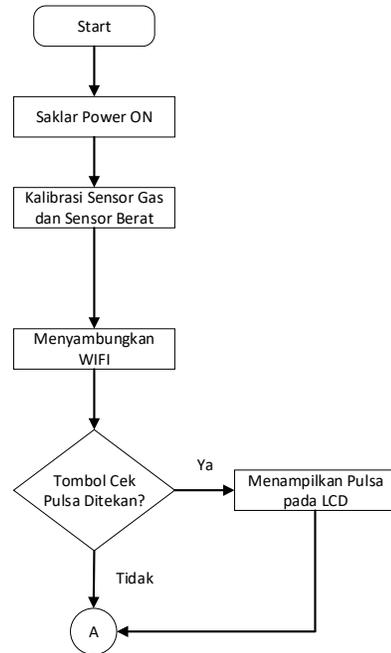
III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

A. Diagram Blok

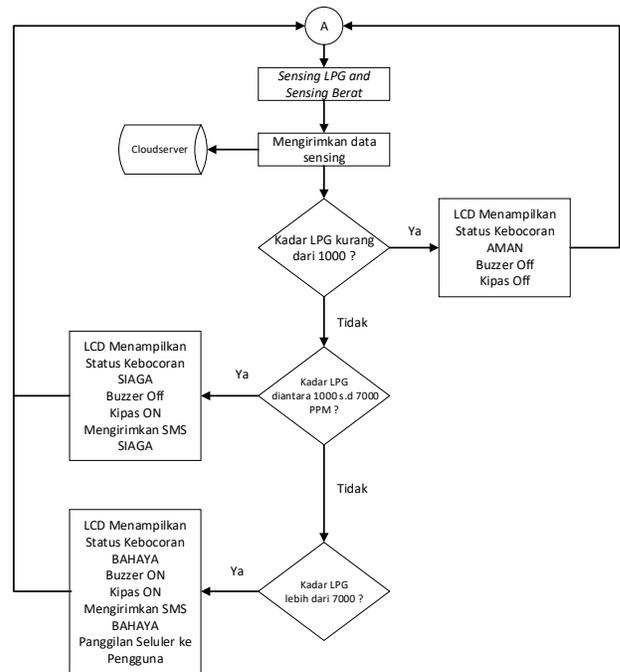


Gambar 2. Diagram Blok Sistem

B. Flowchart Alat



Gambar 3. Flowchart Alat bagian satu



Gambar 4. Flowchart Alat bagian kedua

Dalam menentukan batas status kebocoran gas LPG, digunakan informasi mengenai LEL (*Lower Explosion Limit*) dan UEL (*Upper Explosion Limit*) dari gas LPG. [4] [5]

C. Kebutuhan hardware

1. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 ini merupakan mikrokontroler yang bertugas sebagai otak dari alat atau sistem yang dirancang. Arduino/ Genuino mega 2560 adalah papan

mikrokontroler berdasarkan ATmega2560. *Device* ini memiliki 54 digital pin input / output (yang 15 dapat digunakan sebagai output PWM), 16 analog input, 4 UART (*hardware port serial*), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. [6][7]

2. Sensor MQ-6

Sensor MQ-6 adalah sensor gas yang dapat mendeteksi beberapa gas. Sensor ini memiliki sensitivitas yang rendah dengan alcohol, asap rokok. Namun, memiliki sensitivitas yang tinggi dalam mendeteksi LPG. [8] Bahan material yang membentuk sensor ini adalah SnO_2 . Prinsip kerjanya ialah konduktivitas SnO_2 akan meningkat seiring meningkatnya konsentrasi suatu gas diudara. [9]

3. Load Cell (*sensor berat*)

Load cell merupakan transduser pasif atau sensor yang mengkonversi gaya / beban yang ada menjadi sinyal elektronik. [9] Pada alat yang akan dirancang digunakan *load cell* tipe jembatan *whitestone*. *Load cell* merupakan *device* yang menghasilkan sinyal elektronik pada skala millivolt [10] maka dari itu, perlu suatu penguat (*amplifier*) untuk menguatkannya agar dapat dibaca oleh mikrokontroler sinyal outpunya.

4. Amplifier HX711

Untuk menguatkan sinyal output yang dihasilkan oleh *load cell* (dalam skala millivolt menjadi volt) digunakanlah modul *amplifier* HX711 agar dapat terbaca oleh mikrokontroler.

5. Modul GSM

Penggunaan modul GSM pada perancangan alat adalah untuk memperingatkan pengguna melalui SMS dan panggilan seluler ketika terjadi kebocoran LPG pada taraf bahaya. Modul GSM yang digunakan adalah modul GSM SIM800L v.2 dengan tegangan kerja 5 Volt. Untuk penggunaannya, modul GSM ini harus dalam keadaan terpasang dengan kartu GSM dan memiliki sinyal yang kuat agar keberjalanan fungsinya.

6. Esp8266

Esp8266 merupakan modul WIFI yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Firmware default yang digunakan oleh perangkat ini menggunakan *AT Command*.

D. Kebutuhan software

1. Arduino IDE

Software ini merupakan *software* pengembangan dari produk Arduino untuk *mengompile* dan mengunggah *source code* yang telah dibuat menggunakan Bahasa Arduino ke mikrokontroler Arduino.

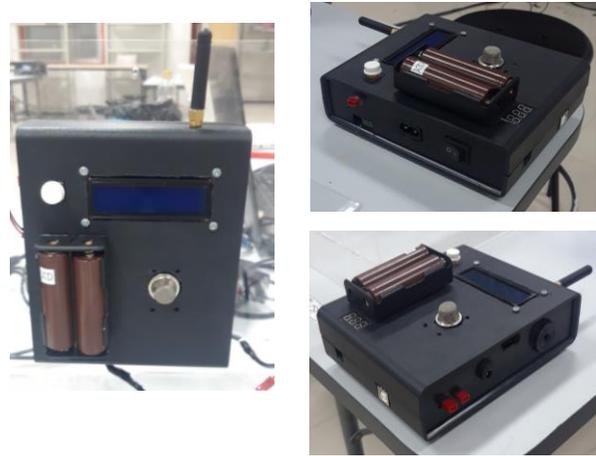
2. Microsoft Excel

Microsoft Excel merupakan *software* untuk mengolah data dan grafik. *Software* ini digunakan untuk membantu mencari formula konversi PPM LPG bagi sensor MQ-6 kemudian membandingkan dengan formula yang dihitung secara mandiri dan mencari

nilai persentase galat yang diberikan oleh MQ-6 atau *load cell*.

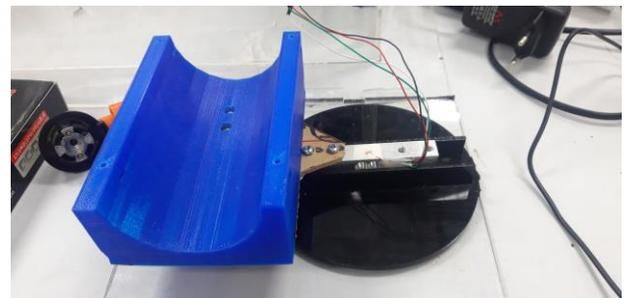
E. Hasil Implementasi

Hasil implementasi alat berdimensi kotak dan berwarna hitam serta diberi nama *smartbox* LITECTOR (*Liquified Petroleum Gas Leak Detector*).

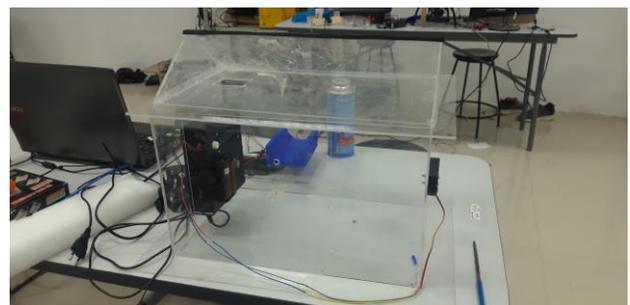


Gambar 5. *Smartbox* LITECTOR tampak depan

Pada *smartbox* terdapat beberapa konektor yang berasal dari eksternal (luar). Konektor tersebut adalah konektor *load cell*, konektor jack *supply* kipas DC beserta terminal kipas DC, dan konektor *supply* kipas AC beserta terminal kipas AC. Selain itu, terdapat tombol *power*, lubang kartu GSM, dan *buzzer*.



Gambar 6. Implementasi *packaging load cell* untuk skala purwarupa.



Gambar 7. Implementasi miniatur rumah untuk skala purwarupa.

Guna pengambilan *sample* gas, dibuatlah miniatur rumah dari akrilik seperti yang terlihat pada gambar 8. Terdapat kipas DC yang sudah terintegrasi dengan miniatur tersebut.

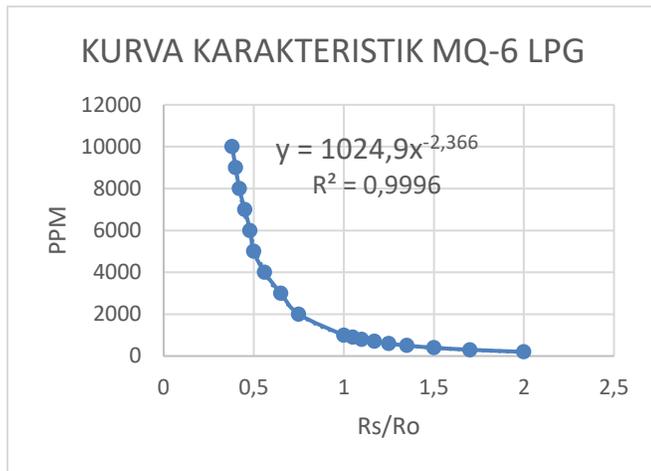
IV. PENGUJIAN

A. Pengujian Sensor MQ-6

Pengujian dilakukan untuk menemukan formula yang memiliki galat pengukuran paling kecil untuk diimplementasikan pada *source code*. Berikut adalah formula hasil penurunan rumus dari datasheet kurva karakteristik sensitivitas sensor MQ-6 untuk gas LPG dengan menggunakan metode pencarian persamaan eksponensial.

$$PPM = 1000 \left(\frac{Rs}{Ro} \right)^{-2,32}$$

formula di atas akan dibandingkan dengan formula hasil pengolahan data dari Microsoft Excel.



Gambar 8. Grafik pengolahan data nilai PPM dengan Rs/Ro Ms.Excel

$$PPM = 1024,9 \left(\frac{Rs}{Ro} \right)^{-2,366}$$

Berikut adalah hasil dari galat masing-masing formula.

TABEL I
HASIL % GALAT PENGUKURAN FORMULA EXCEL

Rs / Ro	Data PPM (sesuai datasheet)	Data PPM (hasil formula Excel)	Selisih (dengan datasheet)	% Galat
2.00	200	198,81	1,19	0,59
1.70	300	292,04	7,96	2,65
1.50	400	392,69	7,31	1,83
1.35	500	503,86	3,86	0,77
1.25	600	604,49	4,49	0,75
1.17	700	706,89	6,89	0,98
1.10	800	817,99	17,99	2,25
1.05	900	913,16	13,16	1,46

1.00	1000	1024,90	24,90	2,49
0.75	2000	2024,35	24,35	1,22
0.65	3000	2840,07	159,93	5,33
0.56	4000	4040,81	40,81	1,02
0.50	5000	5283,46	283,46	5,67
0.48	6000	5819,22	180,78	3,01
0.45	7000	6779,23	220,77	3,15
0.42	8000	7981,30	18,70	0,23
0.40	9000	8957,93	42,07	0,47
0.38	10000	10113,78	113,78	1,14

TABEL II
HASIL % GALAT PENGUKURAN FORMULA PERHITUNGAN / PENURUNAN RUMUS

Rs / Ro	Data PPM (sesuai datasheet)	Data PPM (hasil formula perhitungan)	Selisih (dengan datasheet)	% Galat
2.00	200	200,27	0,27	0,13
1.70	300	291,98	8,02	2,67
1.50	400	390,36	9,64	2,41
1.35	500	498,45	1,55	0,31
1.25	600	595,89	4,11	0,68
1.17	700	694,72	5,28	0,75
1.10	800	801,62	1,62	0,20
1.05	900	892,98	7,02	0,78
1.00	1000	1000,00	0,00	0,00
0.75	2000	1949,21	50,79	2,54
0.65	3000	2716,70	283,30	9,44
0.56	4000	3838,87	161,13	4,03
0.50	5000	4993,32	6,68	0,13
0.48	6000	5489,34	510,66	8,51
0.45	7000	6375,98	624,02	8,91
0.42	8000	7482,76	517,24	6,47
0.40	9000	8379,55	620,45	6,89
0.38	10000	9438,48	561,52	5,62

Berdasarkan dua tabel di atas dapat dilihat formula yang memiliki galat pengukuran yang kecil adalah formula hasil pengolahan Excel. Oleh karena itu, formula ini yang akan diimplementasikan pada *source code* Arduino Mega 2560.

COM11	COM11
Pembacaan Sensor MQ6 = 4 PPM ;	Rs = 1363.49 kOhm ; Rasio = 8.68 ;
Rs = 1580.08 kOhm ; Rasio = 10.05 ;	Pembacaan Sensor MQ6 = 6 PPM ;
Pembacaan Sensor MQ6 = 4 PPM ;	Rs = 615.75 kOhm ; Rasio = 3.92 ;
Rs = 1566.11 kOhm ; Rasio = 9.97 ;	Pembacaan Sensor MQ6 = 40 PPM ;
Pembacaan Sensor MQ6 = 4 PPM ;	Rs = 491.76 kOhm ; Rasio = 3.13 ;
Rs = 1606.31 kOhm ; Rasio = 10.22 ;	Pembacaan Sensor MQ6 = 68 PPM ;
Pembacaan Sensor MQ6 = 4 PPM ;	Rs = 447.26 kOhm ; Rasio = 2.85 ;
Rs = 1557.59 kOhm ; Rasio = 9.91 ;	Pembacaan Sensor MQ6 = 86 PPM ;
Pembacaan Sensor MQ6 = 4 PPM ;	Rs = 424.95 kOhm ; Rasio = 2.70 ;
Rs = 1508.88 kOhm ; Rasio = 9.60 ;	Pembacaan Sensor MQ6 = 97 PPM ;
Pembacaan Sensor MQ6 = 4 PPM ;	Rs = 397.62 kOhm ; Rasio = 2.53 ;
Rs = 1553.85 kOhm ; Rasio = 9.89 ;	Pembacaan Sensor MQ6 = 113 PPM ;
Pembacaan Sensor MQ6 = 4 PPM ;	Rs = 589.50 kOhm ; Rasio = 3.75 ;
Rs = 1535.11 kOhm ; Rasio = 9.77 ;	Pembacaan Sensor MQ6 = 44 PPM ;
Pembacaan Sensor MQ6 = 4 PPM ;	Rs = 832.50 kOhm ; Rasio = 5.30 ;

Gambar 9. Pembacaan PPM pada Komunikasi Serial

Pada gambar 9 membuktikan bahwa sensor MQ-6 dapat mendeteksi kebocoran LPG.

B. Pengujian load cell

Pengujian *load cell* dilakukan dengan membandingkan berat yang diukur oleh *load cell* dengan berat yang diukur oleh timbangan digital.

TABEL III
HASIL % GALAT PENGUKURAN LOAD CELL

Benda	Load Cell (rata-rata gram)	Timbangan Digital (gram)	% Galat
Tabung LPG	267.6	265.7	0.71 %
Mouse Logitech	69.2	71.0	2.53 %
Bor PCB	108.3	108.7	0.36 %
Gas Flame Gun Portable	48.3	49.1	1.62 %
Rataan			1,30 %

Galat pada *load cell* sebesar 1.3 %. Oleh karena itu, pengujian *load cell* telah berhasil.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Informasi mengenai kadar kebocoran gas LPG, status kebocoran, sisa gas dalam tabung, dan status pulsa ditampilkan dalam layar LCD *smartbox* LITECTOR.

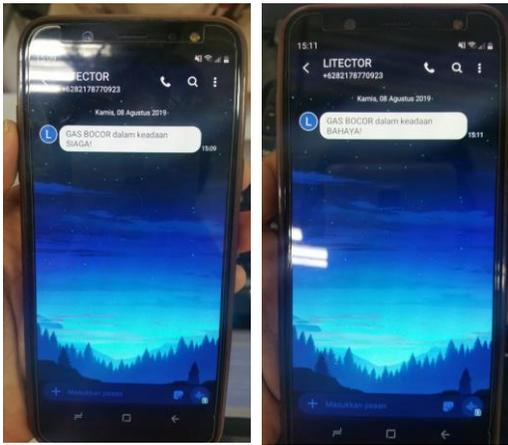


Gambar 10. *Smartbox* LITECTOR menampilkan informasi kadar gas LPG, sisa gas dalam tabung LPG dan status kebocoran.



Gambar 11. *Smartbox* LITECTOR menampilkan informasi status pulsa

Ketika status kebocoran gas LPG masih dalam taraf aman, *smartbox* LITECTOR tidak menyalakan kipas, tidak mengeluarkan bunyi alarm, dan tidak melakukan SMS atau panggilan seluler ke pengguna, *smartbox* LITECTOR hanya menampilkan informasi di LCD *smartbox*. Namun, ketika taraf kebocoran gas menjadi siaga, *smartbox* LITECTOR akan menghidupkan kipas dan akan mengirimkan SMS bahwa taraf kebocoran telah mencapai status siaga. Kemudian, ketika taraf kebocoran gas menjadi bahaya, maka *smartbox* LITECTOR akan menghidupkan kipas, mengeluarkan bunyi alarm, dan memperingatkan pengguna akan kebocoran gas LPG melalui SMS dan panggilan seluler. Terakhir, *supply* tegangan primer dapat berganti otomatis ke *supply* tegangan sekunder (baterai) ketika *supply* tegangan primer dalam keadaan mati untuk menjaga *smartbox* LITECTOR tetap dalam kondisi hidup.

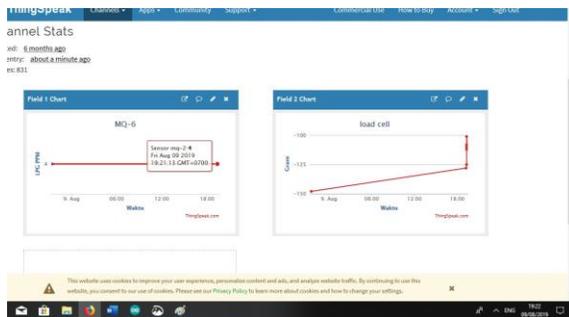


Gambar 12. Hasil pengiriman SMS yang dilakukan *smartbox* LITECTOR



Gambar 13. Hasil panggilan yang dilakukan *smartbox* LITECTOR

Pada *smartbox* dilengkapi modul WIFI esp8266 untuk dapat mengirimkan data sensor ke *cloudserver thingspeak*. Berikut hasil data yang berhasil dikirimkan dan telah sampai pada *cloudserver*.



Gambar 14. Data telah yang sampai ke *cloudserver*

VI. KESIMPULAN

Alat yang dibuat sesuai dengan spesifikasi dan perancangan. Alat tersebut diberi nama *smartbox* LITECTOR. *Smartbox* LITECTOR dapat memberikan peringatan ke pengguna ketika terjadi kebocoran gas LPG baik dari jarak jauh maupun jarak dekat. Jarak jauh menggunakan panggilan seluler dan SMS ke handphone pengguna dan jarak dekat menggunakan bunyi alarm. Selain itu, terdapat LCD pada *smartbox* LITECTOR yang dapat menampilkan informasi kadar kebocoran gas LPG, sisa gas dalam tabung LPG, status kebocoran gas LPG, dan status pulsa kartu GSM. Kemudian, terdapat fitur untuk

menyalakan kipas AC / kipas DC secara otomatis ketika terjadi kebocoran gas LPG pada taraf siaga dan bahaya untuk menetralkan udara sekitar dan baterai sebagai cadangan otomatis ketika supply primer dari adaptor mati. Semua fitur alat dapat bekerja dengan baik.

Untuk selanjutnya, *smartbox* LITECTOR dapat dikembangkan dengan fitur IoT (Internet of Things) menggunakan modul WIFI yang dapat berintegrasi dengan *cloudserver* dan software aplikasi android LITECTOR.

REFERENSI

- [1] M. Kharis Wijanarko, "Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG pada Tabung Gas," Ponorogo, 2014.
- [2] L. I. Ramadhan, D. Syauqy, and B. H. Prasetyo, "Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Metode Fuzzy yang Diimplementasikan dengan Real Time Operating System (RTOS)," vol. 1, no. 11, pp. 1206–1213, 2017.
- [3] M. Mendonca, F. GS, M. B, and Pramulyono, "Sistem Pengaman Kebocoran Liquefied Petroleum Gas (Lpg) Dan Pemadam Api Pada Rumah Makan / Restoran," vol. 21, no. 2, pp. 19–26, 2013.
- [4] L. Gas, "Gas Data Book," *U.S. Dep. Inter. Bur. Mines*, p. 22, 2001.
- [5] Sriwati, N. Ikhsan Ilahi, Musrawati, S. Baco, A. Suyuti'Andani Achmad, and E. Umrianah, "Early Leakage Protection System of LPG (Liquefied Petroleum Gas) Based on ATMega 16 Microcontroller," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 336, no. 1, 2018.
- [6] Robotshop, "Arduino Mega 2560 Datasheet," *Power*, pp. 1–7, 2015.
- [7] M. Majid, "Implementasi arduino mega 2560 untuk kontrol miniatur elevator barang otomatis," *Skripsi*, p. 76, 2016.
- [8] MQ-6 datasheet, "MQ-6 datasheet," *Structure*, pp. 1–2, 2011.
- [9] B. N. Mohapatra, A. Dash, and D. K. Chaubey, "LPG Gas Auto Booking By GSM and Leakage Detection with Auto Switchable Exhaust Fan," vol. 6, no. 3, pp. 408–411, 2017.
- [10] C. H. Shen, T. S. Kee, B. C. T. Lee, and F. Y. C. Albert, "Development and Implementation of Load Cell in Weight Measurement Application for Shear Force," *Int. J. Electron. Electr. Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 240–244, 2019.