

SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN TABUNG GAS LPG OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO MENGGUNAKAN METODE *PROTOTYPE*

Yosa Anggara Hasan^{1*}, Mardiana², Gigih Forda Nama³

^{1,2,3} Teknik Informatika Universitas Lampung; Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung, Lampung

Riwayat artikel:

Received: 7 Juli 2022

Accepted: 8 Agustus 2022

Published: 15 Agustus 2022

Keywords:

Liquefied Petroleum, Embedded Sistem, Prototype, Black-box testing

Correspondent Email:

mardiana@eng.unila.ac.id

How to cite this article:

Yosa (2022). Sistem Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Metode Prototype, 10(3)

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstrak. *Liquefied Petroleum Gas (LPG)* merupakan gas hidrokarbon produksi dari kilang minyak dan kilang gas dengan komponen utama gas propane dan butane dan dikemas di dalam tabung. Salah satu risiko penggunaan LPG adalah terjadinya kebocoran pada tabung atau pipa LPG sehingga jika terkena api maka dapat menyebabkan kebakaran dengan cepat. Sistem pendeteksi kebocoran tabung gas LPG merupakan sebuah sistem untuk pendeteksian kebocoran Gas LPG pada ruangan menggunakan teknologi embedded. Pendeteksi Gas LPG berfungsi untuk memberitahu adanya kebocoran Gas. Dengan adanya alat pendeteksi Gas LPG di harapkan dapat memberikan pencegahan kebakaran pada rumah sehingga memberikan rasa aman tanpa perlu rasa risau ketika meninggalkan rumah. Penelitian ini menggunakan metode *Prototype* yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu *Communication, Quick Plan and Modelling Quick Design, Construction of Prototype*, dan *Deployment Delivery and Feedback*. Berdasarkan hasil penelitian, sistem yang dibuat berhasil mendeteksi adanya kebocoran gas LPG dan memberikan tanda kebocoran dengan menampilkan kondisi pada LPG, menghidupkan alarm, dan mengirim SMS. Pengujian menggunakan metode blackbox testing, pengujian software dan hardware yang dilakukan sebanyak 8 pengujian didapatkan hasil 8 pengujian berhasil atau sesuai dengan yang diharapkan.

Abstract. *Liquefied Petroleum Gas (LPG)* is a hydrocarbon gas produced from oil refineries and gas refineries with the main components being propane and butane gas and packaged in tubes. One of the risks of using LPG is the occurrence of leaks in LPG cylinders or pipes so that if exposed to fire it can cause a fire quickly. LPG gas cylinder leak detection system is a system for detecting LPG gas leaks in the room using embedded technology. LPG Gas Detector serves to notify a gas leak. With the LPG Gas detector, it is hoped that it can provide fire prevention in the house so as to provide a sense of security without the need to worry when leaving the house. This study uses the Prototype method which consists of several stages, namely *Communication, Quick Plan and Modeling Quick Design, Construction of Prototype, and Deployment Delivery and Feedback*. Based on the results of the study, the system created was successful in detecting LPG gas leaks and providing a leak sign by displaying the condition of the LPG, turning on the alarm, and sending SMS. Testing using the blackbox testing method, software and hardware testing carried out as many as 8 tests obtained the results of 8 successful tests or as expected.

1. PENDAHULUAN

Liquefied Petroleum Gas (LPG)

merupakan gas hidrokarbon produksi dari kilang minyak dan kilang gas dengan komponen utama gas *propane* dan *butane*

dan dikemas di dalam tabung. Di Indonesia, LPG digunakan terutama sebagai bahan bakar untuk memasak. Konsumen LPG bervariasi, mulai dari rumah tangga, kalangan komersial (restoran, hotel) hingga industri. Di kalangan industri, LPG digunakan sebagai bahan bakar pada industri makanan, keramik, gelas serta bahan bakar *forklift*. Selain itu, LPG juga dapat digunakan sebagai bahan baku pada industri *aerosol* serta *refrigerant* ramah lingkungan. Tabung LPG terdiri dari beberapa ukuran, mulai dari ukuran tabung gas 3 kg sampai 50 kg.

Salah satu risiko penggunaan LPG adalah terjadinya kebocoran pada tabung atau pipa LPG sehingga jika terkena api maka dapat menyebabkan kebakaran dengan cepat. Pada awalnya, gas LPG tidak berbau, tetapi jika seperti itu maka akan sulit dideteksi apabila ada kebocoran pada tabung atau pipa gas.

Salah satu teknologi yang sedang berkembang adalah *embedded* sistem. *Embedded* sistem atau sistem komputer tanaman merupakan sistem komputer khusus yang dirancang untuk menjalankan tugas tertentu dan biasanya sistem tersebut tertanam dalam satu kesatuan sistem. Sistem *embedded* dapat memberikan respon yang sifatnya *real time* dan digunakan pada peralatan digital.

Sistem pendeteksi kebocoran tabung gas LPG merupakan sebuah sistem untuk pendeteksian kebocoran Gas LPG pada ruangan menggunakan teknologi *embedded*. Pendeteksi Gas LPG berfungsi untuk memberitahu adanya kebocoran Gas. Dengan adanya alat pendeteksi Gas LPG di harapkan dapat memberikan pencegahan kebakaran pada rumah sehingga memberikan rasa aman tanpa perlu rasa risau ketika meninggalkan rumah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Liquefied Petroleum Gas

Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan gas hidrokarbon produksi dari kilang minyak dan kilang gas dengan komponen utama gas *propane* dan *butane* dan dikemas di dalam tabung. Di Indonesia, LPG digunakan terutama

sebagai bahan bakar untuk memasak. Konsumen LPG bervariasi, mulai dari rumah tangga, kalangan komersial (restoran, hotel) hingga industri. Di kalangan industri, LPG digunakan sebagai bahan bakar pada industri makanan, keramik, gelas serta bahan bakar *forklift*. Selain itu, LPG juga dapat digunakan sebagai bahan baku pada industri *aerosol* serta *refrigerant* ramah lingkungan. [1]

Sejak tahun 1968, masyarakat Indonesia telah diperkenalkan dengan LPG (Liquefied Petroleum Gas) dengan brand LPG yang dikeluarkan oleh Pertamina. Pada awalnya LPG dipasarkan Pertamina untuk memanfaatkan produk samping dari hasil pengolahan minyak di kilang, sekaligus sebagai bahan bakar alternatif yang lebih bersih untuk memasak selain minyak tanah. Seiring dengan berjalannya waktu, LPG semakin disukai karena sifatnya yang lebih praktis, bersih dan jauh lebih cepat pemanasannya jika dibandingkan dengan bahan bakar lainnya. Dengan harga yang lebih tinggi dari minyak tanah, LPG merupakan bahan bakar yang populer di kalangan masyarakat menengah ke atas. Sejak tahun 2007, pemerintah menggulirkan program Konversi Minyak Tanah ke LPG, dengan tujuan untuk mengubah pengguna minyak tanah bersubsidi yang mayoritas merupakan kalangan masyarakat ekonomi lemah menjadi pengguna LPG. [2]

Salah satu risiko penggunaan LPG adalah terjadinya kebocoran pada tabung atau pipa LPG sehingga jika terkena api maka dapat menyebabkan kebakaran dengan cepat. Pada awalnya, gas LPG tidak berbau, tetapi jika seperti itu maka akan sulit dideteksi apabila ada kebocoran pada tabung atau pipa gas [3].

2.2. Embedded System

Embedded system adalah sistem komputer yang dirancang khusus untuk tujuan tertentu demi meningkatkan fungsi suatu mesin. Sesuai artinya, “*embedded*” yang berarti “mencocokkan”, maka bagian yang dicocokkan meliputi peranti keras dan bagian mekanis lain. Hal ini berlawanan dengan sistem umum seperti yang kita kenal pada Personal Computer (PC) yang bisa menjalankan banyak perintah sekaligus tergantung pada pemrogramannya [4].

2.3. Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* dalam *arduino* memiliki prosesor Atmel AVR dan menggunakan *software* dan bahasa sendiri [5].

2.4. Sensor Gas

Sensor gas adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur senyawa gas polutan yang ada di udara, seperti karbon monoksida, hidrokarbon, nitrooksida, dan lain-lain. Sudah semakin banyak dipasaran telah beredar pengindra ga semikonduktor. Tentunya dibedakan oleh sensitivitas sensor tersebut, semakin mahal maka sensitivitas semakin bagus. Pengindra gas tersebut bekerja dengan semakin tinggi konsentrasi gas maka resistansinya semakin rendah. Banyak sekali type sensor gas yang digunakan dan tersedia dipasaran, seperti sensor gas untuk mendeteksi gas LPG yaitu type TGS 2610 dan sensor gas untuk mendeteksi asap rokok yaitu type AF 30. Pada pembahasan ini yang di bahas adalah Sensor Gas Type AF 30 [6].

2.5. Blower

Blower adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu. Untuk keperluan gas, blower dipakai untuk mengeluarkan gas dari ovenkokas, ini disebut dengan *exhauster*. Bila tekanan pada sisi hisap adalah diatas tekanan atmosfer (seperti yang kadang – kadang dipakai industri kimia dimana tinggi tekan yang cukup besar harus tersedia untuk dapat mensirkulasikan gas-gas melalui berbagai proses). Blower ini dikenal dengan nama *booster* atau *circulator* [7].

2.6. Penelitian Yang Berkaitan

Penelitian yang berjudul “ Rancang Bangun *Prototype* Penanganan Dini Dan Pendeteksi Kebocoran LPG Berbasis Mikrokontroler Melalui SMS ” oleh Iksal, Sumiati, Harizal pada tahun 2016. Penelitian tersebut bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan aplikasi monitoring yang dapat mendeteksi adanya kebocoran Gas

LPG secara realtime berbasis pemrograman Android. [8]

Penelitian yang berjudul ” Home and Industrial Safety IoT on LPG Gas Leakage Detection and Alert System” Oleh Zainal H. C. Soh Syahrul A. C. AbdullahMohd A. Shafie and Mohammad N. Ibrahim pada tahun 2019. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan memantau level gas menggunakan sensor gas dan mengirim level gas ke Ubidot melalui Internet of Thing (IoT). Proyek ini mengukur tingkat gas di dalam rumah atau pabrik Industri dan memperbarui dan jaga level gas yang aman dan data yang tersimpan di dasbor Ubidots. [9]

Penelitian yang berjudul “Perancangan Prototype Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Arduino Uno R3 Dengan Modul SIM800L Dan ESP8266 Sebagai Media Informasi” oleh Afdhal Eka Kurniawan ,Mayda Warun K dan A.Asni B pada tahun 2020. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem deteksi dengan mengintegrasikan sensor MQ-6, mikrokontroler Arduino dan ESP8266. Data kemudian dapat ditampilkan pada aplikasi Blynk dan pemberitahuan akan diberikan melalui aplikasi dan email. Proses mengirim data menggunakan modul SIM800L GSM / GPRS adalah bagian itu berfungsi untuk berkomunikasi antara monitor utama dengan ponsel dan modul ESP8266E ESP 12E WIFI IOT untuk transfer data masuk jaringan WIFI. [10]

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *prototype* yang terdiri dari beberapa tahapan antara lain:

3.1. Communication

Pada tahap ini dilakukan dalam pengumpulan data kebutuhan sistem yaitu dengan metode observasi dan wawancara yang dilakukan dengan masyarakat yang menggunakan gas LPG.

3.2. Quick Plan and Modelling Quick Design

Pada tahap ini dilakukan perancangan

prototype sesuai dengan kebutuhan pengguna, sesuai data diperoleh dari proses identifikasi kebutuhan pengguna. Pembuat *prototype* dilakukan dengan dua tahapan yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

3.3. Construction of Prototype

Pada tahapan ini dilakukan proses penulisan kode program dan pembuatan *prototype*.

3.4. Deployment Delivery and Feedback

Pada tahapan ini dilakukan pengujian *prototype* yang telah dibuat untuk mengetahui apakah *prototype* telah sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan oleh pengguna. Jika *prototype* belum memenuhi kebutuhan pengguna, maka dilakukan kembali identifikasi kebutuhan pengguna. Selanjutnya *prototype* dirancang kembali sesuai dengan saran yang diberikan oleh pengguna. Berikut pengujian yang akan dilakukan pada *prototype*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Communication

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan kebutuhan sistem dengan wawancara kepada Bapak Pemilik Depot Gas LPG yang beralamatkan di Kampung Baru, Bandar Lampung. Berdasarkan wawancara kepada masyarakat tersebut teridentifikasi suatu masalah yaitu belum adanya teknologi yang dapat digunakan untuk melakukan pendeteksi dan peringatan dini kebocoran gas LPG, sehingga diperlukan sistem pendeteksi kebocoran gas dengan fitur sebagai berikut:

Tabel 1. Fitur Pada Sistem

Kode	Fitur
A1	Monitoring kadar gas
A2	Monitoring kondisi
A3	Sistem Otomatis
A4	SMS kadar gas
A5	SMS kondisi

B. Quick Plan and Modelling Quick Design

Pada tahap ini dilakukan kodifikasi fitur, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak sistem.

kodifikasi fitur-fitur pada sistem pendeteksi kebocoran gas sesuai dengan kebutuhan yang di dapat dari tahap *communication* :

1. Fitur Tampilan

Tabel 2. Tabel Kodifikasi Fitur Tampilan

No	Fungsional ID	Deskripsi
1.	SG-IS-01	Menampilkan SMS kadar gas
2.	SG-IS-02	Menampilkan SMS kondisi

2. Fitur Pengiriman

Tabel 3. Tabel Kodifikasi Fitur Pengiriman

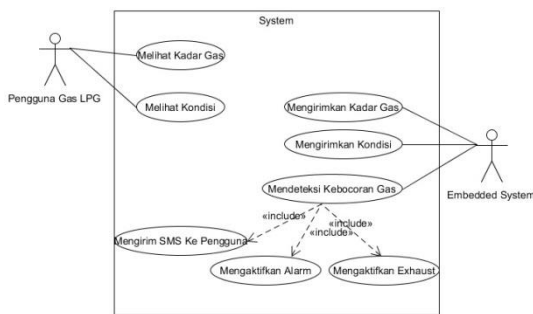
No	Fungsional ID	Deskripsi
1.	SG-PE-01	Pengujian pengiriman SMS kadar gas
2.	SG-PE-01	Pengujian pengiriman SMS kondisi

3. Fitur Otomatis

Tabel 4. Tabel Kodifikasi Fitur Otomatis

No	Fungsional ID	Deskripsi
1.	SG-OT-01	Menghidupkan alarm
2.	SG-OT-02	Menghidupkan exhaust udara

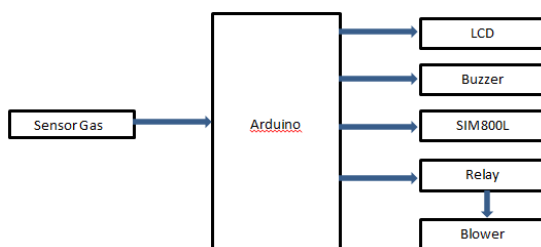
Perancangan perangkat lunak dapat dilihat dengan *usecase diagram* sebagai berikut :



Gambar 1. Use case Diagram

Gambar 1 menunjukkan *use case* diagram sistem, terdapat 2 aktor yaitu pengguna gas LPG dan *Embedded System*. Pengguna gas LPG memiliki 2 *use case* yaitu *use case* “Melihat Kadar Gas” dan *use case* “Melihat Kondisi”. *Embedded System* memiliki 2 *use case* yaitu *use case* “Mengirimkan Kadar Gas”, *use case* “Mengirimkan Kondisi”, *use case* “Mendeteksi Kebocoran Gas”, *use case* “Mengirim SMS ke Pengguna”, *use case* “Mengaktifkan Alarm”, dan *use case* “Mengaktifkan Exhaust Udara”. *Use case* “Mengirim SMS ke Pengguna”, *use case* “Mengaktifkan Alarm”, dan *use case* “Mengaktifkan Exhaust Udara” dapat dilakukan jika *use case* “Mendeteksi Kebocoran Gas” terpenuhi.

Berikut ini rancangan perangkat keras pada sistem deteksi kebocoran gas LPG :



Gambar 2. Block Diagram Perangkat Keras

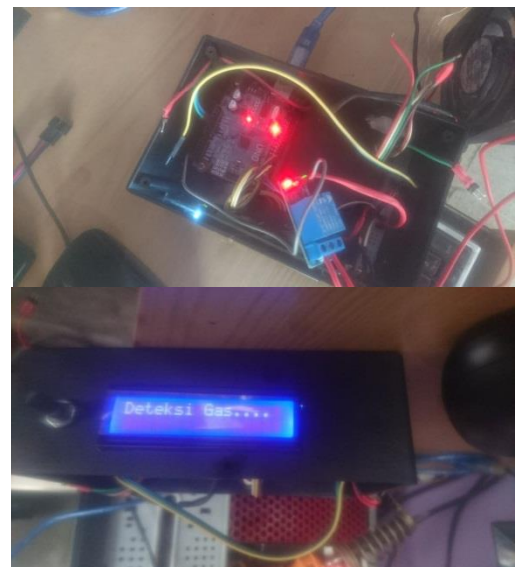
Beberapa komponen pada rancangan perangkat keras dalam gambar 2 yaitu sensor as berfungsi sebagai input, sensor akan mengirim data jika mendeteksi adanya gas, arduino sebagai mikrokontroler yang berfungsi untuk kendali input dan output dari sistem, LCD berfungsi untuk menampilkan kondisi terkait ada tidaknya kebocoran gas, *Buzzer* berfungsi sebagai alarm ketika terjadi kebocoran gas, SIM800L merupakan modul yang berfungsi untuk

mengirim dan menerima SMS, Relay berfungsi untuk menghidupkan blower jika terjadi kebocoran gas, Blower berfungsi sebagai exhaust udara saat terjadi kebocoran gas, dan *Step down* berfungsi untuk menurunkan tegangan.

C. Construction of Prototype

Pada tahapan ini dilakukan penulisan kode program dan rangkaian sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat.

Berikut ini hasil rangkaian sistem secara keseluruhan yang ditampilkan pada gambar berikut :



Gambar 3. Hasil Rangkaian Sistem

Pada gambar 3 terdapat beberapa komponen yaitu Sensor Gas, Arduino, Relay, *Buzzer*, LCD, SIM800L, dan Blower. Sensor Gas berfungsi sebagai input yang mengirim data jika mendeteksi adanya gas, Arduino sebagai mikrokontroler yang berfungsi untuk kendali input dan output dari sistem, LCD berfungsi untuk menampilkan kondisi terkait ada tidaknya kebocoran gas, *Buzzer* berfungsi sebagai alarm ketika terjadi kebocoran gas, SIM800L merupakan modul yang berfungsi untuk mengirim dan menerima SMS, Relay berfungsi untuk menghidupkan blower jika terjadi kebocoran gas, dan Blower berfungsi sebagai exhaust udara saat terjadi kebocoran gas.

Cara kerja dari sistem yaitu sistem mendeteksi terlebih dahulu apakah ada kebocoran gas dengan menampilkan tulisan “Deteksi Gas” pada LPG. Selanjutnya jika terjadi kebocoran gas melebihi ambang batas 30% atau di atas 300 ppm maka akan tampil “Gas Bocor” pada LCD. Kemudian *buzzer* akan berbunyi lalu sistem akan mengirimkan SMS “Kebocoran Gas Diambang Batas Segera Periksa” ke no hp yang telah ditentukan, dan Relay akan mengaktifkan blower.

D. Deployment Delivery and Feedback

Pada tahapan ini dilakukan beberapa pengujian *prototype* menggunakan metode *blackbox testing* yakni sebagai berikut:

1. Hasil Pengujian Software

Tabel 5. Tabel Hasil Pengujian Software

No	Fungsional ID	Nama Pengujian	Keterangan
1.	SG-IS-01	Pengujian Fitur Menampilkan Kadar Gas	Berhasil
2.	SG-IS-02	Pengujian Fitur Menampilkan Kondisi	Berhasil
3.	SG-OT-01	Pengujian Fitur Alarm Otomatis	Berhasil
4.	SG-OT-02	Pengujian Fitur Exhaust Udara Otomatis	Berhasil

Tabel 5. menunjukkan hasil pengujian *software* menggunakan metode *blackbox testing*. Berdasarkan pengujian *software* yang dilakukan sebanyak 4 pengujian didapatkan hasil 4 pengujian berhasil atau sesuai dengan yang diharapkan dan 0 pengujian tidak berhasil atau tidak sesuai dengan yang diharapkan.

2. Hasil Pengujian Hardware

Tabel 6. Tabel Hasil Pengujian Software

No	Fungsional ID	Nama Pengujian	Keterangan
1.	SG-PE-01	Pengujian Sensor Gas	Berhasil
2.	SG-PE-02	Pengujian Fitur Pengiriman Data Sensor Gas	Berhasil
3.	SG-OT-01	Pengujian Fitur Alarm Otomatis	Berhasil
4.	SG-OT-02	Pengujian Fitur Exhaust Udara Otomatis	Berhasil

Tabel 6. menunjukkan hasil pengujian *hardware* menggunakan metode *blackbox testing*. Berdasarkan pengujian *hardware* yang dilakukan sebanyak 4 pengujian didapatkan hasil 4 pengujian berhasil atau sesuai dengan yang diharapkan dan 0 pengujian tidak berhasil atau tidak sesuai dengan yang diharapkan.

5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian, sistem yang dibuat berhasil mendeteksi adanya kebocoran gas LPG dan memberikan tanda kebocoran dengan menampilkan kondisi pada LPG, menghidupkan alarm, dan mengirim SMS.
2. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode *blackbox testing*, pengujian *software* dan *hardware* yang dilakukan sebanyak 8 pengujian didapatkan hasil 8 pengujian berhasil atau sesuai dengan yang diharapkan.
3. Berdasarkan pengujian *hardware*, alarm dapat berfungsi secara otomatis sesuai dengan nilai kadar gas, jika nilai kadar gas rendah atau tidak melebihi ambang batas, maka alarm tidak aktif, sedangkan nilai kadar gas tinggi atau melebihi ambang batas maka alarm akan aktif.
4. Berdasarkan pengujian *software*, SMS dapat terkirim secara otomatis sesuai dengan nilai kadar gas, jika nilai kadar gas rendah atau tidak melebihi nilai ambang batas, maka tidak mengirimkan SMS, sedangkan jika nilai

kadar gas tinggi atau melebihi nilai ambang batas, maka akan mengirimkan SMS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. A. Sarasvati, "Penggunaan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) sebagai upaya mengurangi kecelakaan akibat LPG," vol. 01, no. 2, p. 11, 2017.
- [2] I. Rai, 2016. "Rancang Bangun Alat Bantu Las Tabung LPG 3 Kg". Skripsi. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [3] D. N. Haqi, "Pertamina Perak Surabaya Hazardous Potential and Risk Analysis of Fire and Explosion in LPG Storage Tank Pertamina Perak Surabaya," *Indones. J. Occup. Saf. Heal.*, vol. 7, no. 3, pp. 321–328, 2018, doi: 10.20473/ijosh.v7i3.2018.321.
- [4] M. Rouse, "Embedded System," *IOT Agenda*, 2009. .
- [5] D. Junaidi and Y. D. Prabowo, *Project Sistem Kendali Elektronik*. Bandar Lampung: CV. Anugrah Utama Raharja, 2018.
- [6] D. Nurnaningsih, "Pendeteksi Kebocoran Tabung LPG Melalui SMS Gateway Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino Uno," *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 2, pp. 121–126, 2018, doi: 10.15408/jti.v11i2.7512
- [7] Bambang Subiono, and Ari Sugiarto, "Rancang Bangun Prototipe Mesin Pengereng Kayu Yang Dikendalikan dengan Mikrokontroler," *Jurnal TeknoSAINS Seri Teknik Elektro*, 2018.
- [8] I. Iksal, S. Sumiati, and H. Harizal, "Rancang Bangun *Prototype* Penanganan Dini Dan Pendeteksi Kebocoran LPG Berbasis Mikrokontroler Melalui Sms," *J. PROSISKO*, vol. 3, no. 2, pp. 26–32, 2016.
- [9] A. E. Kurniawan, M. W. Kasrani, and A. A. B, "Perancangan Prototype Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis Arduino Uno R3 Dengan Modul Sim800L Dan Esp8266 Sebagai Media Informasi," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE Uniba)*, vol. 4, no. 2, pp. 47–53, 2020, doi: 10.36277/jteuniba.v4i2.62.
- [10] Z. H. C. Soh, S. A. C. Abdullah, M. A. Shafie, and M. N. Ibrahim, "Home and industrial safety IoT on LPG gas leakage detection and alert system," *Int. J. Adv. Soft Comput. its Appl.*, vol. 11, no. 1, pp. 131–145, 2019