

Rekayasa Migitasi Kebocoran Gas LPG dengan Sistem Monitoring Telegram Bot Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Sirmayanti Sirmayanti¹⁾, Lidemar Halide²⁾, Inda Fuji Lestari³⁾, Elza Dwi Melda⁴⁾

¹ Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar
sirmayanti.sirmayanti@poliupg.ac.id

² Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar
lidemarhalide@gmail.com

³ Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar
indafujilestari@gmail.com

⁴ Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar
dwielza80@gmail.com

Abstrak

Implementasi gas LPG rumah tangga setelah program konversi pemerintah dari minyak tanah sukses dilaksanakan masih menyisakan permasalahan tinggi resiko penggunaan gas LPG ini melalui kasus-kasus kebocoran gas menimbulkan ledakan dan kebakaran dengan korban yang cukup besar. Mengingat mobilitas manusia semakin meningkat dan menuntut sistem keamanan yang terjamin maka dalam hal penggunaan gas LPG ini diperlukan suatu sistem keamanan sebagai migitasi dini pencegahan terjadinya kebocoran dan ledakan pada tabung gas LPG yang secara *realtime* dapat memberikan notifikasi tanda peringatan adanya kebocoran gas. Fokus penelitian ini adalah membuat sistem cerdas pendeteksi kebocoran gas LPG menggunakan sensor MQ-6 yang berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT) terhubung dengan Telegram Bot sebagai pengirim notifikasi peringatan kepada pemilik, serta ditambahkan dengan sistem monitoring langsung melalui CCTV yang dapat digunakan sebagai monitoring keadaan dapur rumah tangga. Metode pengujian alat ini dilakukan melalui implementasi sensor MQ-6 pada blok operasi mikrokontroler ESP32 sehingga makin memudahkan pengiriman data berupa notifikasi pesan ke Telegram dan integrasi pemantauan langsung lewat CCTV. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem alat bekerja dengan optimal dan efisien dengan jarak uji deteksi hingga 30 cm dan hasil rata-rata waktu respon 12 detik.

Keywords: Kebocoran Gas, Sensor MQ-6, NodeMCU ESP32, CCTV, *Internet of Things*

I. PENDAHULUAN

Inovasi elektronika telekomunikasi terkait pengamanan dalam pemanfaatan gas *Liquid Petroleum Gas* (LPG) rumah tangga (setelah konversi dari minyak tanah) sangat beragam telah ditawarkan [1]. Kini pengguna tabung gas LPG rumah tangga sudah hampir merata pelaksanaannya di seluruh Indonesia, tidak hanya terbatas pada rumah tangga di perkotaan namun sampai ke pelosok lapisan pedesaan dan wilayah pinggiran lainnya. Sebagai sumber energi rumah tangga, gas LPG yang banyak tersedia dipasar umum adalah pada ukuran 3 kg dan 12 kg. Hal ini disebabkan oleh keterjangkauan harga dan diperolehnya subsidi khusus dari pemerintah bagi golongan masyarakat tertentu [2].

Data yang diperoleh dari Pusat Studi Kebijakan Publik (Puskepi) menunjukkan adanya peningkatan kasus ledakan gas LPG dalam kurung waktu 10 tahun terakhir dengan kasus yang dilaporkan sebanyak kurang lebih 600 ledakan [3]. Menariknya, data ini menunjukkan penyebab kebakaran dan ledakan umumnya berasal dari gas LPG bersubsidi 3 kg dan 12 kg tersebut.

Selanjutnya, laporan nasional hasil pengujian dari Badan Standardisasi Nasional (BSN) memperlihatkan hasil yang menarik dimana 66% tabung gas LPG yang telah

beredar di masyarakat masih dinyatakan belum layak pakai. Hal ini perlu menjadi pertimbangan bagaimana sistem produksi kualitas tabung gas yang masih jauh dari standar tanpa disertai sistem pengamanan yang standar pula. Setidaknya, standar SNI yang dikeluarkan dalam produk tabung LPG ini dapat dikembangkan sekaligus berupa sistem keamanan yang memadai dalam hal mendeteksi kebocoran gas terutama unit celah antara mulut tabung dan regulator (Fadul, 2019).

Meskipun sebagian masyarakat sudah memiliki alat pendeteksi kebocoran gas LPG, namun dalam penggunaannya masih terjadi kebakaran yang disebabkan kebocoran gas. Proses ini terjadi karena alat deteksi keamanan yang digunakan belum optimal melalui pemantauan area-area (sekitar dapur atau ruangan) yang memungkinkan dampak ledakan bisa melebar, gas akan terlebih dahulu menyebar dan mengakibatkan kebakaran apabila keadaan rumah ditinggal oleh pemiliknya.

Penelitian ini berfokus pada inovasi untuk cara yang efektif pencegahan dari dampak buruk kebocoran gas LPG rumah tangga dengan mengurangi resiko ledakan bahkan kebakaran. Sistem cerdas yang dibangun berupa penggunaan sensor MQ-6 berfungsi mendeteksi bau gas LPG yang jika dalam level tertentu mengalami peningkatan berindikasi telah terjadi kebocoran. Dengan merekayasa

sistem ini melalui teknologi *Internet of Things* (IoT) maka sistem informasi dibangun untuk mengirimkan notifikasi Telegram Bot serta penggunaan *Closed Circuit Television* (CCTV) sebagai monitoring keadaan dapur atau ruangan tertentu.

II. KAJIAN LITERATUR

A. *Liquidfied Petroleum Gas* (LPG)

LPG merupakan bahan campuran dari berbagai unsur gas alam hidrokarbon. Dalam proses kimiawi alam, gas ini memiliki perubahan tekanan dan suhu tertentu maka gas tersebut dapat berubah menjadi cair. Menurut [4], komponen LPG didominasi dari propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}). Sifat LPG dalam kondisi atmosfer tertentu dapat berubah kembali LPG ini ke bentuk gas. Menurut [5], volume berat LPG berwujud cair lebih kecil jika berada dalam wujud gas. Dengan demikian, jika LPG tersedia bentuk cair maka didalam tabung-tabung logam akan mudah mengalami perubahan tekanan. Untuk memudahkan penggunaan LPG ini sebagai bahan bakar dan dalam rangka mengurangi peristiwa ekspansi panas dari sifat cair tersebut maka dalam standar tabung LPG yang diproduksi dapat memenuhi kapasitas volume full tabung sekitar 80-85% saja. Sesuai peraturan dalam keputusan Direktur Jendral Minyak dan Gas Bumi Nomor: 25K/36/DDJM/1990 bahwa kini LPG terbagi menjadi tiga type yakni LPG campuran, LPG propana, dan LPG butana. PT. Pertamina sebagai perusahaan penyediaan type LPG campuran merupakan jenis produksi tabung LPG yang digunakan bagi masyarakat untuk keperluan rumah tangga dapur, industri & usaha kecil dan bahan bakar transportasi.



Gambar 1. Simbol Segitiga Api

Diketahui bahwa jika berat gas lebih besar dari pada udara disekitarnya maka sangat besar kecenderungannya mengumpul di area yang lebih rendah, dan jika berlanjut menuju tekanan yang masih membesar maka menimbulkan efek ledakan yang besar pula. Hal inilah yang dapat terjadi pada gas LPG. LPG dapat meledak jika memenuhi 3 unsur, yaitu:

- Memiliki sifat hydrocarbon seperti halnya pada sejenis bahan yang mudah terbakar lainnya seperti Bahan Bakar Minyak (BBM) atau Bahan Bakar Gas (BBG).
- Oxygen yaitu udara yang dihirup untuk bernafas.

- Panas, seperti yang dihasilkan oleh korek api, pemantik kembang api, elektrik statis dan sumber panas lainnya.

Ketiga unsur diatas disebut sebagai segitiga api (Gambar 1), dimana jika ketiganya berkumpul dan terjadi reaksi kimia, maka akan terjadi api. Dengan demikian, untuk mengamankan efek terjadinya api yang membesar maka jika salah satu unsur tersebut dihilangkan atau dijauhkan, maka api dapat lebih mudah dipadamkan.

Berikut ini adalah sifat dari LPG antara lain:

- Titik didih sangat rendah
- Tidak berwarna
- Tidak beracun
- Bau menyengat
- Mudah terbakar
- Cairan mudah menguap
- Jika gas memiliki berat lebih dari berat udara maka gas cenderung mencari area terendah
- Didistribusikan dalam tabung logam silinder yang bertekanan.

Butane Fuel Cartridge (BFC) atau tabung gas kaleng adalah gas butane dengan kandungan sama dengan LPG yang dirancang khusus untuk digunakan pada kompor gas portabel dan juga untuk kebutuhan kegiatan outdoor.

B. Mikrokontroler *NodeMCU ESP32*

Mikrokontroler adalah jenis *Integrated Circuit* (IC) yang menggabungkan beberapa komponen penting di dalamnya antara lain *Central Processing Unit* (CPU), *Read Only Memory* (ROM), *Random Access Memory* (RAM), dan *Input/Output* (I/O). Kehadiran CPU memungkinkan mikrokontroler untuk menjalankan program yang telah dimuat ke dalamnya, sehingga mikrokontroler dapat melakukan proses berpikir dan mengambil keputusan berdasarkan instruksi-instruksi dalam program tersebut.

Mikrokontroler pada dasarnya bekerja menyerupai sistem komputerisasi dengan kemampuan dalam pengambilan keputusan. Sistem komputer ini dapat dijalankan melalui instruksi yang sifatnya berulang-ulang bahkan lebih responsive kepada fungsi yang terhubung dengan perangkat luar (eksternal), seperti sistem sensor, perangkat audio, sistem pemancar/penerima GPS, antena, servo motor, robot dan serta perangkat automasi lainnya [6].

Arduino Uno adalah salah satu jenis mikrokontroler yang sangat diminati di dunia elektronika dan proyek DIY. Seperti *NodeMCU*, *Arduino Uno* menggunakan bahasa pemrograman C++ dan menyediakan lingkungan pengembangan yang mudah digunakan yang dikenal sebagai *Arduino IDE*. *NodeMCU* menggunakan bahasa pemrograman Lua atau dapat diprogram dengan *Arduino IDE* menggunakan bahasa pemrograman C++. Modul *ESP32* merupakan salah satu sistem pengembangan kit yang populer digunakan karena memiliki kelengkapan fungsi seperti *General Purpose Input/Output* (GPIO), *Pulse Width Modulation* (PWM), *I2C* (IIC), *1-Wire*, dan *Analog to Digital Converter* (ADC) dalam satu board kita yang mudah dioperasikan. Salah satu model modul *ESP8266* yang terkenal adalah *NodeMCU* yang menyediakan semua fitur ini secara terintegrasi, menjadikannya pilihan yang

populer untuk berbagai proyek elektronik dan IoT. NodeMCU bersifat open source, yang berarti pengguna dapat mengakses *firmware* dan melakukan modifikasi sesuai kebutuhan. NodeMCU telah menjadi salah satu pilihan utama bagi pengembangan proyek IoT, dan kelebihan-kelebihan yang ada [7], seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. NodeMCU ESP32.

C. Bahasa pemrograman

Pemrograman mikrokontroler memerlukan bahasa pemrograman khusus yang dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat keras dengan efisien. Bahasa C yaitu salah satu pilihan yang umum digunakan dalam pemrograman mikrokontroler karena kemampuannya yang kuat dan efisiensi dalam menghasilkan kode. Bahasa ini telah menjadi dasar untuk banyak sistem operasi dan kompilator, termasuk sistem operasi *Unix* dan *Linux* karena memiliki keunggulan yang hampir sebanding dengan bahasa *assembly*, tetapi dengan tingkat abstraksi yang lebih tinggi. Bahasa C telah menjadi pilihan standar dalam pemrograman mikrokontroler dari berbagai produsen, termasuk Arduino, karena keefisienannya dalam mengendalikan perangkat keras mikrokontroler [8].

D. Sensor MQ-6

Sensor MQ-6 merupakan komponen dengan sistem sensorik terhadap bau gas terutama gas khusus LPG, BFC, isobutana, propana, dan *Liquid Natural Gas* (LNG) dalam udara. Sensor MQ-6 salah satu pilihan yang populer untuk aplikasi deteksi gas dan dapat digunakan dalam berbagai proyek keamanan dan otomasi khususnya pula pada perekayasa deteksi gas jika terjadi kebocoran gas dengan volume tertentu. Kemampuan sensor dapat menjangkau mulai dari 100 ppm hingga 10.000 ppm (*part per million*) sehingga sensor ini cenderung fokus pada deteksi gas-gas yang telah disebutkan sebelumnya dan memiliki sedikit reaksi terhadap zat-zat lain yang mungkin ada dalam udara [9].

Sensor MQ-6 terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk tabung keramik mikro berbahan dari Al_2O_3 , lapisan sensitif SnO_2 (*Tin Dioxide*), elektroda pengukur, dan kawat pemanas. Komponen-komponen ini terbungkus dalam lapisan jaring besi dan plastic yang kuat dan aman. Sensor ini bekerja berdasarkan perubahan resistansi kawat pemanas (*heater*) yang terjadi saat molekul gas yang mencapai level tertentu menyentuh pada lapisan sensitif SnO_2 . Ketika gas tersebut berinteraksi dengan lapisan sensitif, resistansi kawat pemanas akan berkurang sesuai

dengan konsentrasi gas tersebut dalam udara. Sebaliknya, jika konsentrasi gas menurun, resistansi kawat pemanas juga turut membesar dan akan berdampak cepat terjadinya penurunan tegangan pada *output* sensor tersebut. Produksi komponen sensor ini bahkan telah dirancang khusus digunakan sebagai pendeteksi gas LPG dan jenis gas lainnya. Ketika konsentrasi gas LPG meningkat, resistansi kawat pemanas berkurang, dan sensor akan menghasilkan tegangan keluaran yang lebih tinggi [10].

E. Internet of Things (IoT)

IoT ini bertujuan sebagai jembatan sistem konektivitas sebuah perangkat mikrokontroler yang tetap aktif melalui sensor jaringannya dengan Internet. Tujuannya adalah untuk mengumpulkan data dan mengelola operasi perangkat secara otomatis, memungkinkan perangkat bekerja sama dan merespon data yang diperoleh tanpa intervensi manusia [11].

Fungsi utama IoT adalah sebagai jembatan komunikasi antara perangkat keras (*hardware*) dengan aplikasi mobile, yang dikelola melalui *database* IoT. Peran IoT tidak hanya terbatas pada pengendalian perangkat dari jarak jauh, tetapi juga mencakup berbagai data, virtualisasi objek fisik menjadi entitas di internet, dan sebagainya. Internet berperan sebagai penghubung otomatis antara berbagai perangkat. Selain itu, ada peran pengguna (*user*) yang bertugas mengatur dan mengawasi operasi perangkat tersebut secara langsung [12].

F. Telegram Bot API

Bot Telegram adalah program komputer yang terhubung ke platform Telegram melalui API dan dapat menjalankan berbagai perintah serta tugas sesuai instruksi pengguna. Bot ini berperan sebagai akun Telegram yang berinteraksi dengan pengguna, dapat digunakan untuk banyak tujuan seperti pencarian informasi, menghubungkan ke layanan, mengirimkan pengingat, memberikan pelajaran, mengintegrasikan dengan aplikasi eksternal, dan lainnya.

Agar dapat berinteraksi dengan bot Telegram, ada dua metode yang dapat digunakan. Pertama, pengguna dapat mengirim pesan berisi perintah kepada bot dengan membuka percakapan dengan bot yang dituju. Pengguna dapat mencari bot yang diperlukan dengan melakukan pencarian di kotak pencarian Telegram. Setelah menemukan bot yang diinginkan, pengguna dapat memulai percakapan dengan menggunakan bot ini, dapat mengirim perintah atau permintaan yang diinginkan. Perintah atau permintaan yang terkirim ini akan diteruskan ke perangkat lunak yang berjalan di server. Selama proses ini, pesan atau perintah yang dikirim akan dikripsi saat berinteraksi dengan API Telegram. Pengguna perlu mengetikkan nama pengguna bot tersebut pada kotak pencarian di aplikasi Telegram [13].

G. Closed Circuit Television (CCTV)

CCTV adalah perangkat kamera video digital yang digunakan untuk mengirimkan sinyal video ke layar monitor. Fungsi utamanya adalah untuk melakukan pemantauan situasi dan kondisi di area tertentu. Saat ini, sistem kamera CCTV digital dapat dioperasikan dan dikendalikan melalui komputer pribadi atau smartphone, memungkinkan pemantauan jarak jauh dari lokasi dimana pun dan kapan pun selama perangkat terhubung ke jaringan internet [14].

III. METODE PENELITIAN

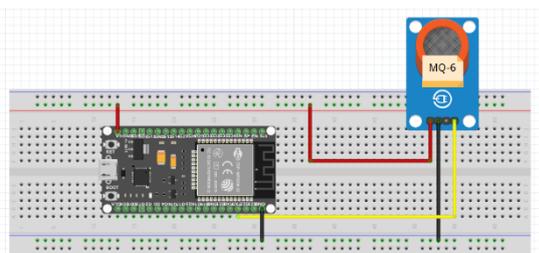
Perancangan dan pengujian alat ini dilakukan melalui mekanisme sebagai berikut.

A. Perancangan Sistem

Perancangan alat ini menggunakan *board* utama NodeMCU dimana semua proses dalam sistem ini akan dikelola NodeMCU ESP32.

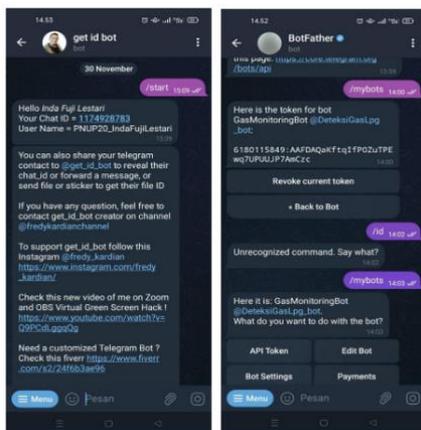
1) Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras (*hardware*) adalah proses perancangan alat yang akan dibuat. Dalam proses ini, komponen yang digunakan harus sesuai dengan karakteristik yang diperlukan untuk alat tersebut. Selain itu, pemilihan komponen juga perlu dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari kesalahan dalam perancangan alat yang akan dibuat. Perancangan *Hardware* control unit seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan *Hardware* control unit.

2) Perancangan perangkat Lunak (*Software*)



Gambar 4. Perancangan *Software* Bot Telegram.

Dalam penelitian ini, perangkat lunak dirancang dengan menggunakan bot Telegram sebagai penerima

notifikasi, dan proses pemrogramannya akan dilakukan dengan Arduino IDE, seperti pada Gambar 4.

3) Flowchart

Adapun rancangan Flowchart untuk sistem pendeteksi alat kebocoran gas LPG menggunakan sensor MQ-6 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart Perangkat Lunak Pendeteksi Kebocoran Gas

Seperti terlihat pada Gambar 5, apabila sensor MQ-6 mendeteksi adanya kebocoran gas, maka notifikasi berupa pesan masuk ke aplikasi telegram, kemudian keadaan rumah dapat dimonitoring lewat CCTV yang sudah terhubung dengan ponsel. Apabila sensor MQ-6 tidak mendeteksi adanya kebocoran gas, tidak ada notifikasi masuk ke aplikasi telegram, namun dapat dimonitoring lewat CCTV.

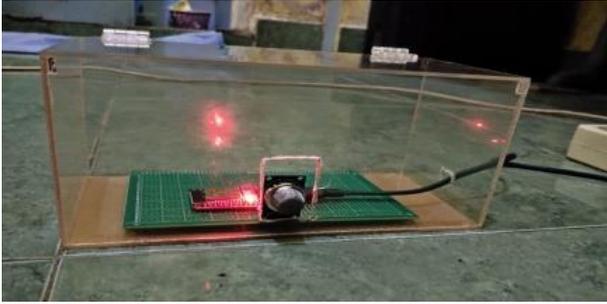
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Alat

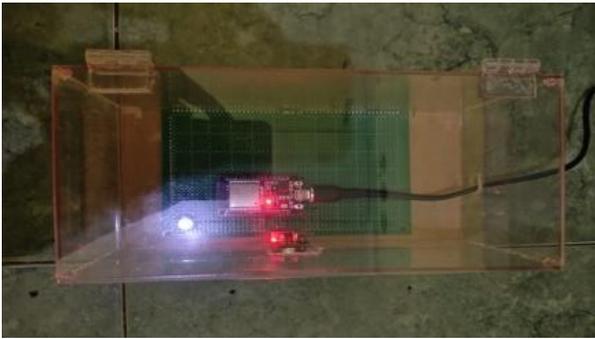
Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan hasil prototype perancangan alat pendeteksi kebocoran tabung gas LPG menggunakan MQ-6.

Adapun perangkat fisik yang telah dirancang terdiri dari NodeMCU ESP32 sebagai pusat pengolahan data dari komponen lainnya untuk menjalankan fungsinya, sensor MQ-6 yang berfungsi mendeteksi kebocoran gas, terutama

gas LPG, di dalam ruangan, dan kabel USB yang digunakan untuk menghubungkan NodeMCU ke laptop atau sumber daya listrik serta sebagai saluran komunikasi.



Gambar 6. Hasil perancangan alat tampak depan.



Gambar 7. Hasil perancangan alat tampak atas.

B. Penjelasan hasil Perancangan

Hasil perancangan Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG menggunakan sensor MQ-6 Berbasis IoT menggunakan telegram bot yang secara otomatis memberikan notifikasi jika terdeteksi adanya kebocoran gas serta CCTV sebagai monitoring keadaan rumah.

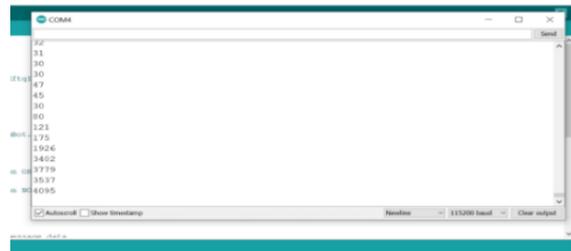
Setelah alat pendeteksi kebocoran gas LPG menggunakan sensor MQ-6 Berbasis IoT menggunakan telegram bot sebagai notifikasi selesai dirakit, selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan alat tersebut.

C. Hasil pengujian Alat

Berikut langkah-langkah uji alat antara tegangan keluaran sensor dengan kondisi ada atau tidaknya kebocoran gas, yakni:

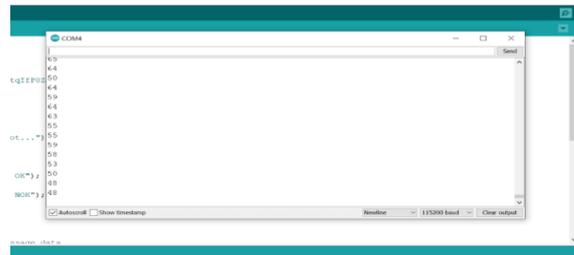
- 1) Menghubungkan sensor MQ-6 ke mikrokontroler ESP32 dan menghubungkannya ke komputer PC atau sumber daya lain melalui kabel USB untuk memonitor dan mengambil data dari sensor.
- 2) Menginstall *sketch* (Program) pada Arduino Uno untuk mengirimkan data kekomputer PC (laptop) dan memantau data tersebut melalui serial monitor di Arduino Uno IDE
- 3) Menyimpan hasil data realtime Arduino Uno ke laptop.

Hasil yang di dapatkan dari *sketch* dapat dilihat pada Gambar 8 Hasil dari sensor MQ-6.



Gambar 8. Nilai output sensor MQ-6 saat tidak terdeteksi kebocoran gas

Apabila tidak ada kebocoran gas, nilai output sensor yang ditampilkan serial monitor Arduino Uno adalah dibawah angka 100. Namun jika gas MQ-6 mendeteksi kebocoran gas atau terjadi kebocoran gas nilai itu akan otomatis meningkat seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Nilai output sensor MQ-6 saat mendeteksi adanya kebocoran gas.

Gambar 9 menunjukkan identifikasi nilai serial monitor Arduino Uno diatas angka 100 seperti pada contoh 121, 175, 1926 dsb. Pada saat angka tersebut muncul, secara otomatis notifikasi masuk ke Telegram.

D. Simulasi Pendeteksi kebocoran Gas BFC/LPG

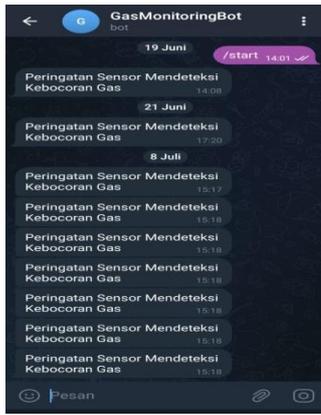
Berikut adalah langkah-langkah uji coba dan simulasi kebocoran gas BFC/LPG:

- 1) Menyemprot tabung gas BFC/LPG ke sensor, seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Cara simulasi kebocoran gas BFC/LPG.

- 2) Menunggu respon sensor mendeteksi adanya kebocoran gas.
- 3) Ketika sensor mendekati adanya kebocoran gas, notifikasi peringatan sensor kebocoran gas masuk ke telegram seperti pada Gambar 11.



Gambar 11 Notifikasi Telegram.

- 4) Setelah adanya notifikasi kebocoran gas masuk ke telegram, maka langkah selanjutnya membuka aplikasi V380 Pro pada ponsel yang sudah terconnect dengan CCTV untuk memonitoring keadaan dapur seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengujian CCTV.

E. Pengujian Alat Deteksi Gas BFC/LPG

Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian alat deteksi. Berdasarkan pada Tabel 1 dapat dijelaskan sensitivitas sensor MQ-6 terhadap gas tertentu dapat berubah tergantung pada berbagai faktor, termasuk jarak antara sensor dan sumber gas, serta kondisi lingkungan sekitarnya.

Tabel 1. Pengujian Alat Deteksi Gas BFC/LPG

No	Jarak sumber gas	Data 1 (Detik)	Data 2 (Detik)	Data 3 (Detik)	Data 4 (Detik)	Data 5 (Detik)	Rata-rata waktu respon
1	10 Cm	4.85	7.57	11.96	8.30	10.34	8,60
2	20 Cm	6.81	9.80	13.24	15.75	8.21	10,76
3	30 Cm	8.85	10.55	14.59	12.87	13.23	12,18

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dengan memanfaatkan *board* mikrokontroler Arduino Uno, sensor MQ-6, dan pengembangan *sketch* (program) yang sesuai, telah berhasil dibuat sebuah alat deteksi kebocoran gas LPG. Alat ini mampu mendeteksi kebocoran gas LPG dengan efektif dan memberikan hasil

yang dapat diandalkan untuk tujuan keamanan dan pemantauan lingkungan. Selain itu, dengan integrasi aplikasi Telegram, dapat menerima notifikasi melalui ponsel ketika adanya deteksi kebocoran gas, dan CCTV digunakan untuk memantau keadaan dapur secara visual.

REFERENSI

- [1] Assidiq, Muhammad., Ilham, Muh., Idhan Zadly. (2021). Pendeteksi Gas Bocor di Ruang Tertutup Menggunakan Arduino. *Peguruang: Conference Series*. 3(April), 1–6.
- [2] Rangga, Muhammad Elvin. (2020). Perlindungan Konsumen Pada Standarisasi Nasional Produk Selang Kompor Gas LPG (Liquified Petroleum Gas). *Program Studi Ilmu Hukum., Fakultas Hukum Universitas Negeri Semarang*.
- [3] Siswanto & Mahaputra. (2010), *78 Kasus Ledakan Tabung Gas Terjadi*. Tersedia dalam: <http://metro.vivanews.com/news/read/163235-2010-ini--78-kasus-ledakan-tabung-gas-terjadi>.
- [4] Wahdah, Fakhruzzahid dan soewito, & Benfano. (2017). *Jurnal Resti*. Resti, 1(1), 19–25.
- [5] Fadul, Fabiana Meijon. (2019). Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Via Internet of Things. 6–17.
- [6] Prayugo, Angga Aditya. (2019). Rancangan Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Mobile. *Skripsi. Pekanbaru: Universitas Islam Riau*.
- [7] Tulle, Dendi Novian Christian. (2017). Monitoring Volume Cairan Dalam Tabung (Drum Silinder) dengan Sensor Ultrasonik Berbasis WEB. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 3–9.
- [8] Hutajulu, Fransisca. S. (2020). UNIVERSITAS SUMATERA UTARA Poliklinik UNIVERSITAS SUMATERA UTARA. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 1(3), 82–91.
- [9] Rozi, Fakhrol. (2017). Alat Deteksi dan Kontrol Kebocoran Gas LPG Berbasis Mikrokontroler. *Laporan Tugas Akhir. Padang: Politeknik Negeri Padang*.
- [10] Lubis, Afriansyah Handayani (2016). Desain Alat Deteksi Kebocoran Gas LPG (Butana) Berbasis ATmega328 dengan Monitoring Android. *Laporan Tugas Akhir. Medan: Universitas Sumatera Utara*.
- [11] Efendi, Yoyon., (2018). Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(2), 21–27. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i2.41>
- [12] Mukhsin, Haviz., & Yulianti, B. (2021). Remote Control Berbasis Internet of Things (IoT). *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi Dan Inovasi Indonesia (SENASTINDO)*, 3 (November), 157–168. <https://doi.org/10.54706/senastindo.v3.2021.135>
- [13] Saputri, Ariski. (2019). Pengertian, Fungsi dan Cara Menggunakan Bot Telegram. Retrieved from <https://bukugue.com/apa-itu-bot-telegram/>
- [14] Amin, Ahmadil. (2018). Monitoring Kamera Cctv Melalui Pc Dan Smartphone. *Jurnal EEICT*, 1(2), 11–20. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/eeict>.