

RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT) MENGUNAKAN TELEGRAM BOT

Moch Ikhlil Putra Irgian¹⁾, Fahrur Rozi^{2*)}

^{1, 2)}Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Bhinneka PGRI
Jln. Mayor Sujadi Timur No, 7 Tulungagung Kode Pos 66221
e-mail: mochikhlilputrairgian@gmail.com¹⁾, fahrur@ubhi.ac.id²⁾

* : Penulis Korespondensi

ABSTRAK

Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan wujud minyak bumi yang telah dilakukan pemrosesan. LPG untuk kebutuhan rumah tangga menjadi penggunaan terbesar semenjak diterapkannya konversi dari minyak tanah ke LPG pada tahun 2007. Berdasarkan hasil penyelidikan yang telah dilakukan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) terkait penyebab kebocoran gas, menemukan bahwa alat penunjang kelengkapan kompor gas yang tidak memenuhi standar diantaranya yakni 100% selang, 66% katup tabung, 50% kompor gas dan 20% regulator. Maka peneliti memutuskan untuk merancang sebuah rancang bangun pendeteksi kebocoran gas berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan telegram bot. Tujuan dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sebuah sistem pendeteksi kebocoran gas menggunakan sensor gas MQ-2 dengan modul NodeMCU 8266. Pada prosedur penelitian, peneliti melakukan pengambilan data dengan melakukan uji sistem, yang terbagi atas uji sensor dan uji respon bot. Uji sistem dilakukan dengan meletakkan alat dari jarak 2-10 cm dan melakukan limitasi jaringan internet sebesar 1 Mbps-1 Kbps, nantinya akan diperoleh besaran delay dari respon alat tersebut. Dari hasil yang dikumpulkan bahwa jarak 2 cm adalah jarak terbaik pada saat melakukan pengujian serta rata-rata respon alat pada uji bot mendapatkan delay >150 ms. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin dekat jarak sensor dengan suatu objek maka semakin cepat respon alat dalam mendeteksi adanya kebocoran gas, dan semakin besar bandwidth yang diperoleh maka semakin cepat dalam memberikan respon..

Kata Kunci: Bot, Gas, IoT, NodeMCU, Telegram

ABSTRACT

Liquefied Petroleum Gas (LPG) is a form of petroleum that has been processed. LPG for household needs has become the largest use since the conversion from kerosene to LPG was implemented in 2007. Based on the results of an investigation conducted by the Badan Standarisasi Nasional (BSN) regarding the causes of gas leaks, it was found that the supporting equipment for gas stoves did not meet the standards, including namely 100% hoses, 66% tube valves, 50% gas stoves and 20% regulators. So the researchers decided to design a gas leak detector design based on the *Internet of Things* (IoT) using a telegram bot. The purpose of this study is how to design a gas leak detection system using the MQ-2 gas sensor with the NodeMCU 8266 module. In the research procedure, the researcher collects data by conducting system tests, which are divided into sensor tests and bot response tests. The system test is carried out by placing the device from a distance of 2-10 cm and limiting the internet network by 1 Mbps-1 Kbps, later the amount delay from the response of the device. From the results collected, the distance of 2 cm is the best distance when testing and the average response of the tool in the bot test gets a delay >150 ms. Thus it can be concluded that the closer the sensor is to an object, the faster the response of the tool in detecting a gas leak, and the greater the bandwidth obtained, the faster it can respond..

Keywords: Bot, Gas, IoT, NodeMCU, Telegram

I. PENDAHULUAN

Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan wujud minyak bumi yang dilakukan pemrosesan dengan komponen utama propana (C₃H₈) dan butana (C₄H₁₀). LPG untuk kebutuhan rumah tangga menjadi penggunaan terbesar semenjak diterapkannya konversi dari minyak tanah ke LPG pada tahun 2007 [1].

Tujuan dari konversi tersebut tidak semata-mata untuk mengurangi ketergantungan pada pemakaian BBM, tetapi juga mengurangi penyalahgunaan minyak tanah bersubsidi dan menyediakan bahan bakar yang praktis [2]. Berdasarkan hasil penyelidikan yang telah dilakukan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) terkait penyebab kebocoran gas, menemukan bahwa alat penunjang kelengkapan kompor gas yang tidak memenuhi standar diantaranya yakni 100% selang, 66% katup tabung, 50% kompor gas dan 20% regulator [2]

Oleh karena itu sangat diperlukannya kewaspadaan masyarakat tentang tanda-tanda jika tabung tersebut mengalami kebocoran gas. Maka dirancanglah sebuah sistem keamanan berbasis internet-of-things (IoT) yang dapat memberikan peringatan dini tentang kebocoran gas, di mana sistem tersebut akan memberikan sebuah sinyal bahaya yang berbunyi layaknya alarm jika mendeteksi adanya gas didalam ruangan dan mengirimkan sebuah notifikasi pada smartphone secara otomatis dan real-time melalui aplikasi telegram.

Konsep internet-of-things atau disingkat IoT merupakan sebuah konsep di mana objek atau mesin yang ditanamkan teknologi seperti sensor atau software yang saling terhubung yang dapat bertukar informasi, berkomunikasi, menghubungkan, dan mengendalikan hanya dengan melalui jaringan internet saja. Agar terwujudnya cara kerja IoT yang sempurna, kualitas jaringan internet sangat berperan penting sebagai penghubung antara interaksi dua mesin tersebut, dan pengguna hanya bertindak sebagai pengontrol serta memantau pengoperasian alat secara langsung [3]

Penelitian terkait IoT dan kebocoran gas sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Dari Ismai [2] membuat rancang bangun sistem pengaman kebocoran gas menggunakan mikrokontroler di mana jika sistem mendeteksi adanya kebocoran gas maka mikrokontroler akan melakukan otomisasi berupa menyalakan buzzer dan kipas DC yang terhubung pada relay. Selanjutnya dari Kusnandar & Pratika [4] juga merancang sebuah prototipe pendeteksi kebakaran dengan konsep IoT yang mana sensor api yang terhubung pada mikrokontroler arduino mega 2560, serta data dari setiap sensor dikirim melalui modul komunikasi ESP8266 sehingga smartphone pengguna dapat menerima data tersebut. Dan dari Priyambodo & Sinaga [5] membuat purwapupa alat pendeteksi kebocoran gas lpg berbasis internet of things (IoT) dengan indikator monitor jarak jauh berbasis platform NodeMCU. Alat tersebut menggunakan sensor gas MQ-2 sebagai inputan dan dihubungkan dengan arduino uno, jika sensor mendeteksi adanya kebocoran gas maka buzzer akan berbunyi dan nilai hasil dari sensor tersebut akan tampil pada LCD dan juga aplikasi android.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis akan merancang sebuah sistem sederhana dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS Internet of Things (IoT) MENGGUNAKAN TELEGRAM BOT”.

II. METODE PENELITIAN

A. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan sebuah langkah atau tahapan yang akan dilakukan di dalam penelitian. Terdapat beberapa prosedur yang dilakukan dalam penelitian seperti gambar di bawah ini.



Gambar. 1 Prosedur Penelitian [7]

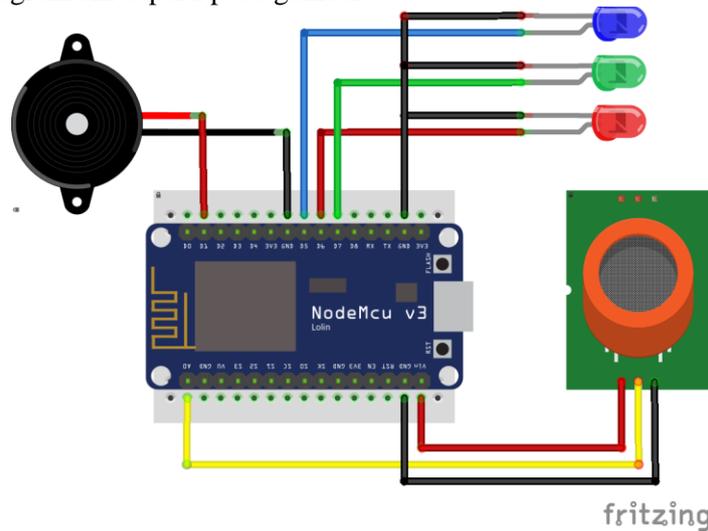
Berdasarkan gambar 1 tentang alur diagram dapat dimengerti bahwa ada beberapa tahapan untuk melakukan penelitian. Mulai dari studi literatur, desain komponen dan perancangan komponen, pengujian sistem, pengumpulan data, dan yang terakhir adalah hasil dan kesimpulan.

1. *Studi Literatur*

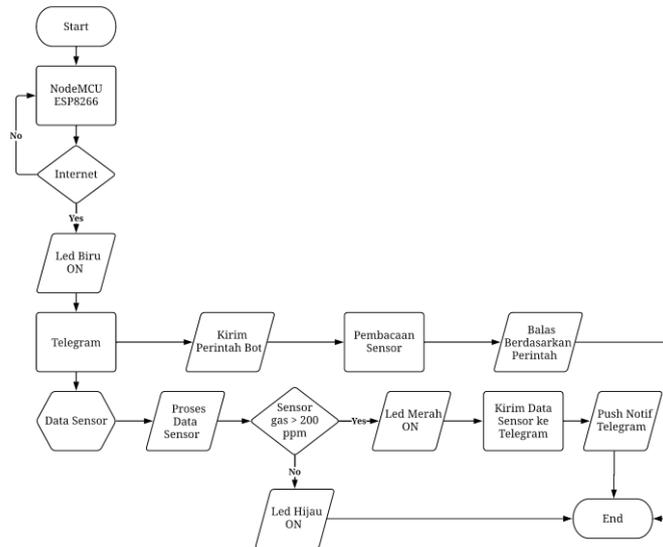
Tahapan awal yang dilakukan yaitu melakukan pengamatan dan studi literatur dengan tujuan mendapatkan informasi mengenai apa saja yang dibutuhkan dalam perancangan alat, bisa dari buku-buku, jurnal, website, dan dokumen yang dinilai relevan [6].

2. *Rancangan Software*

Tahapan yang kedua yakni merancang semua komponen seperti pada gambar 2, kemudian melakukan pemrograman agar rancang bangun sistem pendeteksi kebocoboran gas menggunakan telegram bot dapat berjalan sempurna sesuai dengan diagram alir seperti pada gambar 3.



Gambar. 2 Skema Rangkaian Sistem



Gambar. 3 Flowchart Sistem

3. *Uji Sistem*

Pada tahapan ini akan dilakukan pengujian sistem untuk memeriksa apakah suatu perangkat lunak yang dihasilkan sudah dapat dijalankan sesuai dengan standar tertentu. Dalam uji sistem memerlukan kondisi sebagai berikut.

- a) Pastikan pada saat alat hidup terdapat dan terjangkau Wi-Fi dengan SSID yang sama dengan program. Hal ini dikarenakan sistem sudah diatur agar terkoneksi secara otomatis dengan SSID dan password yang sama.
- b) Kemudian cek lampu indikator warna biru pada alat apakah sudah menyala atau belum. Jika lampu belum menyala menandakan koneksi sedang terganggu atau bermasalah.
- c) Apabila lampu indikator sudah menyala, bisa dicek dengan mengirimkan perintah (/start) atau mulai pada bot telegram, jika muncul umpan balik dari bot berupa balasan berarti sistem sudah siap digunakan.

4. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data ini menggunakan pengujian respon yakni dengan melihat perbedaan waktu pada saat perintah *bot* dikirim dan sensor mendeteksi adanya kebocoran gas dengan mengirimkan notifikasi atau memberikan umpan balik menggunakan *bot* telegram dari jarak tertentu dengan bandwidth yang sudah diatur.

Tabel. I Kategori *Delay* [8]

Kategori Latensi	Besar <i>Delay</i>	Indeks
Sangat Baik	<150 ms	4
Baik	150-300 ms	3
Cukup	300-450 ms	2
Buruk	>450 ms	1

Pada Tabel 3.7 diperlihatkan kategori dan besar *delay* berdasarkan standar versi *Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network* (TIPHON). TIPHON merupakan standar penilaian parameter *Quality of Service* (QoS) yang dikeluarkan oleh badan standar *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) [9]. Tabel tersebut akan digunakan peneliti sebagai indikator untuk mengetahui indeks atau kategori latensi dari hasil uji coba sistem.

5. Hasil dan Kesimpulan

Tahap hasil dan kesimpulan merupakan tahap akhir dari penelitian sistem pendeteksi kebocoran gas berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan alur penelitian yang telah dijabarkan di atas. Pada tahap ini hasil dan kesimpulan dapat dipaparkan ketika penelitian sudah dimulai dan terselesaikan.

III. HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Perancangan

Pada bab ini merupakan untuk hasil dari perancangan dan pengujian rancang bangun seperti kecepatan baca sensor gas dengan jarak tertentu serta kecepatan respon alat terhadap *bot* yang dikirimkan melalui aplikasi telegram. Komponen-komponen yang sudah dirangkai kemudian dimasukkan kedalam *black box* dan diletakkan sedemikian rupa pada sekitar area tabung gas. Pada gambar 3 merupakan contoh ketika alat dipasang disekitaran tabung dengan jarak 6 cm. Tabung sengaja terpasang tanpa selang dengan tujuan gas dapat sedikit keluar untuk digunakan sampel pengujian.



Gambar. 4 Contoh Pemasangan Alat

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa lampu indikator menyala berwarna biru dan hijau. Indikator biru menyala menandakan sistem berhasil terkoneksi kedalam jaringan internet yang bagus. Indikator hijau menandakan sistem dalam kondisi stanby dan kondisi ruangan aman.

B. Hasil Pengujian Sistem

Dalam melakukan pengujian kestabilan sistem pada alat yang sudah dibuat, langkah selanjutnya adalah melakukan limitasi pada bandwidth sesuai dengan kriteria masing-masing uji. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat *delay* sistem dalam memberikan umpan balik kepada pengguna dengan ketentuan kecepatan internet yang berbeda beda.

Penulis melakukan limitasi ini menggunakan pengaturan bawaan pada *router* pribadi serta dalam pengambilan dan penghitungan nilai *delay* menggunakan bantuan aplikasi Wireshark dan Microsoft Excel. Alasan peneliti menggunakan wireshark karena wireshark merupakan software pengolah jaringan atau *network analyzer* yang memungkinkan pengembang dan administrator jaringan untuk memeriksa paket jaringan langsung tanpa mengganggu komunikasi [10].

1. Pengujian Sensor

Pada pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui jarak terbaik sensor dalam mendeteksi kebocoran gas. Pada pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali percobaan dengan masing-masing kecepatan.

Tabel. II Hasil Uji Sensor Pada Kecepatan 1 Mbps

No	Jarak	Kecepatan	Tanggal/ Waktu	Delay 1	Delay 2	Delay 3	Rata-rata	Keterangan
1	2 cm	1 Mbps	2 Juni 2022/10.30	101 ms	98 ms	113 ms	104 ms	Sangat Baik
2	4 cm	1 Mbps	2 Juni 2022/10.30	121 ms	110 ms	132 ms	121 ms	Sangat Baik
3	6 cm	1 Mbps	2 Juni 2022/10.30	168 ms	183 ms	187 ms	179 ms	Baik
4	8 cm	1 Mbps	2 Juni 2022/10.30	293 ms	256 ms	195 ms	248 ms	Baik
5	10 cm	1 Mbps	2 Juni 2022/10.30	311 ms	323 ms	315 ms	316 ms	Cukup

Pada tabel II memuat informasi dari hasil uji coba sensor yang dilakukan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan nilai rata-rata *delay* yang paling baik. Dari hasil yang didapat, pada kecepatan 1 Mbps terdapat *delay* yang paling rendah yakni 104 ms dengan jarak 2 cm hingga 316 ms dengan jarak 10 cm. Perbedaan *delay* tersebut selain dipengaruhi oleh jarak pengujian juga dipengaruhi dari sistem yang membutuhkan waktu untuk mengolah hasil baca nilai sensor analog ke dalam nilai digital yang kemudian diteruskan untuk dikirimkan via telegram.

Tabel. III Hasil Uji Sensor Pada Kecepatan 512 Kbps

No	Jarak	Kecepatan	Tanggal/ Waktu	Delay 1	Delay 2	Delay 3	Rata-rata	Keterangan
1	2 cm	512 Kbps	2 Juni 2022/10.30	105 ms	121 ms	112 ms	113 ms	Sangat Baik
2	4 cm	512 Kbps	2 Juni 2022/10.30	119 ms	124 ms	126 ms	123 ms	Sangat Baik
3	6 cm	512 Kbps	2 Juni 2022/10.30	355 ms	376 ms	354 ms	361 ms	Cukup
4	8 cm	512 Kbps	2 Juni 2022/10.30	280 ms	285 ms	369 ms	311 ms	Cukup
5	10 cm	512 Kbps	2 Juni 2022/10.30	423 ms	412 ms	392 ms	409 ms	Cukup

Pada tabel III memuat informasi dari hasil uji coba sensor yang juga dilakukan sebanyak 3 kali pengujian, dan diperoleh nilai pada kecepatan 512 Kbps terdapat *delay* dari jarak 2-10 cm dengan *delay* sebesar 113-409 ms. Perbedaan *delay* tersebut selain dipengaruhi oleh jarak pengujian juga dipengaruhi dari sistem yang membutuhkan waktu untuk mengolah hasil baca nilai sensor analog ke dalam nilai digital yang kemudian diteruskan untuk dikirimkan via telegram.

Tabel. IV Hasil Uji Sensor Pada Kecepatan 1 Kbps

No	Jarak	Kecepatan	Tanggal/ Waktu	Delay 1	Delay 2	Delay 3	Rata-rata	Keterangan
1	2 cm	1 Kbps	2 Juni 2022/10.35	204 ms	277 ms	292 ms	257 ms	Baik
2	4 cm	1 Kbps	2 Juni 2022/10.35	281 ms	275 ms	283 ms	279 ms	Baik
3	6 cm	1 Kbps	2 Juni 2022/10.35	374 ms	356 ms	407 ms	379 ms	Cukup
4	8 cm	1 Kbps	2 Juni 2022/10.35	512 ms	527 ms	513 ms	517 ms	Buruk
5	10 cm	1 Kbps	2 Juni 2022/10.35	452 ms	519 ms	576 ms	515 ms	Buruk

Pada tabel IV memuat informasi dari hasil uji coba sensor bahwa terdapat perbedaan *delay* saat pengujian sensor yang dilakukan sebanyak 3 kali pengujian, dan diperoleh hasil terbaik pada jarak 2-6 cm dengan nilai 257-379 ms. Sedangkan untuk jarak 8-10 cm mendapatkan nilai *delay* yang tinggi yakni 515-517 ms dimana menurut tabel I hasil diatas 450 ms adalah buruk.

2. Pengujian Bot

Pada pengujian *bot* bertujuan untuk mengetahui seberapa cepat respon alat ketika diberikan suatu perintah. Pada

pengujian ini dilakukan sebanyak satu kali percobaan dengan masing-masing kecepatan.

Tabel. V Hasil Uji Bot Pada Kecepatan 1 Mbps

Perintah	Kecepatan	Tanggal/Waktu	Delay
Kondisi	1 Mbps	6 April 2022/11.40	57 ms
Status	1 Mbps	6 April 2022/11.40	64 ms
Sensor gas <i>On</i>	1 Mbps	6 April 2022/11.40	116 ms
Sensor gas <i>Off</i>	1 Mbps	6 April 2022/11.40	78 ms
<i>Buzzer On</i>	1 Mbps	6 April 2022/11.40	118 ms
<i>Buzzer Off</i>	1 Mbps	6 April 2022/11.40	87 ms
Rata-rata			86,6 ms
Keterangan			Sangat Baik

Pada tabel V memuat informasi dari hasil uji *bot* yang dilakukan dengan jarak yang sama yakni 2 cm dengan limitasi sebesar 1 Mbps. Dari hasil yang didapat, pada kecepatan 1 Mbps terdapat *delay* yang paling rendah yakni 57 ms hingga 118 ms. Masing-masing hasil uji tersebut kemudian dijumlahkan dan dirata-rata maka diperoleh nilai 86,6 ms dengan keterangan “Sangat Baik” berdasarkan tabel I.

Tabel. VI Hasil Uji Bot Pada Kecepatan 512 Kbps

Perintah	Kecepatan	Tanggal/Waktu	Delay
Kondisi	512 Kbps	6 April 2022/11.45	58 ms
Status	512 Kbps	6 April 2022/11.45	77ms
Sensor gas <i>On</i>	512 Kbps	6 April 2022/11.45	121 ms
Sensor gas <i>Off</i>	512 Kbps	6 April 2022/11.45	90 ms
<i>Buzzer On</i>	512 Kbps	6 April 2022/11.45	119 ms
<i>Buzzer Off</i>	512 Kbps	6 April 2022/11.45	105 ms
Rata-rata			95 ms
Keterangan			Sangat Baik

Pada tabel VI memuat informasi dari hasil uji *bot* yang dilakukan dengan jarak yang sama yakni 2 cm dengan limitasi sebesar 512 Kbps. Dari hasil yang didapat, pada kecepatan 512 Kbps terdapat *delay* yang paling rendah yakni 58 ms hingga 121 ms. Masing-masing hasil uji tersebut kemudian dijumlahkan dan dirata-rata maka diperoleh nilai 95 ms dengan keterangan “Sangat Baik” berdasarkan tabel I.

Tabel. VII Hasil Uji Bot Pada Kecepatan 1 Kbps

Perintah	Kecepatan	Tanggal/Waktu	Delay
Kondisi	1 Kbps	6 April 2022/12.00	69 ms
Status	1 Kbps	6 April 2022/12.00	83 ms
Sensor gas <i>On</i>	1 Kbps	6 April 2022/12.00	127 ms
Sensor gas <i>Off</i>	1 Kbps	6 April 2022/12.00	100 ms
<i>Buzzer On</i>	1 Kbps	6 April 2022/12.00	129 ms
<i>Buzzer Off</i>	1 Kbps	6 April 2022/12.00	112 ms
Rata-rata			103,3 ms
Keterangan			Sangat Baik

Pada tabel VII memuat informasi dari hasil uji *bot* yang dilakukan dengan jarak yang sama yakni 2 cm dengan limitasi sebesar 1 Kbps. Dari hasil yang didapat, pada kecepatan 1 Kbps terdapat *delay* yang paling rendah yakni 69 ms hingga 129 ms. Masing-masing hasil uji tersebut kemudian dijumlahkan dan dirata-rata maka diperoleh nilai 103,3 ms dengan keterangan “Sangat Baik” berdasarkan tabel I.

IV. KESIMPULAN

Setelah dilakukan beberapa tahapan pengujian, maka pembuatan Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis *Internet of Things* (Iot) Menggunakan Telegram Bot telah berhasil dibuat dan dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Rancang bangun yang dibuat telah dapat mendeteksi kebocoran gas dari berbagai jarak yang sudah ditentukan dan juga dapat menerima atau memberikan umpan balik kepada pengguna. Nilai rata-rata pengujian mendapatkan hasil yang memuaskan, mulai dari uji sensor pada kecepatan 1 Mbps s/d 1 Kbps dan uji *bot* pada kecepatan 1 Mbps s/d 1 Kbps.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Manusia, “Konversi Mitan ke Gas,” pp. 1–52, 2010, [Online]. Available: <https://migas.esdm.go.id/uploads/Konversi-Mitan-GAS.pdf>.

- [2] R. L. Ismai, J. Endro, and S. Suryono, "Rancang Bangun Sistem Pengaman Kebocoran Gas LPG (Liquefied Petroleum Gas) Menggunakan Mikrokontroler," *Youngster Phys. J.*, vol. 6, no. 4, pp. 368–376, 2017.
- [3] Z. D. Dewi Lusita Hidayati Nurul, Rohmah F mimin, "Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (Iot)," *J. Tek. Inform.*, p. 3, 2019.
- [4] Kusnandar and N. K. H. D. D. A. Pratika, "Rancang Bangun Prototipe Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Konsep Internet-of-Things," *J. Tek. Media Pengemb. Ilmu dan Apl. Tek.*, vol. 18, no. 01, pp. 1412–8810, 2019.
- [5] S. Priyambodo and J. A. Sinaga, "PURWAPUPA ALAT PENDETEKSI KEBOCORAN GAS LPG BERBASIS IOT (Internet of Things) DENGAN INDIKATOR MONITOR JARAK JAUH BERBASIS PLATFORM NodeMCU," *Rapi Xviii*, pp. 356–363, 2019.
- [6] M. F. Azhari, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dan Penanggulangan Kebocoran Gas Lpg Dengan Menggunakan Sensor Mq 2 Berbasis Iot," 2019, [Online]. Available: <https://library.usu.ac.id>.
- [7] B. A. Umam and Yuri Efenie, "Rumah Cerdas Berbasis Internet Of Things," *Ilmu-Ilmu Tek.*, vol. 9, no. 2, pp. 1–6, 2019, [Online]. Available: <https://anzdoc.com/download/proposal-program-kreativitas-mahasiswa-rumah-jamur-cerdas-be.html>.
- [8] ETSI, "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)," *Etsi Tr 101 329 V2.1.1*, vol. 1, pp. 1–37, 1999.
- [9] P. R. Utami, "Analisis Perbandingan Quality of Service Jaringan Internet Berbasis Wireless Pada Layanan Internet Service Provider (Isp) Indihome Dan First Media," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 25, no. 2, pp. 125–137, 2020, doi: 10.35760/tr.2020.v25i2.2723.
- [10] J. C. Vega, M. A. Merlini, and P. Chow, "FFShark: A 100G FPGA Implementation of BPF Filtering for Wireshark," *Proc. - 28th IEEE Int. Symp. Field-Programmable Cust. Comput. Mach. FCCM 2020*, pp. 47–55, 2020, doi: 10.1109/FCCM48280.2020.00016.