

PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG BERBASIS ARDUINO

Edi Susanto

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Elektro
Universitas Nahdlatul Ulama Jepara
Email: edisusanto@gmail.com

Lilik Sulisty

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro
Universitas Nahdlatul Ulama Jepara
Email: sulistyolilik@gmail.com

ABSTRAK

Gas LPG merupakan salah satu program konversi pemerintah yang menjadi barang kebutuhan rumah tangga modern saat ini. Meskipun gas LPG lebih praktis penggunaannya daripada minyak tanah, tetapi masih memiliki kekurangan yaitu bahaya yang dapat ditimbulkan gas LPG jika terjadi kebocoran gas. Berdasarkan bahaya tersebut maka diperlukan suatu alat yang dapat mendeteksi kebocoran serta tanda peringatan adanya kebocoran. Untuk mendapatkan sistem yang dapat bekerja secara otomatis, maka diperlukan arduino-uno sebagai pengontrol alat tersebut dan menggunakan Sensor Gas MQ-2. Alat ini bekerja pada saat sensor MQ-2 mendeteksi gas LPG pada udara normal. Sistem ini dirancang dengan menggunakan sensor gas MQ-2 yang berfungsi mendeteksi kebocoran gas pada perlengkapan kompor gas dan Alat tersebut telah berhasil direalisasikan dan dapat membantu sebagai pendeteksi kebocoran terhadap tabung gas LPG pada ruang dapur.

Kata kunci: alat pendeteksi kebocoran gas lpg, arduino uno, sensor gas mq-2, buzzer.

ABSTRACT

LPG gas is one of the government's conversion programs into modern household goods today. Although LPG gas is more practical to use than kerosene, it still has drawbacks, namely the dangers that LPG gas can cause in the event of a gas leak. Based on these hazards, we need a tool that can detect leaks as well as warning signs of leaks. To get a system that can work automatically, an Arduino Uno is needed as a controller for the device and uses the MQ-2 Gas Sensor. This tool works when the MQ-2 sensor detects LPG gas in normal air. This system is designed using the MQ-2 gas sensor which functions to detect gas leaks in gas stove equipment and this tool has been successfully realized and can help as a leak detector for LPG gas cylinders in the kitchen room.

Keywords: lpg gas leak detector, arduino uno, mq-2 gas sensor, buzzer.

1. PENDAHULUAN

Gas LPG sangat penting untuk kehidupan manusia dan saat ini Gas LPG merupakan salah satu program konversi pemerintah pengganti kompor berbahan bakar minyak tanah. Gas LPG terkenal dengan sifatnya yang mudah terbakar sehingga kebocoran peralatan LPG beresiko terhadap kebakaran. Dikarenakan sifatnya yang sensitif, maka perlu adanya perhatian khusus terhadap bahan bakar jenis ini. Maraknya kebakaran dan kecelakaan yang disebabkan oleh kebocoran dan meledaknya tabung gas LPG akhir –akhir ini, menjadi hal yang menakutkan bagi masyarakat pengguna gas tersebut. Maraknya kejadian tersebut tidak hanya menimbulkan kontroversi tapi juga kecaman dari berbagai kalangan terhadap pemerintah yang telah melakukan konversi gas. Kasus yang dipicu tabung gas LPG diberbagai wilayah di Indonesia murni disebabkan karena faktor human error, selain faktor human error ditemukan laporan kebocoran tabung gas yang disebabkan tabung sudah mengalami korosi. Untuk dapat mengurangi bahaya akibat kebocoran gas pengguna perlu mengetahui tanda-tanda kebocoran seperti : Tercium bau yang menyengat dan terdapat bunyi mendesis pada saluran gas.

Kemudian pengguna harus mengambil tindakan pencegahan sedini mungkin. Tindakan tersebut dapat dilakukan dengan cara melepaskan regulator dan membawa tabung keluar ruangan dan berada ditempat terbuka. Disamping itu juga membuka pintu dan jendela agar gas dapat keluar dari ruangan dengan cepat dan jangan menyalakan api selama bau gas masih ada. Namun karena keterbatasan dari indra pencium tersebut, bau gas yang tercium terkadang tidak dihiraukan dan tidak menjadikannya waspada. Akibatnya kecelakaan yang disebabkan oleh kebocoran tabung gas pun tidak dapat dihindari.

Menyadari hal tersebut pemerintah menambahkan gas mercaptane yang menimbulkan bau gas yang sensitif terhadap hidung. Hal ini sangat berguna bagi masyarakat untuk mengenali, melakukan tindakan dan

mendeteksi bau gas, dan sangat berguna untuk mendeteksi bila terjadi kebocoran gas. Dan melalui gas mercaptane itulah masyarakat bisa menghindari atau melakukan tindakan jika terjadi kebocoran. Namun karena keterbatasan indra penciuman atau hidung terkadang tidak dihiraukan dan menjadikan status penggunaan gas menjadi waspada. Akibatnya kejadian kecelakaan kebocoran tabung gas sangat marak dan sulit dihindari.

Penelitian sebelumnya telah diciptakan alarm kebocoran gas elpiji via sms menggunakan arduino dan sim800L module serta menggunakan sensor MQ-2. Yang mempunyai sistem sensor MQ-2 sebagai pendeteksi konsentrasi gas serta dilengkapi dengan buzzer sebagai alat getaran untuk membunyikan alarm atau sirine dan module sim 800L untuk mengirimkan pesan sms di smartphone sebagai tanda peringatan atau notifikasi bahwa terjadinya kebocoran gas yang ditampilkan di layar telepon sebagai tanda komunikasi dalam memberikan informasi konsentrasi gas yang berlangsung ketika terjadi kebocoran.

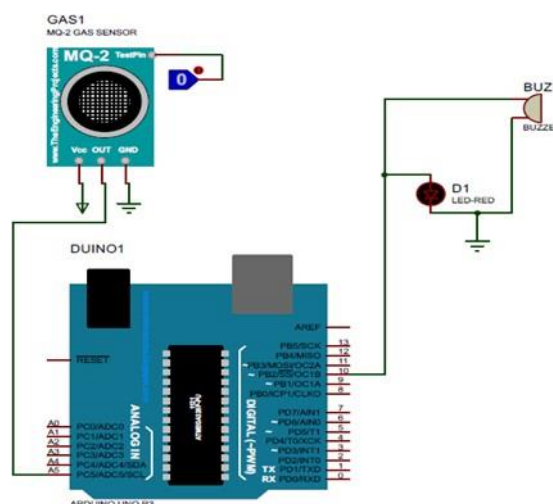
Dan pada penelitian ini akan dibuat sistem pendeteksi kebocoran gas lpg berbasis arduino dengan menggunakan sensor MQ-2 serta dilengkapi buzzer. Sistem ini akan membunyikan buzzer ketika memberikan informasi pada saat terjadi kebocoran gas.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Skema Rangkaian Sistem

Sensor gas MQ-2 dipilih untuk kebutuhan pengujian gas. Sensor-sensor tersebut bekerja berdasarkan perintah pemrograman dari Arduino UNO R3. Sebagai aktuator, sinyal suara dari buzzer dan cahaya dari lampu LED (*light emitting diode*) digunakan untuk mengidentifikasi adanya kebocoran gas. Bit-bit pada mikrokontroler tidak semua digunakan dalam prototipe ini. Fungsi bit-bit pada mikrokontroler yang digunakan diantaranya yaitu: Pin arduino uno 10 ke kaki positif yang digunakan dihubungkan dengan LED merah. Lampu ini berfungsi sebagai indikator kebocoran gas. Sementara itu, pin 10 dihubungkan dengan kaki positif buzzer sebagai penanda kebocoran gas. Pin VCC dan GND: dihubungkan pada kaki sensor gas berfungsi sebagai sumber tegangan positif dan negatif pada sensor gas. Pin GND: negatif untuk kaki LED merah, dan buzzer. Mekanisme kerja alat pendeteksi kebocoran gas ini, secara prinsip, melibatkan sensor gas dengan tipe yang berbeda sebagai indikator perbandingan tingkat sensitifitas.

Pengujian yang dilakukan ada 2 yaitu menggunakan gas korek api dan gas lpg, Sensor gas yang digunakan adalah sensor gas MQ-2. Pengujian menggunakan sensor gas bertujuan untuk mendeteksi adanya keberadaan gas (Sihombing et al., 2018). Lampu LED yang digunakan menggunakan 1 lampu LED warna merah, dimana menandakan adanya kebocoran gas dengan nilai konsentrasi gas > 300 . Semua satuan konsentrasi gas pada penelitian ini adalah arbitrary unit (a.u.). Buzzer digunakan sebagai alarm, apabila lampu LED merah nyala, maka buzzer akan berbunyi secara otomatis, berarti ada gas yang terdeteksi. Dan skema rangkaian sistem bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian *system* pendeteksi kebocoran gas berbasis arduino uno

2.2. Metode Pengumpulan Data

Pada tahap ini analisis terhadap kebutuhan system dan komponen – komponen pada alat. Analisis dikumpulkan untuk mengetahui informasi tentang kebutuhan terhadap alat. Pada tahap ini dilakukan dengan studi terhadap perkembangan interaksi system dengan entitas luar, dengan hasil analisis ini bisa diketahui komponen yang dibutuhkan serta bagaimana pembuatan system kerjanya. Komponen yang dibutuhkan untuk membuat alat adalah sebagai berikut :

2.2.1. Arduino Uno

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan (development board) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P. Disebut sebagai papan pengembangan karena board ini memang berfungsi sebagai arena prototyping sirkuit mikrokontroler. Dengan menggunakan papan pengembangan, anda akan lebih mudah merangkai rangkaian elektronika mikrokontroler dibanding jika anda memulai merakit ATmega328 dari awal di breadboard.



Gambar 2. *Arduino uno.*

2.2.2. Sensor MQ-2

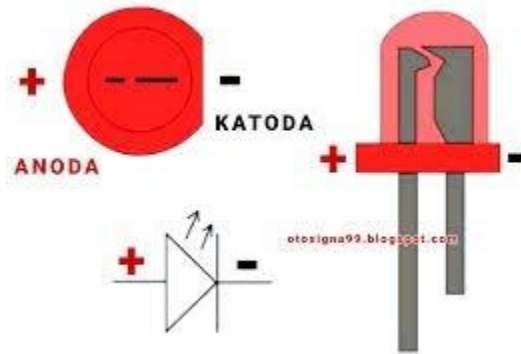
Sensor MQ-2 adalah salah satu sensor sensitif terhadap gas. Bahan utama sensor ini adalah SnO₂ dengan konduktifitas rendah pada udara bersih. Jika terdapat kebocoran gas konduktifitas sensor menjadi lebih tinggi, setiap kenaikan konsentrasi gas maka konduktifitas sensor juga naik. MQ-2 sensitif terhadap gas LPG, Propana, Hidrogen, Karbon Monoksida, Metana dan Alkohol. MQ 2 memerlukan tegangan 5 V DC, resistensi sensor ini akan berubah bila ada gas, output dari sensor ini dihubungkan ke pin Analog pada mikrokontroler Arduino yang akan menampilkan dalam bentuk sinyal digital.



Gambar 3. Sensor MQ-2.

2.2.3. LED (Light Emitting Diode)

Pengertian LED (Light Emitting Diode) dan Cara Kerjanya – Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna Cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada Remote Control TV ataupun Remote Control perangkat elektronik lainnya.



Gambar 4. LED (*Light Emitting Diode*)

2.2.4. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara.



Gambar 5. *Buzzer*

2.2.5. Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan kabel yang dapat anda gunakan untuk menghubungkan komponen- komponen elektronik yang anda gunakan, memiliki panjang antara 10 cm, 20 cm hingga 30 cm. Dalam merancang sebuah design peralatan elektronik tentunya sangat dibutuhkan sebuah kabel untuk menghubungkan komponen elektronik yang satu dengan komponen elektronik yang lainnya. Maka dari itu kabel jumper male to male merupakan salah satu jenis kabel jumper untuk breadboard yang dapat anda gunakan untuk menghubungkan komponen-komponen elektronik yang satu dengan yang lainnya. Kabel jumper ini dapat digunakan untuk menyambungkan komponen elektronik yang satu dengan yang lainnya pada saat membuat projek prototype dengan menggunakan breadboard dan menghubungkan antartitik pada pcb single slide serta juga dapat digunakan untuk menghubungkan jalur rangkaian yang terputus dengan cara menjumpernya.



Gambar 6. Kabel *jumper*

2.2.6. Adaptor

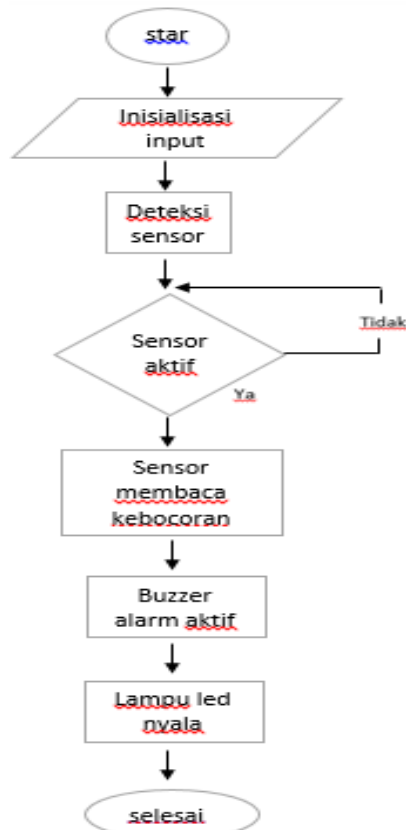
Adaptor adalah rangkaian yang berguna untuk mengubah tegangan AC menjadi DC. Rangkaian ini bisa menjadi alternatif pengganti dari tegangan DC, contohnya adalah baterai dan Accumulator. Adaptor juga banyak di gunakan dalam alat sebagai catu daya, layaknya amplifier, radio, pesawat televisi mini dan perangkat elektronik lainnya.



Gambar 7. Adaptor

2.3. Flowchart Alur Kerja Alat

Flowchart merupakan cara penyajian dari suatu algoritma dan menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program. Selain itu flowchart menolong analis dan programmer untuk memecahkan masalah kedalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis.



Gambar 8. Flowchart

2.4. Liquefied Petroleum Gas (LPG)

Liquefied Petroleum Gas (LPG), merupakan Gas hasil produksi dari kilang minyak atau kilang Gas, yang komponen utamanya adalah Gas propane (C_3H_8) dan butane (C_4H_{10}) kurang lebih 97% dan selebihnya adalah Gas pentane (C_5H_{12}) yang dicairkan. LPG lebih berat dari udara dengan berat jenis sekitar 2.01 (dibandingkan dengan udara), tekanan uap LPG cair dalam tabung sekitar 5.0–6.2 Kg/cm². Pertamina memasarkan LPG sejak tahun 1969 dengan merk dagang LPG. Perbandingan komposisi, propane (C_3H_8) dan butane (C_4H_{10}) adalah sebesar 30:70. Zat mercaptane biasa ditambahkan kepada LPG untuk memberikan bau yang khas, sehingga kebocoran Gas dapat dideteksi dengan cepat. Berdasarkan komposisi propane dan butane, LPG dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

- a) LPG butane, yang sebagian besar terdiri dari C4.
- b) LPG propane, yang sebagian besar terdiri dari C3.
- c) Mix LPG, yang merupakan campuran dari propane dan butane.

Salah satu risiko penggunaan elpiji (LPG) adalah terjadinya kebocoran pada tabung atau instalasi gas sehingga bila terkena api dapat menyebabkan kebakaran. Pada awalnya, gas elpiji tidak berbau, tetapi bila demikian akan sulit dideteksi apabila terjadi kebocoran pada tabung gas. Menyadari itu Pertamina menambahkan gas mercaptan, yang baunya khas dan menusuk hidung. Langkah itu sangat berguna untuk mendeteksi bila terjadi kebocoran tabung gas. Tekanan elpiji cukup besar (tekanan uap sekitar 120 psig), sehingga kebocoran elpiji akan membentuk gas secara cepat dan mengubah volumenya menjadi lebih besar.

3. PEMBAHASAN DAN HASIL

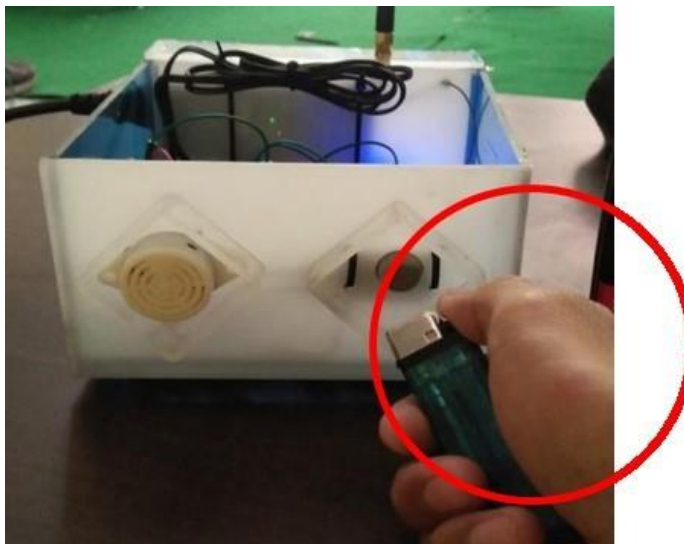
Pada penelitian ini dibuat alat pendeteksi kebocoran gas lpg berbasis arduino uno dengan menggunakan sensor MQ-2 sebagai pendeteksi keberadaan gas dan dilengkapi dengan alarm buzzer yang berfungsi untuk memberikan sinyal berupa suara ketika terjadi kebocoran gas lpg yang berlangsung, Setelah perancangan alat selesai, maka selanjutnya dilakukan pengujian analisa rangkaian alat yang bertujuan untuk melihat tingkat keberhasilan seluruh sistem setelah melakukan proses perancangan alat. Serta pengujian alat dilakukan untuk mengambil data sebagai acuan dalam proses analisa sistem.

3.1. Pengujian Perangkat Keras (Hardware)

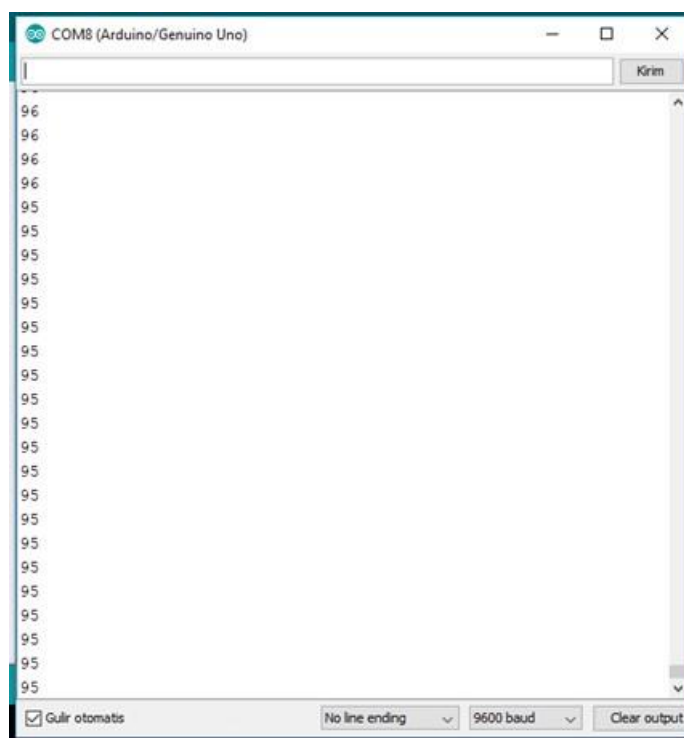
Setelah semua komponen terpasang dan program selesai disusun, maka langkah berikutnya adalah melakukan pengujian alat. Pengujian ini dilakukan secara bertahap dari rangkaian ke rangkaian berikutnya. Pengujian perangkat keras (*hardware*) adalah bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat yang sudah dirangkai. Pengujian komponen arduino uno Pada rangkaian alat yang dibuat. Mikrokontroler yang dipakai pada prototype adalah arduino uno atmega 328p yang berfungsi untuk mengatur kegiatan keseluruhan sistem. Konsumsi daya yang digunakan untuk mensupply arduino uno adalah *power supply* 12 Volt.



Gambar 11. Tampilan Pemasangan board arduino uno



Gambar 12. Pengujian deteksi gas dengan korek api pada sensor MQ-2.



Gambar13.Hasil monitoring kandungan gas pada sensor

3.2. Pengujian komponen Sensor MQ-2

Tahap pengujian sensor MQ-2 dilakukan untuk mengetahui rangkaian sensor MQ-2 dapat mendeteksi keberadaan kandungan gas disekitar jarak sensor. Penelitian yang dilakukan harus di ruang tertutup untuk mengetahui keberadaan gas lpg. Adapun sumber yang digunakan untuk pengujian ini adalah korek gas, karena kandungan yang terdapat pada korek tersebut menggunakan hidrokarbon cair seperti n-butana, isobutana, dan propana. Penggunaan korek gas ini sudah cukup untuk melakukan pengujian deteksi kebocoran gas pada sistem sensor untuk mendeteksi gas elpiji. Namun karena keterbatasan kadar gas dan perubahan konsentrasi yang naik turun, sehingga hasil yang diperoleh kurang maksimal. Berikut ini adalah pengujian deteksi adanya gas pada korek api untuk sensor MQ-2 dan monitoring hasil nilai analog keluaran sensor program arduino pada Gambar 12 dan Gambar 13.

Dari pengujian deteksi keberadaan gas maka menghasilkan data pengujian tegangan terhadap daya sensor dan data hasil pengujian jarak deteksi (cm) terhadap konsentrasi gas korek api dengan satuan "Part Per Million" (Ppm) pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil pe gujian jarak gas pada sensor

No	Jarak deteksi sensor (cm)	Konsentrasi gas (ppm)
1	1 cm	1000 -1500 ppm
2	2 cm	800 -1000 ppm
3	3 cm	500 - 800 ppm
4	4 cm	300 - 500 ppm
5	5 cm	100 - 300 ppm

Data hasil pengujian tegangan sensor pada hasil perancangan sistem sensor ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji coba tegangan pada sensor MQ-2.

No	Input	Output	Keterangan
1	3.3 volt	Mati	Tidak ada tegangan
2	3.7 volt	Mati	Tidak ada tegangan
3	4 volt	Mati	Tidak ada tegangan
4	5 volt	Hidup	Tegangan Stabil
5	6 volt	Mati	Tidak ada tegangan
6	7 volt	Mati	Tidak ada tegangan
7	8 volt	Mati	Tidak ada tegangan
8	9 volt	Mati	Tidak ada tegangan
9	10 volt	Mati	Tidak ada tegangan
10	12 volt	Mati	Tidak ada tegangan

3.3. Pengujian Komponen *Buzzer*

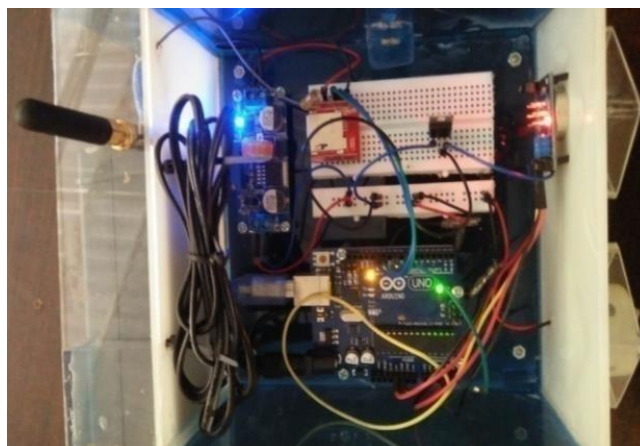
Pada tahap pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja buzzer sebagai alarm pendeteksi gas bocor yang berlangsung. Untuk menghidupkan kinerja *buzzer* dilakukan dengan memberikan tegangan 5V, karena daya yang digunakan 5V dari tegangan asli *buzzer* 12V untuk itu diperlukan IC regulator LM7805 sebagai penyetabil kinerja *buzzer*. Adapun pengujian terhadap *buzzer* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data hasil pengujian alarm buzzer pada sensor MQ-2

No	Konsentrasi gas pada sensor MQ-2 (ppm)	Buzzer	Keterangan
1	40 – 50	Alarm berbunyi	tidakTidak ada gas
2	50 – 100	Alarm berbunyi	tidakTidak ada gas
3	200 – 300	Alarm berbunyi	Ada gas
4	300 – 500	Alarm berbunyi	Ada gas
5	500 – 1000	Alarm berbunyi	Ada gas
6	1000 -1200	Alarm berbunyi	Ada gas
7	1200 –1800	Alarm berbunyi	Ada gas

3.4. Pengujian Kabel *Jumper*

Pada tahap pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dalam memilih pemakaian kabel yang digunakan untuk menjumper komponen satu sama lain. Disini harus melakukan pemeriksaan secara fisik kabel karena kabel yang baik juga berpengaruh dalam kinerja rangkaian tegangan yang saling terhubung. Berikut ini posisi *instalasi* kabel jumper pada rangkaian *prototype* pada Gambar 14.



Gambar 14. Instalasi kabel jumper pada rangkaian *Prototype*

3.5. Pengujian Catu Daya (*Power Supply 12 Volt*)

Dalam tahap pengujian ini dilakukan untuk memilih catu daya berkapasitas 12V DC yang menjadi *power supply* tegangan rangkaian *prototype*. Dalam realisasi perangkat arduino membutuhkan daya 5-12V. sedangkan untuk catu daya *module* SIM800L membutuhkan tegangan 3.7V dan *buzzer* membutuhkan tegangan 5V maka *power supply* 12V membutuhkan IC regulator LM7805 dan *Step-down* XL4005 untuk menurunkan kebutuhan tegangan di bawah 12V.

Tabel 4. Hasil Percobaan catu daya 12V tanpa penurun tegangan

No	Input power supply	Output tegangan buzzer	Output tegangan SIM800L	Hasil	Keterangan
1	12V	12V	-	Hidup	Tidak stabil
2	12V	-	12V	Mati	Tidak Menyala

Tabel 5. Hasil percobaan catu daya 12V dengan penstabil tegangan

No	Input power supply	Output IC LM7805 pada buzzer	Output Step-down pada SIM800L	Hasil	Keterangan
1	12V	5V	-	Hidup	Stabil
2	12V	-	3.7V	Hidup	Stabil

3.6. Pengujian analisa program Arduino IDE

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah program yang telah dibuat sudah benar atau masih salah dan perlu adanya perbaikan. Disini akan ditulis hasil pembuatan program dari program salah sampai benar. Pada Gambar 15. hasil percobaan uji program pada *software* arduino IDE.



Gambar 15. Percobaan kedua program berhasil

3.7. Pengujian Keseluruhan Sistem

Dalam tahap ini melibatkan proses pengujian kinerja semua komponen untuk mengetahui seberapa baik komponen mampu bekerja dengan stabil tanpa hambatan dan menghasilkan output yang sesuai dengan keinginan program yang kita buat. Keberhasilan alat ini adalah ketika ada kebocoran gas yang terdeteksi oleh sensor maka sistem akan melakukan perintah membunyikan alarm buzzer yang berfungsi sebagai isyarat tanda bahaya terjadinya konsentrasi gas yang berlangsung. Dari hasil pengujian keseluruhan alat yang dilakukan bahwa rangkaian prototype berjalan dengan baik dan semua fungsi dapat berjalan dengan lancar sehingga tidak terjadi kesalahan dalam memberikan perintah. Dan hasil pengujian keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Hasil pengujian keseluruhan system dalam kondisi alat menyala

4. PENUTUP

Dengan menggunakan teknologi berbasis arduino uno, sistem dapat memberikan informasi secara langsung kepada pengguna tabung gas lpg dalam memberi informasi adanya kebocoran gas. Dengan menggunakan system pendeteksi kebocoran gas tersebut dirancang dengan Mikrokontroler Arduino uno yang dirancang menggunakan sensor MQ-2 dapat mendeteksi Gas LPG.

Tindakan dini yang dilakukan pengguna tabung dapat meminimalisir terjadinya bahaya kebocoran gas yang bisa menyebabkan kebakaran akibat terlambatnya penanganan dini kebocoran tabung gas lpg.

Perlu adanya pengembangan pada alat ini dalam penyampaian informasi misalkan menambahkan dengan aplikasi berbasis android sebagai pengontrol sistem konsentrasi gas. Penggantian sensor yang berkualitas lebih tinggi dan menambah jumlah sensor gas untuk membuat sistem keamanan yang lebih aman lagi dan bekerja dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Alam, "Pendeteksi Kebocoran Gas Elpiji Menggunakan Sensor Gas MQ-5 Berbasis AT89S51," *Maj. Ilm. Fak. Teknol. Ind.*, vol. 4, no. 2, 2012.
- [2] A. Heri, "Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 menggunakan bahasa C," *Inform. Bandung*, 2013.
- [3] F. Djuandi, "Pengenalan arduino," *E-book. www. tobuku*, pp. 1–24, 2011.
- [3] J. Christian and N. K.-U. B. Luhur, "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, 2013.
- [4] M. S. Mauludin, A. F. Alfalah, and D. D. Wibowo, "MQ 2 Sebagai Sensor Anti Asap Rokok Berbasis Arduino dan Bahasa C," *Pros. SNST Fak. Tek.*, vol. 1, no. 1, 2016