pISSN : 0852-0232, eISSN : 2656-582X DOI : 10.14710/gt.v22i4.xxxxx

RANCANG BANGUN PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG (*LIQUEFIED PETROLEUM GAS*) BERBASIS ARDUINO UNO MENGGUNAKAN SENSOR MQ-5 DAN BUZZER

Kartika Hialdha Marel [1)], Yuniarto[2)],
[1)]Program Studi Str. Teknik Listrik Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
*E-mail : yuniartostmt@gmail.com

ABSTRACT

Kartika Hialdha Marel [1)], Yuniarto [2)], *LPG gas leakage is one of the causes of fires and explosions that can endanger safety. This research aims to design and develop an LPG gas leakage detection system based on Arduino Uno using an MQ-5 sensor, buzzer, LEDs, and a 16x2 I2C LCD as warning and information media. The MQ-5 sensor is used to detect LPG gas concentration in Parts Per Million (PPM), then the data is processed by Arduino Uno to determine the system condition based on a predetermined threshold value. The system was tested under five conditions, namely no gas, low gas concentration, medium gas concentration, high gas concentration, and system response testing. The test results showed that under normal conditions the gas concentration remained within a safe range, while under high gas concentration conditions the system was able to detect concentrations up to 367.45 PPM and automatically activate the buzzer and blinking red LED when the concentration exceeded 200 PPM. Based on the test results, the system successfully operated according to the design in detecting LPG gas leakage and providing automatic early warning.*

Keywords: *Arduino Uno, MQ-5, Gas Leakage, Monitoring System*

PENDAHULUAN

LPG (Liquefied Petroleum Gas) merupakan kumpulan senyawa gas hidrokarbon yang berbentuk cair. Berdasarkan komponen utamanya yaitu propana dan butana, LPG dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu LPG propana, LPG butana, dan LPG campuran. Kebocoran gas merupakan salah satu masalah yang dapat menimbulkan bahaya serius baik di lingkungan industri maupun rumah tangga. Gas yang bocor, seperti gas LPG (Liquefied Petroleum Gas) dan metana, sangat mudah terbakar dan dapat menyebabkan ledakan yang berakibat fatal.

Sebagai negara berkembang dengan populasi yang padat, Indonesia memiliki tantangan tersendiri dalam hal mitigasi dan pencegahan kebakaran. Banyak rumah di Indonesia, terutama di kawasan perkotaan dengan kepadatan penduduk yang tinggi, dibangun dengan struktur yang kurang aman dan tidak memenuhi standar keselamatan kebakaran. Selain itu, kesadaran masyarakat tentang pentingnya langkah-langkah pencegahan kebakaran karena kebocoran gas masih relatif rendah.

Ketika terjadi kebocoran gas dalam jumlah besar dan pemilik rumah tanpa sengaja menghirup gas LPG yang sebagian besar terdiri dari propana dan butana, hal ini dapat membahayakan kesehatan. Dampak jangka pendeknya meliputi mual, pusing, batuk, dan sesak di bagian dada. Jika tidak segera ditangani, gejala tersebut bisa memburuk, seperti detak jantung yang tidak teratur, kesulitan bernapas, hingga hilangnya kesadaran atau pingsan.

Dalam jangka panjang, paparan gas LPG penurunan sensifitas presepsi dan bahkan ketidaksadaran dapat terjadi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa menghirup gas ini secara terus-menerus bisa memperlambat fungsi paru-paru, dan dalam kasus berat (paparan kronis) dapat menghasilkan kerusakan yang signifikan pada jantung, paru-paru, hati,

dan ginjal, bahkan kematian mendadak yang terjadi dikarenakan aritmia jantung, depresi pernapasan, infark miokard, edema paru dan cedera otak hipoksia-iskemik hingga cedera otak yang berkelanjutan.

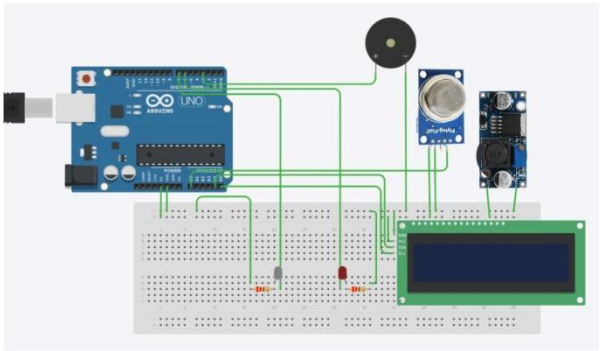
Dengan tingginya kasus kebakaran yang penyebab utamanya kebocoran gas hingga dampak berkelanjutan yang disebabkan oleh kebocoran gas, maka dibutuhkan berbagai solusi agar dapat mengurangi kasus tersebut. Sistem pendeteksi kebocoran gas dapat digunakan sebagai salah satu alternatif. Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah sistem berbasis mikrokontroler. Arduino Uno adalah salah satu platform mikrokontroler yang populer karena kemudahan penggunaannya, ketersediaan sumber daya yang melimpah, serta kemampuan untuk di integrasikan dengan berbagai sensor dan modul. Mengacu pada permasalahan tersebut, maka penyusun merancang dan membuat Tugas Akhir dengan judul "Rancang Bangun Pendeteksi Kebocoran Gas LPG (Liquefied Petroleum Gas) Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor MQ-5 dan Buzzer"

.

SISTEM MONITORING

Sistem Monitoring yang diterapkan pada modul ini menggunakan Arduino Uno, LCD. LCD akan menampilkan peringatan secara real-time melalui layar pada alat bahwa sistem ini mendeteksi kebocoran gas LPG diatas ambang batas yang ditentukan. Selain itu, komponen lain seperti LED dan Buzzer juga akan mengirimkan peringatan visual dan suara.

KERJA RANGKAIAN



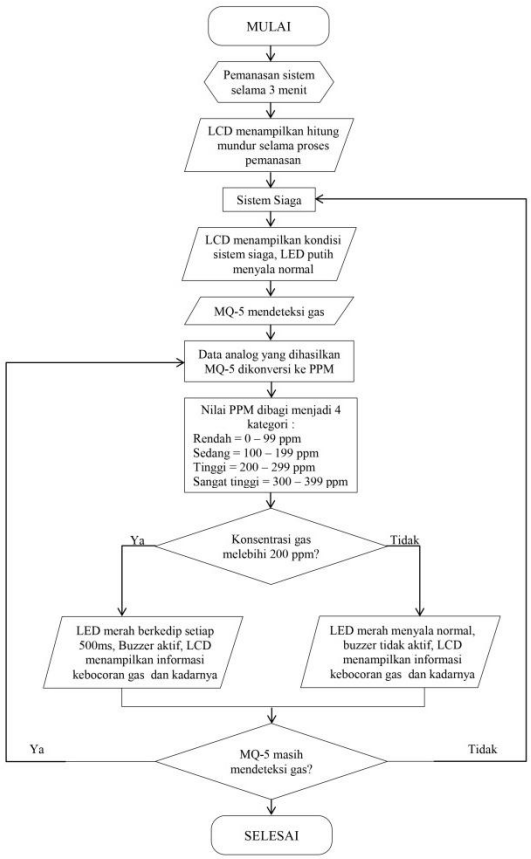
Proses kerja sistem ini dimulai dengan dengan menghubungkan adaptor 12V ke sumber listrik sehingga seluruh rangkaian dapat aktif dan mulai bekerja. Seelah sistem menyala, sensor MQ-5 akan melakukan proses pemanasan (warming up) selama 3 menit agar pembacaan sesnsor menjadi lebih stabil. Selama proses pemanasan berlangsung, LCD akan menampilkan informasi "WARMING UP" serta hitung mundur waktu pemanasan sensor.

Setelah proses pemanasan selesai, sistem akan masuk ke mode siaga yabng ditandai dengan LED putih menyala sebagai indikator bahwa alat siap digunakan. Pada kondisi ini, sensor MQ-5 akan melakukan pembacaan gas secara terus-menerus dan mengirimkan data analog ke arduino uno. Nilai analog tersebut kemudian diolah menjadi nilai konsentrasi gas dalam satuan PPM (Parts Per Million) melalui proses perhitungan tegangan dan resistansi sensor.

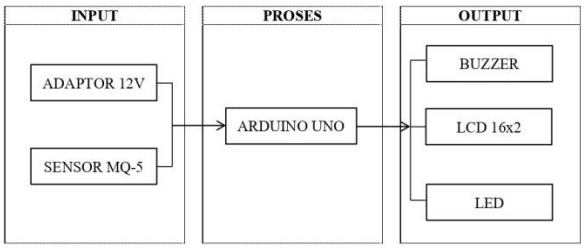
Apabila sensor mendeteksi gas dengan konsentrasi rendah atau belum melebihi ambang batas yang ditentukan yaitu 200 ppm, maka LED merah akan menyala normal sebagai indikator adanya gas yang terdeteksi, sedangkan buzzer masih dalam kondisi nonaktif. LCD akan menampilkan nilai kadar gas yang terdeteksi secara real-time. Namun, apabila konsentrasi gas melebihi ambang batas sebesar 200 ppm, sistem akan masuk ke mode bahaya. Pada kondisi ini, buzzer akan aktif sebagai alarm peringatan, LED merah akan berkedip setiap 500ms, dan LCD akan menampilkan peringatan "BAHAYA GAS BOCOR" beserta nilai kadar gas yang terdeteksi.

Selama sistem bekerja, seluruh data hasil pembacaan sensor seperti nilai analog, nilai ppm, dan kategori tingkat gas akan direkam secara otomatis melalui PLX-DAQ dan serial monitor sehingga pengguna dapat melakukan monitoring dan melakukan pengambilan data pengujian secara real-time. Setelah kadar gas kembali normal, sistem akan otomatis kembali kemode siaga dan LED putih akan kembali menyala sebagau tanda bahwa kondisi lingkungan telah aman.

FLOWCHART



KONSEP PEMBUATAN ALAT



Berikut merupakan penjelasan dari blok diagram perancangan *hardware* pada tugas akhir:

1. Pada bagian input, terdapat adaptor 12V sebagai sumber listrik utama dan sensor MQ-5 yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan gas LPG. Ketika adaptor dihubungkan ke stopkontak maka, sensor MQ-5 bekerja dengan cara mengukur konsentrasi gas LPG di udara. Ketika gas terdeteksi, sensor akan menghasilkan sinyal berupa tegangan analog yang sesuai dengan kadar gas yang terdeteksi. Tegangan ini kemudian dikirimkan ke Arduino Uno sebagai pusat pemrosesan data.
2. Pada sistem ini, LCD menampilkan status awal saat alat diaktfkan, proses pemanasan sensor (warming up), kondisi siaga, serta peringatan ketika terdeteksi kebocoran gas. Saat kondisi normal, LCD akan menampilkan status "Sistem Deteksi Siaga", sedangkan saat kadar gas melebihi ambang batas, LCD menampilkan pesan "Bahaya Gas Bocor" disertai nilai kadar gas dalam satuan PPM..
3. Terdapat 3 (tiga) komponen output yang akan diaktifkan oleh Arduino ketika kadar gas LPG melebihi ambang batas aman, yaitu LED, Buzzer, dan LCD 16X2 I2C.
4. LED akan menyala sebagai indikator visual yang menunjukan bahwa gas terdeteksi dalam jumlah yang berbahaya. LED ini berfungsi sebagai peringatan awal yang mudah dilihat oleh orang disekitar lokasi. Hingga menurunya kadar gas atau dilakukannya tindakan penanganan kebocoran gas. Ketika sistem siaga, LED putih akan menyala sebagai indikator bahwa sistem siap dan sedang siaga mendeteksi adanya kebocoran gas. Namun, ketika kadar gas yang terdeteksi ada dibawah ambang batas yang ditentukan, maka LED merah akan menyala normal. Jika gas yang terdeteksi diatas ambang batas yang ditentukan, maka LED merah akan berkedip dengan kecepatan 500ms.
5. Bersamaan dengan LED, komponen buzzer juga akan aktif dan mengeluarkan bunyi keras untuk memberikan peringatan suara di lokasi kejadian. Alarm suara dapat membantu menarik perhatian siapapun yang berada disekitar alat agar segera menyadari adanya potensi bahaya dan mengambil tindakan penanganan.

Setelah pembuatan *hardware* selesai, tahapan selanjutkan dalam pembuatan alat ini yaitu, perancangan program yang akan dimasukkan ke dalam Arduino. Pembuatan *script* ini dibuat menggunakan aplikasi Arduino IDE. Berikut penjabaran tahapan yang dilalui dalam pembuatan *script.*

1. Setelah aplikasi terbuka, kemudian pilih menu "*file*" dan klik "*New*" untuk membuat halaman *program* baru.
2. Tahapan selanjutnya adalah membuat *program* untuk menginstruksikan Arduino Uno untuk

menerima data analog dari sensor MQ-5 serta perintah selanjutnya dari data analog yang diterima. Kemudian ketik komunikasi serial program pada halaman *sketch*.

3. Setelah program selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah mengupload *library* yang diperlukan sensor untuk pembacaan data. Unggah *library* dilakukan dengan memilih menu "*sketch*", kemudian pilih "*Include Library*", dan pilih "*Add .ZIP Library*". Kemudian pilih *library* yang dibutuhkan.
4. Selanjutnya yaitu memeriksa program untuk memastikan tidak ada kesalahan pada penyusunan program dengan melakukan *verify*.
5. Setelah program yang disusun telah berhasil di periksa dan tidak ada kesalahan, maka lakukan pengunggahan program ke Arduino Uno, dengan cara memilih tombol "*Upload*" pada ujung kiri atas Arduino IDE.

Selain menggunakan aplikasi Arduino IDE pada komputer atau laptop, prosesn pembuatan dan penggunggahan *script* program juga dapat dilakukan melalui perangkat *smartphone* Android menggunakan Aplikasi ArduinoDroid. Aplikasi ini memungkinkan penggguna untuk menulis, mengedit, meneompilasi, serta mengunggah program ke papan Arduino secara lebih praktis dan fleksibel tanpa harus menggunakan komputer. Berikut penjabaran tahapan yang dilalui dalam pembuatan *script* menggunakan ArduinoDroid.

1. Unduh aplikasi ArduinoDroid di PlayStore.
2. Setelah selesai mengunduh, hubungkan Arduino Uno ke smartphone menggunakan kabel USB OTG (On-The-Go) agar perangkat saling terhubung dan proses pengunggahan program dapat berjalan lancar.
3. Kemudian, setelah berhasil terhubung, buka aplikasi ArduinoDroid untuk memulai proses pemrograman.
4. Kemudian atur port dan *board* yang digunakan dengan mengetuk tombol titik tiga diatas kanan, masuk ke setting dan pilih tipe *board* atau papan yang digunakan. Karena *board* yang digunakan pada sistem ini adalah Arduino Uno, maka pilih Arduino Uno serta pastikan port yang digunakan sesuai.
5. Sama seperti menggunakan Arduino IDE, tahapan selanjutnya adalah membuat *program* untuk menginstruksikan Arduino Uno untuk menerima data analog dari sensor MQ-5 serta perintah selanjutnya dari data analog yang diterima.
6. Tahapan selanjutnya yaitu melakukan proses *compile* atau verifikasi program, dengan menyentuh tombol petir di atas kanan aplikasi.
7. Kemudian tekan tombol upload (tanda panah bawah) untuk unggah program, agar program dapat dijalankan di Arduino Uno. Setelah proses pengunggahan program selesai, sistem akan berjalan sesuai dengan program yang telah dibuat.

PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Ketika proses pembuatan program pada Arduino IDE, terdapat perhitungan untuk mengubah nilai analog yang dihasilkan oleh sensor menjadi nilai dengan satuan PPM (*Part Per Million*), diantara lain.

1. Nilai Ro

   Ro adlah resistansi sensor MQ-5 saat berada di udara bersih, yaitu udara yang tidak mengandung gas target seperti LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). Nilai Ro ini akan menjadi acuan pmbanding untuk emgetahui perubahan resistansi sensor saat mendeteksi gas. Pengukuran nilai Ro harus dilakukan agar hasil pengukuran dalam PPM akurat. Berikut proses pengukura nilai Ro.

   a. Saat memnentukan nilai Ro, pastikan sensor berada ditempat dengan ventilasi baik. Koneksikan arduino uno dengan sensor MQ-5.
   b. Kemudian nyalakan alat selama 24-48 jam pertama untuk menstabilkan elemen pemanas didalam sensor dan agar nilai pengukuran yang didapat stabil.
   c. Setelah proses preheat selesai, unggah program ke Arduino uno
   d. Setelah pengunggahan selesa, lakukan pengamatan pengukuran nilai Ro di ruangan bersih dengan udara normal. Diamkan selama 5-10 menit agar nilai yang didapatkan akurat.

e. Hasil yang muncul pad serial monitor adalah hasil nilai Ro untuk dimasukkan pada program utama.

2. Nilai Rs

Sensor Resistance (Rs) adalah nilai resistansi atau hambatan listrik yang terbentuk di dalam elemen aktif dari sensor MQ-5 saat sensor bereaksi terhadap gas yang terdeteksi. Rs adalah parameter utama yang menunjukan seberapa kuat sesnor merasakan gas di sekitarnya. Selain Ro, menentukan Rs juga penting dikarenakan Rs adalah dasar perhitungan PPM, Rs juga mewakili reaksi sensor terhadap gas, dan mengubah data analog menjadi informasi yang dapat dipahami.

Sebelum menghitung nilai Rs, terlebih dahulu nilai Tegangan Output perlu dihitung.

$$Vout = \left(\frac{ADC}{1023}\right) \times Vcc$$

ADC = Nilai analog dari pin Arduino (0 – 1023)

VCC = Tegangan referensi (umumnya 5 volt dari arduino uno)

Hasil dari Vout yang dihitung dapat dimasukan pada rumus perhitungan nilai Rs.

$$Rs = \left(\frac{Vcc - Vout}{Vout}\right) \times RL$$

RL = Resistor beban yang digunakan pada rangkaian (menggunakan 1kΩ)

3. Perbandingan nilai Rs terhadap Ro

Rs/Ro adalah perbandingan antara resistansi sensor saat mendeteksi gas (Rs) dan resistansi sesnsor di udara bersih (Ro). Fungsi dari dilakukannya perbandingan nilai Rs terhadap Ro yaitu, menyesuaikan respon sensor terhadap kondisi nyata, perhitungan PPM dari sensor MQ-5 selalu bergantung pada nilai Rs/Ro bukan hanya Rs ataupun Ro saja, kemudian dengan menggunakan perbandingan Rs/Ro perhitungan PPM menjadi lebih stabil dan akurat dan tidak terpengaruh oleh variasi individu sensor atau kondisi lingkungan. Berikut rumus perbandingan Rs terhadap Ro.

$$Ratio = \frac{Rs}{Ro}$$

Rs = Resistansi sensor

Ro = Resistansi sensor saat diudara bersih (didapatkan saat kalibrasi).

Pengujian dilakukan selama satu hingga dua menit pada setiap kondisi dan jarak antar kondisi elama 15 menit guna menetralkan sisa gas yang ada di lingkungan sekitar. Dan dibagi menjadi 4 kategori yaitu, kurang dari 20 (nilai analog) masuk ke kategori rendah, kurang dari 40 (nilai analog) masuk ke kategori sedang, kurang dari 60 (nilai analog) masuk ke kategori tinggi, dan jika lebih dari 60 masuk ke dalam kategori sangat tinggi.

Dengan dilakukan pengujian pada berbagai kondisi tersebut, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang jelas mengenai karakteristik dan kinerja sistem, sehinggadapat disimpulkan tingkat keandalan alat dalam mendeteksi kebocoran gas LPG.

1. Pengujian Alat dengan Kondisi Tanpa Gas

Pengujian tanpa gas dilakukan untuk mengetahui kondisi awal atau *baseline* dari sensor MQ-5 pada lingkungan yang tidak terpapar gas. Pengujian ini bertujuan untu melihat kestabilan pembacaan sensor serta memastikan bahwa sistem berada dalam kondisi normal (siaga). Data yang diperoleh pada kondisi ini digunakan sebagai acuan untuk membandingkan hasil pengujian pada kondisi lainnya.

Date	Time	Analog Value	PPM	Kategori
16/05/2026	11:33:51.843	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:33:52.865	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:33:53.886	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:33:54.911	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:33:55.930	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:33:56.951	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:33:57.973	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:33:58.995	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:00.017	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:01.038	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:02.060	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:03.082	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:04.103	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:05.125	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:06.146	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:07.168	25	1.47	Rendah

16/05/2026	11:34:08.190	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:09.211	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:10.233	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:11.255	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:12.277	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:13.298	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:14.320	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:15.342	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:16.364	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:17.386	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:18.407	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:19.429	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:20.451	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:21.472	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:22.494	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:23.515	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:24.537	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:25.559	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:26.580	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:27.602	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:28.624	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:29.646	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:30.667	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:31.689	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:32.711	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:33.732	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:34.754	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:35.775	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:36.814	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:37.821	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:38.840	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:39.862	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:40.884	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:41.906	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:42.927	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:43.949	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:44.971	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:45.993	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:47.014	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:48.036	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:49.058	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:50.079	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:51.101	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:52.122	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:53.144	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:54.166	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:55.187	25	1.47	Rendah
16/05/2026	11:34:56.209	24	1.36	Rendah
16/05/2026	11:34:57.230	24	1.36	Rendah

Pengujian tanpa gas dilakukan untuk mengetahui kondisi awal (baseline) sensor MQ-5 ketika tidak terdapat paparan gas lpg di lingkungan pengujian. Berdasarkan hasil pengujian, nilai analog yang erbaca berada pada rentang sekitar 24 dan 25 dengan nilai ppm bersikasr antara 1.36 hingga 1,47 ppm dan termasuk dalam kategori rendah. Berikut perhitungan konversi nilai analog value menjadi nilai ppm

Menghitung tegangan output (Vout),

$$Vout = \frac{24}{1023} \times 5 = 0{,}1173$$

Menghitung resistansi sensor (Rs),

$$Rs = \left(\frac{5 - 0{,}1173}{0{,}1173}\right) \times 1 = 41{,}63$$

Menghitung rasio (Rs/Ro),

$$Rasio = \frac{41{,}63}{4{,}19} = 9{,}9344$$

Menghitung nilai PPM,

$$PPM = A \times (Rasio)^{B}$$

$$PPM = 127{,}6 \times (9{,}9344)^{-1{,}979} = 1{,}357 \text{ ppm}$$

Nilai yang relatif stabil menunjukkan bahwa sensor MQ-5 bekerja dengan baik pada kondisi normal dan tidak memberikan pembacaan berlebih (*false detection*). Selain itu, kestabilan data juga menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan kondisi siaga tanpa gangguan yang signifikan. Kondisi ini penting karena menjadi acuan pembanding terhadap seluruh kondisi pengujian lainnya.

2. Pengujian Alat dengan Kondisi Gas Rendah

   Pengujian denngan paparan gas dalam jumlah kecil dilakukan untuk mengetahui tingkat sensivitas awal dari sensor terhadap keberadaan gas. Pada kondisi ini, sistem diharapkan mulai menunjukan adanya peningkatan nilai pembacaan, meskipun masih berada di bawah ambang batas bahaya. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa alat mampu mendeteksi perubahan kecil pada konsentrasi gas.

Date	Time	Analog Value	PPM	Kategori
16/05/2026	11:57:03.082	27	1.72	Rendah
16/05/2026	11:57:04.104	26	1.60	Rendah
16/05/2026	11:57:05.126	27	1.72	Rendah
16/05/2026	11:57:06.148	27	1.72	Rendah
16/05/2026	11:57:07.170	27	1.72	Rendah
16/05/2026	11:57:08.191	27	1.72	Rendah
16/05/2026	11:57:09.213	26	1.60	Rendah
16/05/2026	11:57:10.234	27	1.72	Rendah
16/05/2026	11:57:11.256	27	1.72	Rendah
16/05/2026	11:57:12.277	27	1.72	Rendah
16/05/2026	11:57:13.300	26	1.60	Rendah
16/05/2026	11:57:14.321	26	1.60	Rendah
16/05/2026	11:57:15.343	26	1.60	Rendah
16/05/2026	11:57:16.365	26	1.60	Rendah
16/05/2026	11:57:17.387	45	4.91	Rendah
16/05/2026	11:57:18.409	59	8.63	Rendah
16/05/2026	11:57:19.430	63	9.91	Rendah
16/05/2026	11:57:20.452	62	9.58	Rendah
16/05/2026	11:57:21.474	61	9.26	Rendah
16/05/2026	11:57:22.496	62	9.58	Rendah
16/05/2026	11:57:23.517	53	6.90	Rendah
16/05/2026	11:57:24.539	49	5.86	Rendah
16/05/2026	11:57:25.560	56	7.74	Rendah
16/05/2026	11:57:26.582	58	8.33	Rendah
16/05/2026	11:57:27.604	127	45.50	Rendah
16/05/2026	11:57:28.626	132	49.66	Rendah
16/05/2026	11:57:29.646	132	49.66	Rendah
16/05/2026	11:57:30.669	144	60.60	Rendah
16/05/2026	11:57:31.690	150	66.59	Rendah
16/05/2026	11:57:32.712	136	53.16	Rendah
16/05/2026	11:57:33.734	124	43.11	Rendah
16/05/2026	11:57:34.755	127	45.50	Rendah
16/05/2026	11:57:35.778	129	47.14	Rendah
16/05/2026	11:57:36.799	131	48.81	Rendah
16/05/2026	11:57:37.821	148	64.55	Rendah
16/05/2026	11:57:38.843	172	91.83	Rendah
16/05/2026	11:57:39.865	218	163.85	Sedang
16/05/2026	**11:57:40.886**	**205**	**140.55**	**Sedang**
16/05/2026	11:57:41.908	181	103.74	Sedang
16/05/2026	11:57:42.943	133	50.52	Rendah
16/05/2026	11:57:43.950	112	34.33	Rendah
16/05/2026	11:57:44.972	109	32.33	Rendah
16/05/2026	11:57:45.994	105	29.76	Rendah
16/05/2026	11:57:47.023	103	28.53	Rendah
16/05/2026	11:57:48.037	103	28.53	Rendah
16/05/2026	11:57:49.059	105	29.76	Rendah
16/05/2026	11:57:50.081	121	40.80	Rendah
16/05/2026	11:57:51.103	142	58.68	Rendah
16/05/2026	11:57:52.125	142	58.68	Rendah
16/05/2026	11:57:53.146	120	40.05	Rendah
16/05/2026	11:57:54.168	111	33.66	Rendah
16/05/2026	11:57:55.189	111	33.66	Rendah
16/05/2026	11:57:56.212	118	38.57	Rendah
16/05/2026	11:57:57.234	133	50.52	Rendah
16/05/2026	11:57:58.255	128	46.32	Rendah
16/05/2026	11:57:59.277	119	39.31	Rendah
16/05/2026	11:58:00.299	114	35.71	Rendah
16/05/2026	11:58:01.321	105	29.76	Rendah
16/05/2026	11:58:02.342	103	28.53	Rendah
16/05/2026	11:58:03.364	112	34.33	Rendah
16/05/2026	11:58:04.386	150	66.59	Rendah
16/05/2026	11:58:05.407	112	34.33	Rendah
16/05/2026	11:58:06.429	57	8.03	Rendah

Pada pengujian kondisi gas rendah, sensor mulai menunjukkan peningkatan nialia analog dan nilai ppm dibandingkan kondisi tanpa gas. Berdasarkan data pengujian, nilai ppm meningkat mencapai sekitar 140,55 ppm namun masih berada dalam kategori rendah. Berikut perhitungan konversi nilai analog value menjadi nilai ppm

Menghitung tegangan output (Vout),

$$Vout = \frac{205}{1023} \times 5 = 1{,}0020$$

Menghitung resistansi sensor (Rs),

$$Rs = \left(\frac{5 - 1{,}0020}{1{,}0020}\right) \times 1 = 3{,}99$$

Menghitung rasio (Rs/Ro),

$$Rasio = \frac{3{,}99}{4{,}19} = 0{,}9523$$

Menghitung nilai PPM,

$$PPM = A \times (Rasio)^{B}$$

$PPM = 127{,}6 \times (0{,}9523)^{-1{,}979} = 140{,}551$ ppm

Peningkatan ini menunjukkanbahwa sensor MQ-5 memiliki sensivitas yang cukup baik dalam mendeteksi keberadaan gas meskipun konsentrasinya masih tergolong kecil. Sistem mulai merespon perubahan konsentrasi gas dengan kenaikan pembacaan secara bertahap.

3. Pengujian Alat dengan Kondisi Gas Sedang

Pengujian dengan paparan gas dalam jumlah sedang dilakukan untuk mengamati respon sistem ketika konsentrasi gas meningkat ke tingkat menengah. Pada Kondisi ini, sensor diharapkan menunjukkan peningkatan nilai yang lebih signifikan, serta sistem mulai mendekati atau melewati ambang batas yang telah ditentukan. Pengujian ini bertujuan untuk melihat bagaimana sistem bertransisi dari onisi siaga menuju bahaya.

Date	Time	Analog Value	PPM	Kategori
16/05/2026	12:18:04.430	27	1,723	Rendah
16/05/2026	12:18:05.451	27	1,723	Rendah
16/05/2026	12:18:06.473	27	1,723	Rendah
16/05/2026	12:18:07.494	30	2,135	Rendah
16/05/2026	12:18:08.516	35	2,926	Rendah
16/05/2026	12:18:09.538	36	3,100	Rendah
16/05/2026	12:18:10.559	41	4,051	Rendah
16/05/2026	12:18:11.581	55	7,453	Rendah
16/05/2026	12:18:12.603	59	8,635	Rendah
16/05/2026	12:18:13.624	67	11,290	Rendah
16/05/2026	12:18:14.646	74	13,945	Rendah
16/05/2026	12:18:15.668	77	15,181	Rendah
16/05/2026	12:18:16.690	78	15,606	Rendah
16/05/2026	12:18:17.712	93	22,815	Rendah
16/05/2026	12:18:18.734	101	27,325	Rendah
16/05/2026	12:18:19.755	109	32,327	Rendah
16/05/2026	12:18:20.777	118	38,571	Rendah
16/05/2026	12:18:21.799	134	51,390	Rendah
16/05/2026	12:18:22.821	146	62,556	Rendah
16/05/2026	12:18:23.843	150	66,593	Rendah
16/05/2026	12:18:24.881	159	76,281	Rendah
16/05/2026	12:18:25.888	173	93,108	Rendah
16/05/2026	12:18:26.908	189	115,171	Sedang
16/05/2026	12:18:27.929	190	116,657	Sedang
16/05/2026	12:18:28.951	198	129,018	Sedang
16/05/2026	12:18:29.974	203	137,186	Sedang
16/05/2026	12:18:30.995	206	142,255	Sedang
16/05/2026	12:18:32.017	206	142,255	Sedang
16/05/2026	12:18:33.039	208	145,706	Sedang
16/05/2026	12:18:34.060	206	142,255	Sedang
16/05/2026	12:18:35.082	201	133,877	Sedang
16/05/2026	12:18:36.104	197	127,426	Sedang
16/05/2026	12:18:37.125	192	119,667	Sedang
16/05/2026	12:18:38.147	183	106,526	Sedang
16/05/2026	12:18:39.169	183	106,526	Sedang
16/05/2026	12:18:40.191	185	109,357	Sedang
16/05/2026	12:18:41.213	189	115,171	Sedang
16/05/2026	12:18:42.234	194	122,730	Sedang
16/05/2026	12:18:43.256	199	130,624	Sedang
16/05/2026	12:18:44.279	200	132,243	Sedang
16/05/2026	12:18:45.300	209	147,454	Sedang
16/05/2026	12:18:46.322	213	154,591	Sedang
16/05/2026	12:18:47.345	218	163,850	Sedang
16/05/2026	12:18:48.365	218	163,850	Sedang
16/05/2026	12:18:49.387	226	179,476	Sedang
16/05/2026	12:18:50.409	228	183,543	Sedang
16/05/2026	12:18:51.431	224	175,474	Sedang
16/05/2026	12:18:52.453	229	185,602	Sedang
16/05/2026	12:18:53.474	231	189,768	Sedang
16/05/2026	12:18:54.496	231	189,768	Sedang
16/05/2026	12:18:55.519	235	198,303	Sedang
16/05/2026	12:18:56.539	234	196,144	Sedang
16/05/2026	12:18:57.565	231	189,768	Sedang
16/05/2026	**12:18:58.584**	**237**	**202,674**	**Tinggi**
16/05/2026	12:18:59.606	229	185,602	Sedang
16/05/2026	12:19:00.627	221	169,591	Sedang
16/05/2026	12:19:01.648	215	158,249	Sedang
16/05/2026	12:19:02.671	208	145,706	Sedang
16/05/2026	12:19:03.692	203	137,186	Sedang
16/05/2026	12:19:04.714	194	122,730	Sedang

Pengujian kondisi gas sedang dilakukan untuk mengetahui respon sistem ketika konsentrasi gas meningka menuju kondisi bahaya. Berdasarkan hasil pengujian, nilai analog dan nilai ppm mengalami peningkatan yang lebih signifikan dibanding kondisi sebelumnya. Nilai ppm bahkan mulai mendekati hingga melewati ambang batas sistem sebesar 200 ppm. Berikut perhitungan konversi nilai analog value menjadi nilai ppm

Menghitung tegangan output (Vout),

$$Vout = \frac{237}{1023} \times 5 = 1{,}1584$$

Menghitung resistansi sensor (Rs),

$$Rs = \left(\frac{5 - 1{,}1584}{1{,}1584}\right) \times 1 = 3{,}32$$

Menghitung rasio (Rs/Ro),

$$Rasio = \frac{3{,}32}{4{,}19} = 0{,}7915$$

Menghitung nilai PPM,

$$PPM = A \times (Rasio)^{B}$$

$$PPM = 127{,}6 \times (0{,}7915)^{-1{,}979} = 202{,}6 \text{ ppm}$$

Pada kondisi ini sistem mulai bertransisi dari mode siaga menuju mode bahaya. Hal tersebut terlihat dari perubahan kategori dari sedang menjadi tinggi ketika nilai ppm melewati 200 ppm.

4. Pengujian Alat dengan Kondisi Gas Tinggi

Pengujian gas tinggi dilakukan dengan memberikan paparan gas dalam konsentrasi besar untuk menstimulasikan kondisi kebocoran gas yang berbahaya. Pada kondisi ini, sistem diharapkan dapat merespon dengan cepat dan memberikan peringatan maksimal melalui indikator seperti LED, Buzzer, dan tampilan pada LCD. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan sistem mampu bekerja dalam kondisi kritis.

Date	Time	Analog Value	PPM	Kategori
16/05/2026	13:36:14.867	19	0,846	Rendah
16/05/2026	13:36:15.888	26	1,596	Rendah
16/05/2026	13:36:16.911	24	1,357	Rendah
16/05/2026	13:36:17.932	29	1,993	Rendah
16/05/2026	13:36:18.953	29	1,993	Rendah
16/05/2026	13:36:19.975	31	2,283	Rendah
16/05/2026	13:36:20.996	34	2,758	Rendah
16/05/2026	13:36:22.019	38	3,464	Rendah
16/05/2026	13:36:23.043	38	3,464	Rendah
16/05/2026	13:36:24.083	37	3,279	Rendah
16/05/2026	13:36:25.094	39	3,654	Rendah
16/05/2026	13:36:26.108	46	5,138	Rendah
16/05/2026	13:36:27.120	47	5,372	Rendah
16/05/2026	13:36:28.130	41	4,051	Rendah
16/05/2026	13:36:29.152	49	5,858	Rendah
16/05/2026	13:36:30.173	49	5,858	Rendah
16/05/2026	13:36:31.195	45	4,910	Rendah
16/05/2026	13:36:32.217	53	6,898	Rendah
16/05/2026	13:36:33.222	54	7,173	Rendah
16/05/2026	13:36:34.231	59	8,635	Rendah
16/05/2026	13:36:35.243	56	7,740	Rendah
16/05/2026	13:36:36.256	58	8,330	Rendah
16/05/2026	13:36:37.269	59	8,635	Rendah
16/05/2026	13:36:38.279	59	8,635	Rendah
16/05/2026	13:36:39.281	67	11,290	Rendah
16/05/2026	13:36:40.303	74	13,945	Rendah
16/05/2026	13:36:41.325	79	16,038	Rendah
16/05/2026	13:36:42.347	85	18,773	Rendah
16/05/2026	13:36:43.369	88	20,235	Rendah
16/05/2026	13:36:44.410	93	22,815	Rendah
16/05/2026	13:36:45.411	97	25,010	Rendah
16/05/2026	13:36:46.431	91	21,761	Rendah
16/05/2026	13:36:47.454	106	30,392	Rendah
16/05/2026	13:36:48.475	119	39,306	Rendah
16/05/2026	13:36:49.498	124	43,113	Rendah
16/05/2026	13:36:50.520	137	54,052	Rendah
16/05/2026	13:36:51.541	140	56,799	Rendah
16/05/2026	13:36:52.559	149	65,569	Rendah
16/05/2026	13:36:53.572	164	82,038	Rendah
16/05/2026	13:36:54.584	168	86,844	Rendah
16/05/2026	13:36:55.596	175	95,695	Rendah
16/05/2026	13:36:56.609	179	101,013	Sedang
16/05/2026	13:36:57.621	181	103,745	Sedang
16/05/2026	13:36:58.623	183	106,526	Sedang
16/05/2026	13:36:59.625	192	119,667	Sedang
16/05/2026	13:37:00.646	194	122,730	Sedang
16/05/2026	13:37:01.668	206	142,255	Sedang
16/05/2026	13:37:02.689	207	143,974	Sedang
16/05/2026	13:37:03.710	214	156,412	Sedang
16/05/2026	13:37:04.732	218	163,850	Sedang
16/05/2026	13:37:05.755	222	171,536	Sedang
16/05/2026	13:37:06.776	229	185,602	Sedang
16/05/2026	13:37:07.799	234	196,144	Sedang
16/05/2026	13:37:08.819	241	211,625	Tinggi
16/05/2026	13:37:09.828	244	218,526	Tinggi
16/05/2026	13:37:10.841	254	242,734	Tinggi
16/05/2026	13:37:11.845	263	266,179	Tinggi
16/05/2026	13:37:12.846	269	282,731	Tinggi
16/05/2026	13:37:13.869	270	285,564	Tinggi
16/05/2026	13:37:14.873	274	297,113	Tinggi
16/05/2026	13:37:15.884	279	312,047	Tinggi
16/05/2026	13:37:16.897	271	288,419	Tinggi
16/05/2026	13:37:17.909	274	297,113	Tinggi
16/05/2026	13:37:18.922	273	294,193	Tinggi
16/05/2026	13:37:19.936	272	291,295	Tinggi
16/05/2026	13:37:20.949	272	291,295	Tinggi

Pengujian kondisi gas tingii dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi kebocoran gas LPG pada konsentrasi yang melebihi batas bahaya yang ditentukan. Pada pengujian in, sensor diberikan paparan gas dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan kondisi sebelumnya sehingga terjadi peningkatan nilai analog dan nilai ppm yang signifikan. Berdasarkan hasil pengujian, nilai ppm terbesar yang diperoleh berada nilai

312,05 ppm. Berikut perhitungan konversi nilai analog value menjadi nilai ppm

Menghitung tegangan output (Vout),

$$Vout = \frac{279}{1023} \times 5 = 1{,}3636$$

Menghitung resistansi sensor (Rs),

$$Rs = \left(\frac{5 - 1{,}3636}{1{,}3636}\right) \times 1 = 2{,}67$$

Menghitung rasio (Rs/Ro),

$$Rasio = \frac{2{,}67}{4{,}19} = 0{,}6364$$

Menghitung nilai PPM,

$$PPM = A \times (Rasio)^{B}$$

$PPM = 127{,}6 \times (0{,}6364)^{-1{,}979} = 312{,}047$ ppm

Ketika nilai ppm melebihi ambang batas 200 ppm, sistem secara otomatis masuk ke mode bahaya. Pada kondisi ini buzzer, LED, dan LCD aktif sebagai output dan peringatan dari sistem pendeteksi gas.

5. Pengujian Respon Sistem Alat

Pengujian respon sistem dilakukan untuk mengetahui bagaimana sistem bekerja secara keseluruhan dalam merespon perubahan kondisi, mulai dari keadaan siaga, ketika mendeteksi gas, hingga kembali ke kondisi normal. Pengujian ini mencangkup pengamatan terhadap nilai perubahan sensor, aktivasi indikator peringatan, serta kestabilan sistem dalam merespon kondisi lingkungan secra real-time.

Date	Time	Analog Value	PPM	Kategori
16/05/2026	12:54:37.198	23	1,245	Rendah
16/05/2026	12:54:38.219	39	3,654	Rendah
16/05/2026	12:54:39.240	56	7,740	Rendah
16/05/2026	12:54:40.262	71	12,768	Rendah
16/05/2026	12:54:41.284	108	31,674	Rendah
16/05/2026	12:54:42.306	126	44,696	Rendah
16/05/2026	12:54:43.327	135	52,268	Rendah
16/05/2026	12:54:44.349	143	59,634	Rendah
16/05/2026	12:54:45.371	149	65,569	Rendah
16/05/2026	12:54:46.392	152	68,673	Rendah
16/05/2026	12:54:47.415	156	72,957	Rendah
16/05/2026	12:54:48.436	160	77,411	Rendah
16/05/2026	12:54:49.458	168	86,844	Rendah
16/05/2026	12:54:50.480	172	91,832	Rendah
16/05/2026	12:54:51.503	180	102,373	Sedang
16/05/2026	12:54:52.524	196	125,847	Sedang
16/05/2026	12:54:53.563	208	145,706	Sedang
16/05/2026	12:54:54.568	216	160,101	Sedang
16/05/2026	12:54:55.589	227	181,502	Sedang
16/05/2026	12:54:56.611	239	207,114	Tinggi
16/05/2026	12:54:57.633	241	211,625	Tinggi
16/05/2026	12:54:58.655	249	230,395	Tinggi
16/05/2026	12:54:59.678	258	252,954	Tinggi
16/05/2026	12:55:00.699	263	266,179	Tinggi
16/05/2026	12:55:01.720	267	277,130	Tinggi
16/05/2026	12:55:02.741	274	297,113	Tinggi
16/05/2026	12:55:03.764	285	330,725	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:04.786	289	343,650	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:05.808	294	360,358	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:06.829	299	377,696	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:07.852	307	406,805	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:08.873	306	403,072	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:09.894	305	399,366	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:10.916	305	399,366	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:11.939	304	395,688	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:12.960	301	384,813	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:13.982	300	381,242	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:15.004	300	381,242	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:16.029	297	370,684	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:17.067	296	367,216	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:18.087	296	367,216	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:19.108	296	367,216	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:20.129	294	360,358	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:21.151	280	315,102	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:22.173	280	315,102	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:23.195	280	315,102	Sangat Tinggi
16/05/2026	12:55:24.219	271	288,419	Tinggi
16/05/2026	12:55:25.238	269	282,731	Tinggi
16/05/2026	12:55:26.260	268	279,920	Tinggi

16/05/2026	12:55:27.281	264	268,886	Tinggi
16/05/2026	12:55:28.304	264	268,886	Tinggi
16/05/2026	12:55:29.324	258	252,954	Tinggi
16/05/2026	12:55:30.346	258	252,954	Tinggi
16/05/2026	12:55:31.369	251	235,273	Tinggi
16/05/2026	12:55:32.390	250	232,824	Tinggi
16/05/2026	12:55:33.411	250	232,824	Tinggi
16/05/2026	12:55:34.455	247	225,592	Tinggi
16/05/2026	12:55:35.467	246	223,218	Tinggi
16/05/2026	12:55:36.480	243	216,208	Tinggi
16/05/2026	12:55:37.491	238	204,885	Tinggi
16/05/2026	12:55:38.504	237	202,674	Tinggi
16/05/2026	12:55:39.517	236	200,480	Tinggi
16/05/2026	12:55:40.529	235	198,303	Sedang
16/05/2026	12:55:41.579	231	189,768	Sedang
16/05/2026	12:55:42.582	229	185,602	Sedang
16/05/2026	12:55:43.603	229	185,602	Sedang
16/05/2026	12:55:44.636	227	181,502	Sedang
16/05/2026	12:55:45.660	226	179,476	Sedang
16/05/2026	12:55:46.666	225	177,467	Sedang
16/05/2026	12:55:47.693	224	175,474	Sedang
16/05/2026	12:55:48.714	222	171,536	Sedang

Pengujian respon sistem dilakukan untuk mengetahui bagaimana sistem bekerja secara keseluruhan mualid ari kondisi siaga, mendeteksi gas, hingga kembali ke kondisi normal. Berdasarkan data pengujian, nilai ppm terendah pda kondisi ini ada pada 1,245 ppm dengan nilai analog value sebesar 23. Kemudian nilai pm bertinggi pada kondisi ini ada pada 406,8 dengan niali analog value sebesar 307. Berikut perhitungan konversi nilai analog value menjadi nilai ppm

Menghitung tegangan output (Vout),

$$Vout = \frac{307}{1023} \times 5 = 1{,}5005$$

Menghitung resistansi sensor (Rs),

$$Rs = \left(\frac{5 - 1{,}5005}{1{,}5005}\right) \times 1 = 2{,}33$$

Menghitung rasio (Rs/Ro)

$$Rasio = \frac{2{,}33}{4{,}19} = 0{,}5566$$

Menghitung nilai PPM,

$$PPM = A \times (Rasio)^{B}$$

$$PPM = 127{,}6 \times (0{,}5566)^{-1{,}979} = 406{,}8 \text{ ppm}$$

PENGUJIAN KESELURUHAN

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pendeteksi kebocoran gas LPG mampu bekerja dengan baik dalam berbagai kondisi. Sensor MQ-5 memiliki sensivitas yang tinggi terhadap perubahan konsentrasi ga, sehingga sistem dapat merespon dengan cepat terhadap kondisi bahaya serta dapat kembali ke kondisi normal setelah paparan gas berkurang. Dengan demikian, sistem dapat dikatakan memiliki kinerja yang baik dan layak digunakan sebagai alat pendeteksi kebocoran gas LPG.

PENGUJIAN PERTAMA

Kesimpulan dari pengujian pertama, yaitu pada kondisi tanpa gas, nilai pembacaan sensor berada pada rentang yang rendahdan relatif stabil. Hal ini menunjukkan bahwa sensor MQ-5 bekerja dengan baik dala kondisi normal dan tidak menunjukkan adanya gangguan yang signifikan. Nilai rata-rata pada kondisi ini dapat menjadi acuan (*baseline*) untuk dibandingkan dengan hasil pengujian pada kondisi lainnya.

PENGUJIAN KEDUA

Kesimpulan dari pengujian kedua, yaitu pada kondisi terpapas gas konsentrasi rendah, terjadi peningkatan PPM dibandingkan dengan kondisi tanpa gas. Peningkatan ini menunjukkan bahwa sensor mulai merespon adanya gas di lingkungan, meskipun belum mencapai ambang batas yang diteentukan. Namun hal ini menunjukkan bahwa sensor memiliki sensivitas yang cukup baik dalam mendeteksi perubahan kecil konsentrasi gas. Nilai ppm meningkat mencapai sekitar 140,55 ppm namun masih berada dalam kategori rendah Hal ini menandakan adanya korelasi antara keberadaan gas dan peningkatan pembacaan sensor.

PENGUJIAN KETIGA

Kesimpulan dari pengujian ketiga, yaitu pada kondisi paparan gas dalam jumlah sedang dilakukan untuk mengamati respon sistem ketika konsentrasi gas meningkat ke tingkat menengah. Pada Kondisi ini, sensor diharapkan menunjukkan peningkatan nilai yang lebih signifikan, serta sistem mulai mendekati atau melewati ambang batas yang telah ditentukan. Pengujian ini bertujuan untuk melihat bagaimana sistem bertransisi dari onisi siaga menuju bahaya.

PENGUJIAN KEEMPAT

Kesimpulan dari pengujian keempat, yaitu pada kondisi terpapar gas dengan konsentrasi tinggi, berdasarkan dari data pengujian, terjadi lonjakan nilai PPM yang sangat signifikan. Ketika nilai ppm melebihi ambang batas 200 ppm, sistem secara otomatis masuk ke mode bahaya. Pada kondisi ini buzzer, LED, dan LCD aktif sebagai output dan peringatan dari sistem pendeteksi gas.

PENGUJIAN KELIMA

Kemsimpulan dari pengujian kelima, yaitu pada pengujian respon sistem, dapat diamati perubahan kondisi dari siaga ke bahaya, kemudian kembali siaga. Sistem menunjukkan kemampuan untuk merespon perubahan tersebut secara cepat ditandai dengan peningkatan nilai PPM. Selain itu sistem juga menunjukkan kemampuan untuk kembali ke kndisi normal setelah konsentrasi gas menurun.

SARAN

Berdasarkan tugas akhir yang sudah penulis rancang, terdapat beberapa saran yang dapat menjadi perbaikan dan pengembangan di antaranya :

1. Penggunaan mosul GSM SIM800L sebaiknya didukung dengan perancangan catu daya yang lebih stabil dan sesuai dengan spesifikasi modul, karena modul ini sangat sensitif terhadap tegangan dan arus. Disarankan menggunakan sumber daya yang benar-benar stabil serta penambahan kapasitor dengan nilai yang sesuai untuk mengatasi drop tegangan.
2. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap kompabilitas kartu SIM yang digunakan, khususnya memastikan bahwa kartu SIM mendukung jaringan 2G, mengingat modul SIM800L hanya dapat beroperasi pada jaringan tersebut.
3. Disarankan untuk menggunakan metode komunikasi serial yang lebih stabil atau melakukan optimasi pada konfigurasi pin komunikasi (RX dan TX), serta memastikan penggunaan rangkaian pembagi tegangan (*voltage driver*) pada jalur komunikasi untuk menghindari kerusakan modul.
4. Untuk pengembangan selanjutnya sistem dapat ditingkatkan dengan menambah fitur notifikasi alternatif, seperti penggunaan modul *WiFi* atau *IoT*, sehingga informasi kebocoran gas dapat dikirimkan melalui aplikasi atau platform berbasis internet.
5. Perlu dilakukan kalibrasi sensor MQ-5 secara akurat pada berbagi kondisi lingkungan agar nilai pembacaan PPM yang dihasilkan lebih presisi dan mendekati kondisi sebenarnya.
6. Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan data logging berbasis penyimpanan atau *cloud*, sehingga data hasil pengukuran dapat dianalisis dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Rifqi Hilman. (2024, Mei) Megah Anugrah Energi. [Online]. https://solarindustri.com/blog/apa-itu-lpg/
2. "Frekuensi Kebakaran Menurut Penyebabnya," Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Provinsi DKI Jakarta, 2018.
3. "Laporan Kejadian," Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta, 2023.
4. Luca Sironi, Alberto Amadasi, and Riccardo Zoja, "Recreational inhalation of butane and propane in adolescents: Two forensic cases of accidental death," Forensic Sience Internasional, Milan, Laporan Kasus 266 (2016) e52-e58, 2016.
5. Hideaki Sugie et al., "Three cases of sudden death due to butane or propane gas inhalation: analysis of tissues for gas components," Forensic Sience International, Jepang, Laporan Kasus 143 (2004) 211-214, 2004.
6. Valeria Piersanti et al., "Sudden death due to butane abuse - An overview," Jornal of Forensic and Legal Medicine, Roma, Laporan Kasus 103 (2024) 102662, 2024.
7. Andry Shaputra, Titi Andriani, Ahnmad Jaya, and Nova Aryanto, "RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG BERBASIS INTERNET OF THING (IoT) DENGAN PENUTUP KATUP OTOMATIS MENGGUNAKAN MOTOR SERVO," ALTRON :

Jurnal Elektronika, Sains, dan Sistem Energi, vol. 02, No. 02, pp. 61-65, Agustus 2023.

8. Hari Barkah, Wahri Sunanda, and Fardhan Arkan, "Notifikasi SMS untuk Pendeteksi Kebocoran pada Kompor Gas," JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia, vol. 3, No. 1, pp. 168-184, 2022.
9. Lukmanul Khakim and Ida Afriliana, "Analisis Kinerja MQ2 dan MQ5 pada Alat Proteksi Kebocoran LPG Rumah Tangga," DIII Teknik Komputer, Politeknik Harapan Bersama, Oktober 2022.
10. B.A. Pangestu, *Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis IoT dengan Kendali Servo Otomatis dan Notifikasi Telegram*, 2025, UMSLibrary.
11. S.J. Mawardani, *Smart System Monitoring dan Penanganan Kebocoran Gas LPG serta Kebakaran Berbasis Internet of Things pada Pabrik Roti Dua Putra Talun*, 2025, Unisba Blitar Repository.
12. Zulfikar, *Perancangan Portal Parkir Otomatis dengan Memanfaatkan Module SD Card Sebagai Server Penyimpanan Data Barcode*, 2021, Polsri Repository
13. N. Fredy, *Analisis Implementasi Fiber To The Home (FTTH) Di Perumahan Kramat Batas Depok Menggunakan Reuse System*, 2022, Mercu Buana University Institutional Repository.
14. PT Pertamina (Persero), *Material Safety Data Sheet*, 2007, Pertamina One Solution.
15. K. Aditya, B.D. Santoso, L. Nurpulaela, “Sistem Pemantauan Gas Karbon Monoksida (CO) pada Produk KOLISS-IoT Menggunakan Teknologi Web”, *Techne: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol.19, No. 02, pp 113-124, 2020