Jurnal Elektronika, Sains dan Sistem Energi Vol.02 No.02, Agustus 2023, pp.60-66

ALTRON

Journal Homepage: http://jurnal.uts.ac.id/index.php/Altron

RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG BERBASIS INTERNET OF THING (IoT) DENGAN PENUTUP KATUP OTOMATIS MENGGUNAKAN MOTOR SERVO

DESIGN AND DEVELOPMENT OF INTERNET OF THING (IoT)-BASED LPG GAS LEAK DETECTOR WITH AUTOMATIC VALVE CLOSING USING A SERVO MOTOR

Andry Shaputra[1], Titi Andriani[2*], Ahmad Jaya[3] , Nova Aryanto[4]

[1,2*,3,4] Universitas Teknologi Sumbawa/Fakultas Rekayasa Sistem

andryshaputra2000@gmail.com[1], titin.rahman@gmail.com[2], ahmad.jaya@uts.ac.id.[3], nova.aryanto@uts.ac.id[4]*

INFO ARTIKEL

Submitted: 28 Juni 2023
Revised: 20 Juli 2023
Accepted: 31 Agustus 2023

ABSTRAK

Kebocoran tabung gas LPG menjadi penyebab utama dalam kasus terjadinya kebakaran yang disebabkan rusaknya selang gas, tidak bagusnya dalam pemasangan regulator, serta tekanan yang kuat pada LPG yang mengandung unsur propana dan butana yang sangat mudah terbakar. Pada penelitian ini dirancang alat yang dapat mendeteksi ada kebocoran gas LPG menggunakan sensor MQ-6. Oleh *microcontroller* Wemos ESP32, Informasi tentang terjadinya kebocoran gas LPG ini selanjutnya digunakan untuk mengendalikan motor servo dan *buzzer*. Jika terjadi kebocoran gas LPG, motor servo akan menarik katup regulator pada tabung gas LPG untuk membuka katup regulator. Pada saat yang bersamaan *buzzer* akan berbunyi 3 kali. Selain itu, mikrokontroler akan mengirim notifikasi ke perangkat *smartphone*. Hasil pengujian menunjukan bahwa alat pendeteksi kebocoran gas LPG yang dirancang dapat bekerja dengan baik pada saat proses kerja alat seluruh output yang menjadi sumber pengingat pada saat terjadinya kebocoran gas akan berbunyi secara bersamaan karena sudah diprogramkan pada perangkat software arduino

Kata Kunci: Alat Pendeteksi kebocoran gas LPG, Sensor MQ-6, Motor Servo, *Internet of things*

ABSTRACT

Leakage of LPG gas cylinders is the main cause in cases of fires caused by damaged gas hoses, improper installation of regulators, and strong pressure on LPG which contains highly flammable propane and butane elements. In this study a tool was designed that could detect LPG gas leaks using the MQ-6 sensor. By Microcontroller Wemos ESP32, Information about the occurrence of LPG gas leaks is then used to control servo motors and buzzers. If there is an LPG gas leak, the servo motor will pull the regulator valve on the LPG gas cylinder to open the regulator valve. At the same time the buzzer will beep 3

times. In addition, the microcontroller will send notifications to the device smartphone. The test results show that the designed LPG gas leak detector can work well during the working process of the tool, all outputs which are a source of reminders when a gas leak occurs will sound simultaneously because it has been programmed in the Arduino software.

Keywords: *LPG gas leak detector, MQ-6 Sensor, Servo Motor, Internet of things*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan gas LPG *(liquefiled petroleum gas*) sudah termasuk kebutuhan pokok dalam rumah tinggal tapi tabung gas juga telah menjadi penyebab utama pada terjadinya kebakaran. Untuk mencegah atau meminimalisir terjadinya kecelakaan atau kebakaran yang di sebabkan oleh kebocoran gas LPG penulis menawarkan penelitian yang berupa Rancangan alat pendeteksi kebocoran gas otomatis berbasis *internet of things* dengan penutup katup otomatis, Pada penelitian ini, peneliti mengembangkan alat yang dapat mendeteksi adanya kebocoran gas LPG menggunanakan sensor Mq-6. Informasi tentang terjadinya kebocoran gas LPG yang terdeteksi oleh sensor akan digunakan oleh *microcontroller* Wemos ESP32 untuk mengendalikan motor servo dan *buzzer*. Motor servo yang dihubungkan secara mekanik dengan regulator gas LPG akan menarik katup regulator atau untuk membuka katup regulator tersebut. Pada saat yang bersamaan *buzzer* akan berbunyi 3 kali untuk memberikan peringatan jarak dekat. Selain itu, mikrokontroler akan mengirim notifikasi ke perangkat *smartphone* untuk memberikan informasi dan peringatan jarak jauh. Pada hasil pengujian dapat bahwa alat pendekti kebocoran gas LPG yang dirancang dapat berjalan sesuai yang di programkan. Pada hasil rancangan yang di bangun nantinya berupa alat pendeteksi yang seluruh output yang di programkan akan bekerja secara bersamaan dengan adanya kebocoran gas terdeteksi.

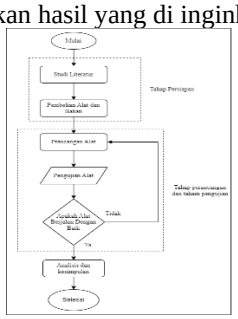
Pada penelitian terdahulu yang merancang mengenai alat pendeksi kebocoran gas berupa alat untuk mendeteksi adanya kebocoran gas LPG pada ruangan kedap udara yang memakai arduino yang dilakukan oleh Assidiq & Zadly, (2021). Peneliti merancang suatu alat yang dapat mendeteksi kebocoran gas yang dipakai pada ruangan penyimpanan gas lpg supaya pekerja bisa mendapat informasi bahwa pada ruangan ada terjadi keboran gas. Informasi kebocoran tabung gas yang terjadi ditampilkan ke perangkat *Liquid Crystal Display* (LCD).[1][2][3]

Penelitian berikutnya oleh Studi et al., (2022) yang merancang suatu alat yang mendeteksi adanya kebocoran LPG memakai mikrokontroler wemos D1 R32 dengan notifikasi berupa panggilan ke *user* sebagai indikator kebocoran, tanpa adanya tindakan kendali untuk membuka katup regulator secara otomatis.[4][5]. Penelitian berikutnya di lakukan oleh Mluyati & Sadi, (2019) Penelitian yang dilakukan untuk memantau terdeksinya kebocoran gas memakai sensor mq2 dengan mikrokontroler Arduino nano supaya dapat memberi peringatan adanya kebocoran gas LPG berupa notifikasi berupa *short massage service* (SMS) ke *user* melalui perangkat SIM800L.[6][7]

Penelitian selanjutnya Hutagalung, (2018). Dengan judul "Perancangan alat yang mendeteksi kebocoran gas dengan api menggunakan sensor MQ2 dan *flame detector*" yang menghasilkan Alat yang dirancang dengan sensor mq2 berfokuskan pada tindak memonitoring kebocoran gas tanpa ada tindakan untuk mencegah penyebaran pada gas bocor[8][9]

2. METODOLOGI PENELITIAN

Berdasarkan judul yang disusun atau alat yang dirancang oleh penulis yaitu mengenai alat yang di rancang untuk mendeteksi kebocoran gas berbasis *internet of things* dengan penutup katup otomatis, maka pada penelitian ini akan merancang sebuah alat yang dapat membantu pengguna tabung gas LPG agar mencegah dari terjadinya kebakaran yang di karenakan penggunaan gas LPG yang kurang bagus. Metode yang di gunakan penulis adalah kualitatif dengan melakukan studi literatur dari beberapa sumber untuk mendapatkan hasil yang di inginkan dari dari pembuatan alat ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

A. Rancang Bangun

Rancang bangun merupakan suatu proses yang melibatkan pembuatan pada sistem baru, penggantian, dan perbaikan pada sistem yang sudah ada, baik pada sistem keseluruhan ataupun hanya pada beberapa bagian tertentu.[10]

B. *Internet of things* (IoT)

IoT merupakan teknologi yang menghubungkan objek-objek di sekitar kita ke internet, dengan tujuan untuk mempermudah dan meningkatkan efisiensi dalam aktifitas sehari-hari. IoT memungkinkan objek-objek tersebut untuk bisa berkomunikasi melalui jaringan internet, Pentingnya keberadaan IoT bisa dilihat dari penerapannya yang semakin luas dalam berbagai aspek kehidupan saat ini. Teknologi IoT memberikan kontribusi besar dalam berbagai bidang, mulai dari hal-hal yang bersifat mikro hingga makro di seluruh dunia. Hal ini menjadikan IoT sebagai bidang penelitian yang terus berkembang seiring dengan perkembangan jaman.[11]

C. Pendeteksi Kebocoran Gas

Pendeteksi kebocoran gas adalah suatu sistem yang dimana memiliki beberapa kemponen kecil maupun besar kemudian dirangkai bersama agar memberikan indikasi atau sinyal ketika terdeteksi adanya kebocoran pada tabung gas di dalam suatu ruangan. Sistem ini dirancang dengan tujuan untuk melindungi keselamatan manusia, karena kebocoran gas dapat membahayakan jiwa jika tidak segera ditangani.[12]

D. Gas LPG

Gas LPG (*Liquified Petroleum Gas*) merupakan campuran antara hidrokarbon yang terdapat dalam gas bumi. Dengan menurunkan suhu dan meningkatkan tekanan suhu, gas tersebut dapat diubah jadi bentuk cair. LPG adalah jenis bahan bakar yang terdiri dari gas kemudian telah dicairkan, dan. Penggunaan LPG umumnya dilakukan oleh rumah tangga dan industri. Secara alami, LPG berada dalam bentuk gas di atmosfer. Namun, volume pada LPG dalam bentuk cair lebih sedikit dibanding dengan dalam bentuk gas pada jumlah yang sama. Oleh karena itu LPG dipasarkan dalam bentuk tabuk kecil maupun besar logam dalam bentuk cair.[13]

E. Komponen Alat Pendeteksi Gas LPG

1. **Wemos ESP32**

   Wemos32 merupakan suatu komponene berupa mikrokontroler lalu dikembangkan lagi oleh *Espressif System* yang merupakan pengembangan dari mikrokontroler Esp8266. pada mikrokontroler wemos32 memiliki kelebihan yang dikarnakan telah dilengkapi dengan modul WiFi yang terintegrasi pada chip didalamnya, sehingga dalam proses pengembangan pada sistem kerja (IoT)[14].

2. **Servo Motor**

   Servo motor merupakan salah satu motor penggerak aktuator elektromagnetik yang memiliki perbedaan dengan motor motor stepper ataupun motor AC/DC, yaitu tidak berputar terus menerus. Motor servo dipakai pada saat memindahkan posisi dari berbagai objek. Penggunaan servo umumnya tidak diperlukan untuk rotasi kontinu, ketika ketidak cocokan untuk mengatur pada tata letak benda, maka yang di butuhkan di modifikasi, Sebagai gantinya, motor servo digunakan ketika Anda perlu memindahkan suatu objek ke posisi tertentu dan kemudian mempertahankan posisi tersebut tanpa putaran yang berkelanjutan[15]

3. **Sensor MQ-6**

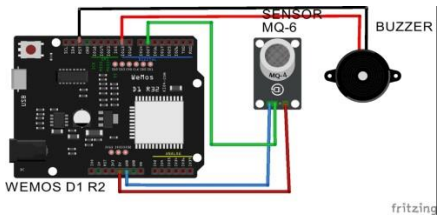
   MQ-6 merupakan Salah satu jenis sensor yang secara khusus dirancang dalam proses pendeteksi adanya kebocoran gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). Sensor ini dapat mengenali gas LPG dan komponen gas di dalamnya seperti propana dan butana. Rentang deteksi gas pada sensor ini berada antara 200 hingga 10000 ppm (*part per million*) di udara. MQ-6 mempunyai tingkat sensitivitas tinggi dan respon yang cepat. Keluaran sensor ini berupa resistansi *analog*. Sirkuit yang digunakan untuk sensor ini cukup sederhana, hanya membutuhkan suplai tegangan sebesar 5V.[16]

4. ***Buzzer***

   Buzzer merupakan suatu komponen elektronik yang berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti sistem, alarm jam tangan, bel pada rumah, peringatanpada truk jika ingin mundur, dan perangkat peringatan bahaya lainnya. Salah satu jenis-jenis buzzer yang umum dipakai iyalah *buzzer* piezoelektrik, yang bekerja berdasarkan prinsip tegangan.[17]

F. Perancangan dan Pengujian Pada MQ-6 Dan *Buzzer*

Pada perancangan ini akan memakai sensor sebagai *input* agar mengetahui sistem kerja dari output berupa *buzzer* apabila jika terjadinya kebocoran pada gas LPG. Pin 5V sensor MQ-6 dihubungkan ke Pin 5volt wemos D1, daan pin GND akan masuk pada pin GND wemos D1. Sementara itu pin digital pada MQ-6 masuk pada pin D1027 pada wemos. Adapun pin vss *buzzer* dihubungkan ke pin vss yang ada pada wemos, pin digital akan masuk ke pin digital pada wemos. Gambar 3.3. menunjukkan skematik rangkaian sensor MQ-6 dan *Buzzer*.

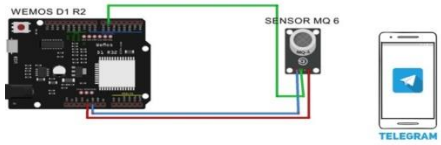


Gambar 2. Skematik Sensor dan *Buzzer*

Tabel 1. Pengujian Pada *Buzzer* dan MQ-6

G. Perancangan dan pengujian pada telegram

Sensor MQ-6 merupakan *input* dan yang akan memberi informasi terjadinya kebocoran gas, Informasi ini akan di olah oleh wemos D1 yang kemudian akan mengirimkan notifikasi ke perangakat *user* melalui aplikasi telegram.[9]

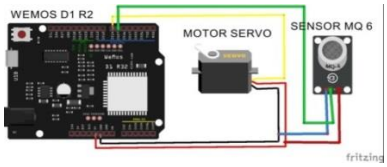


Gambar 3. Skematik Wemos Ke Telegram

Tabel 2. Pengujian Pada Telegram

H. Perancangan pada Motor Servo

Motor servo yang digunakan pada penelitian ini memiliki daya angkat beban sebesar 4-5 kg. Untuk pin vss dari servo akan dihubungkam dengan pin 5V wemos D1, pin GND dari servo masuk pada pin GND Wemos D1 dan pin digital yang di servo akan masuk pada pin DI014 Wemos D1. Gambar 3.4 merupakan skema rangkaian Motor.

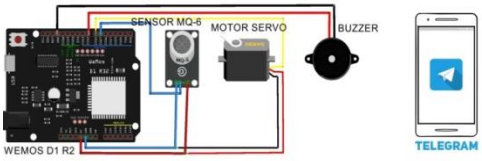


Gambar 4. Skematik Motor Servo

Tabel 3. Pengujian Pada Motor Servo

I. Perancangan Dan Pengujian Keseluruhan

rancanagan pengujian sistem secara keseluruhan. Alat akan dikatakan berhasil jika pada saat terjadi kebocoran gas, Sensor MQ-6 dapat memberi informasi kepada *microcontroller* Wemos D1. Informasi tersebut digunakan oleh *microcontroller* untuk mengontrol motor servo agar menarik agar katup regulator. Di saat bersamaan juga akan mengaktifkan *buzzer* dan mengirimkan notifikasi kepada *user* melalui aplikasi telegram. Jika beberapa ketentuan ini terpenuhi maka akan dilanjutkan ke tahap analisis tapi jika ada gangguan atau hambatan akan kembali ke tahap perancangan.



Gambar 5. Skematik Keseluruhan

Tabel 4. Pengujian Keseluruhan

Pada tabel 1,2,3 dan 4 menujukan dimana dari setiap kolom yang kososng akan di isi pada hasil akhir yang di dapat pada saat pengujian yang akan di bahas pada poin ke 4 yang dimana pada poin ke empat menujukan hasil pengujian yang di lakukan pada tahap perancangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Pengujian MQ-6 Dan *Buzzer*

Tabel 5. Hasil Pengujian MQ-6 dan *Buzzer*

Pengujian ke-	Jarak Sensor Pada kebocoran gas	Adanya kebororan gas yang terdeteksi	Waktu respon sensor	On/Off *Buzzer*	Fisik Tabung Gas
1	2cm	✓	3 detik	On	Berbau
2	6cm	✓	6 detik	On	Berbau
3	10cm	✓	12 detik	On	Berbau
4	20cm	-	-	Off	Tidak

hasil pengujian sensor MQ-6 dan *buzzer*. Perubahan jarak sensor dengan tabung gas LPG mempengaruhi waktu respon sensor. Semakin dekat jaraknya maka waktu respon juga semakin cepat. Jika pada ruangan terdeteksi adanya kebocoran gas maka mikrokontroler yang berupa wemos 32 akan akan memberikan perintah kepada *buzzer* sebagai alarm akan berbunyi selama 3 kali selama terdeteksinya gas. Untuk pengujian di lakukan 5 kali percobaan dengan jarak yang berbeda-beda dengan jarak yang dekat respon sensor akan semakin cepat dan semakin jauh jarak sensor dari kebocoran gas maka waktu respon sensor akan semakin lama, Pada pengujian dengan jarak 20 cm sensor sudah tidak mampu mendeteksi adanya gas bocor.

b. Hasil Pengujian Pada Telagram

Tabel 6. Hasil Pengujian Pada Telegram

Pengujian Ke	Jarak Sensor Pada keboran gas(cm)	Adanya kebocoran Gas Terdeteksi	*Notif* ke Telegram
1	2	✓	Ada Gas Terdeteksi
2	6	✓	Ada Gas Terdeteksi
3	10	✓	Ada Gas Terdeteksi
4	20	-	-

hasil pengujian pada sensor yang akan mendeteksi adanya kebocoran gas dan akan di lanjutkan ke microkontroler yang akan mengirim pesan kepada telegram yang berupa pesan"Ada Gas Terdeteksi" pada pengujian pertama,kedua dan ketiga sensor akan bekerja karna jarak sensornya tidak terlalu jauh sedangkan pada pengujian ke empat sensor tidak bekerja dan tidak ada notif apapun yang masuk pada telegram.

c. Hasil Pengujian Pada Motor Servo

Tabel 7. Hasil Pengujian Motor Servo

Pengujian Ke	Adanya kebocoran Gas Terdeteksi	On/Off Motor Servo	Derajat Putaran Motor Servo
1	✓	On	30°
2	✓	On	30°
3	✓	On	30°
4	-	Off	-

Hasil dari pengujian sistem kerja Motor servo jika pada ruangan terjadi kebocoran gas maka sensor gas akan langsung bekerja dan akan memberikan perintah pada motor servo untuk melakukan penarikan pada katup regulator secara otomatis dan mencegah penyebaran gas secara meluas sehingga dapat mimbulkan kebaran, untuk jarak tarik servo yaitu 30° derajat. Untuk proses penarikan pada katup dan menutup katup dilakukan dengan cara otomatis tapi pada saat proses menutup katup membutuhkan tindak lanjut dari *user* yang di awali jika ingin menurukan katup harus ada perintah lewat aplikasi telegram

d. Hasil Pengujian Keseluruhan

Pada pengujian ini, akan mengujian pada keseluruhan kerja alat, tingkat sensitifitas dari sensor dan tingkat kecepatan telegram untuk menerima notifikasi dari *input* bahwa telah terjadi kebocoran Gas LPG, Disini di lakukan lima kali percobaan,untuk empat kali percobaan semuanya berhasil di karnakan jarak sensor dan gas udah termasuk dekat, dan ada sekali percobaan yang menggambil jarak lumayan jauh dan sensor tidak bisa mendeteksi adanya kebocoran gas dan keseluruhan *output* juga tidak bekerja

Tabel 8. Hasil Pengujian Keseluruhan

Pengujian-ke	Jarak Sensor pada kebocoran gas (cm)	Ada/Tidak Gas Terdeksi	On/Off *Buzzer*	On/Off Motor Servo	Derajat Putaran Servo	Notifikasi Telegram
1	2	✓	On	On	30°	Ada Terdeteksi Gas
2	4	✓	On	On	30°	Ada Terdeteksi Gas
3	6	✓	On	On	30°	Ada Terdeteksi Gas
4	10	✓	On	On	30°	Ada Terdeteksi Gas
5	20	-	Off	Off	-	-

Pada tabel .5. Menunjukan hasil dari pengujian dari sistem keseluruhan dari alat yang di rancang yang dimana pengujian di lakukan lima kali dalam jarak sensor dan gas yang berbeda-beda, dari hasil pengujian ini alat berjalan sesuai dengan yang di programkan yang dimana output dari sensor bekerja secara bersamaan jika di mana keadaan ada terdeteksinya kebocoran gas. Pada hasil pengujian dari keseluruhan kerja alat yang di mana perhitungan jarak yang dapat dideteksi oleh sensor pada jarak yang telah di tentukan pada saat pengujian oleh penulis dan pada kondisi ruang yang terbuka Untuk menuntukan apakah ada gas LPG yang terdeteksi atau tidak, dan output yang berupa buzzer sebagai sirine, motor servo sebagai motor penggerak dan telegram sebagai alat untuk memberikan informasi bahwa ada gas yang terdeteksi melalai jarak jauh, sistem kerja alat sudah sesuai dengan yang di programkan dan berjalan dengan baik.

Gambar 6. Posisi Alat Dengan Gas LPG

PENUTUP

A. Kesimpulan

Sistem pendeteksi kebocoran gas LPG menggunakan Sensor MQ-6 dapat mendeteksi secara cepat dan tepat sehingga dapat meminimalisir tingkat resiko terjadinya kebakaran, Jarak dan kondisi ruangan adalah hal yang sangat berpengaruh terhadap kerja dari sensor MQ-6.

Pada perangkat android sistem *internet of things* (IoT) pendeteksi kobocoran gas LPG dapat memudahkan pengguna agar mengetahui adanya kebocoran gas LPG walaupun dalam keadaan tidak dalam rumah

B. Saran

Diharapakan untuk kedepanya menggunakan sensor yang tingkat sensifitasnya lebih tinggi agar tidak perlu di simpan terlalu dekat dengan Gas LPG, Menggunakan jaringan 5G supaya tingkat respon lebih cepat agar terhindar dari kemacetan pada proses pengiriman data.dan Diharapkan memaksimalkan pada motor listrik apa yang palik cocok untuk bisa membuka dan menutup katup otomatis

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Assidiq and I. Zadly, “Peqguruang: Conference Series,” vol. 3, no. April, pp. 1–6, 2021.

[2] A. R. Nimodiya and S. S. Ajankar, “A Review on Internet of Things,” *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, vol. 113, no. 1, pp. 135–144, 2022, doi: 10.48175/ijarsct-2251.

[3] A. Fachrureza, Y. Saragih, and R. Hidayat, “Pemanfaatan sensor MQ-6 pada sistem pendeteksi gas LPG berbasis 4G LTE,” *JTET (Jurnal Teknik Elektro Terapan)*, vol. 10, no. 1, pp. 45–50, 2021.

[4] P. Studi *et al.*, “VoteTEKNIKA,” vol. 10, no. 2, 2022.

[5] Z. Yahya, K. R. Tri Prasetyo Sari, and E. M. Indrawati, “Sistem Sistem Pendeteksi Kebocoran GAS (LPG) Berbasis Arduino,” *Nusantara of Engineering (NOE)*, vol. 5, no. 1, pp. 58–65, 2022, doi: 10.29407/noe.v5i1.17595.

[6] S. Mluyati and S. Sadi, “internet of things (iot) pada prototipe pendeteksi kebocoran gas berbasis mq-2 dan sim800l,” *Jurnal Teknik*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.31000/jt.v7i2.1358.

[7] Desmira and D. Aribowo, “Desain Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Elpiji Menggunakan Mikrokontroller Atmega16,” *VOLT Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 73–80, 2016.

[8] D. D. Hutagalung, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Dan Api Dengan Menggunakan Sensor Mq2 Dan Flame Detector,” *Jurnal Rekayasa Informasi*, vol. 7, no. 2, pp. 43–53, 2018.

[9] D. Nurnaningsih, “Pendeteksi Kebocoran Tabung LPG Melalui SMS Gateway Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino Uno,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 11, no. 2, pp. 121–126, 2018, doi: 10.15408/jti.v11i2.7512.

[10] A. Praja Dwitama, I. G. N. Janardana, and I. W. Arta Wijaya, “Rancang Bangun Prototipe Pemantau Kebocoran Gas Menggunakan Sensor Mq-6 Berbasis NodeMCU 8266,” *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, no. 1, p. 9, 2021, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p2.

[11] F. Susanto, N. K. Prasiani, and P. Darmawan, “Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari,” *Jurnal Imagine*, vol. 2, no. 1, pp. 35–40, 2022, doi: 10.35886/imagine.v2i1.329.

[12] Suherman, D. Nasution, and P. Siagian, “Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Menggunakan Sensor Gas Berbasis Mikrokontroler Atmega,” *Jurnal ilmiah Skylandsea*, vol. 3, no. 1, pp. 81–88, 2019.

[13] K. Muzakkar and A. M. Syafar, “Deteksi Kebocoran Pada Tabung Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-5 Berbasis Android,” vol. 1, no. 2, 2021.

[14] Y. Muliadi, “Bab 2 tinjauan pustaka,” pp. 8–45, 2020.

[15] R. Inggi and J. Pangala, “Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino,” *Simkom*, vol. 6, no. 1, pp. 12–22, 2021, doi: 10.51717/simkom.v6i1.51.

[16] M. F. Putra, A. H. Kridalaksana, and Z. Arifin, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Dengan Sensor Mq-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smartphone Android Sebagai Media Informasi,” *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 12, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.30872/jim.v12i1.215.

[17] A. Tampubolon, “Implementasi Sensor MQ-6 Sebagai Pengukur Tekanan Gas Bocor Berbasis Mikrokontroler AT-MEGA 2560,” pp. 1–53, 2019.