

Sistem Keamanan Pendeteksi Kebocoran Gas LPG dengan Metode *Fuzzy* Berbasis *Internet of Things* Via Telegram

Jorke Alkawiyyu
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
if16.jorkealkawiyyu@mhs.ubpkarawang.ac.id

Sutan Faisal
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
sutan.faisal@ubpkarawang.ac.id

Santi Arum Puspita Lestari
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
santi.arum@ubpkarawang.ac.id

Abstrak— Gas LPG mempunyai peran penting bagi kehidupan manusia saat ini. Selain harganya murah penggunaannya juga lebih mudah. Namun penggunaan gas LPG memiliki resiko yang cukup besar yaitu ledakan dan kebakaran apabila terjadi kebocoran yang tidak diketahui. Pencegahan pada resiko tersebut dapat diminimalisir apabila adanya suatu sistem peringatan atau pemberitahuan. Salah satu solusi dari masalah diatas dibuatlah alat pendeteksi kebocoran dengan sensor MQ-6 yang terintegrasi dengan NodeMCU berbasis *Internet of Things* dan menggunakan Telegram untuk mendapatkan informasi kebocoran tersebut. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, sensor MQ-6 dapat membaca kadar konsentrasi gas dengan selisih rata – rata *error* sebesar 0.525 ppm. Nilai yang didapat di proses oleh *fuzzy logic* untuk menentukan adanya kebocoran gas, serta mengaktifkan komponen *Buzzer*, Kipas, *Relay* saat kebocoran dan Telegram mendapatkan informasi kebocoran tersebut.

Kata Kunci— Fuzzy Logic, Gas LPG, MQ-6, NodeMCU, Telegram

I. PENDAHULUAN

Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan gas hasil dari kilang minyak dan gas yang terdiri dari campuran senyawa propana dan butana. Semenjak dilakukannya program konversi minyak tanah ke LPG oleh Pemerintah, saat ini penggunaan LPG dalam kehidupan manusia untuk keperluan dapur semakin meluas. Namun dalam penggunaan LPG mempunyai resiko yang cukup besar yaitu ledakan dan kebakaran. Saat terjadi kebocoran gas LPG yang tidak diketahui, gas akan memasuki ruangan terbuka dengan tekanan yang rendah dan gas cair akan berubah menjadi gas yang bisa memuai dan berubah volume menjadi lebih besar dan apabila terpicu oleh percikan api atau melakukan kontak listrik dapat menyebabkan terjadinya ledakan ataupun kebakaran [1]. Menurut data Pusat Studi Kebijakan Publik (PUSKEPI) telah terjadi 189 kasus ledakan dari tahun 2008 – 2010 dan selalu terjadi kasus ledakan pada tiap tahunnya [2]. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan sistem keamanan pendeteksi kebocoran gas yang akan dijadikan sistem pengamanan atau peringatan dini saat terjadi kebocoran gas.

Pemanfaatan teknologi untuk mendeteksi kebocoran gas LPG telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Penelitian yang dilakukan Putra *et al* [3] menyatakan penggunaan sensor MQ-6 sebagai alat pendeteksi kebocoran gas sensor dapat mendeteksi dengan baik. Selain itu pada penelitian Rifa'i [4] menyatakan sebuah sistem yang dihubungkan dengan Mikrokontroler ESP8226, sistem dapat mengirim data ke sebuah server sehingga data yang diperoleh dapat diakses dari manapun.

Oleh karena itu salah satu solusi dari masalah diatas adalah dibuat alat yang dapat memberikan informasi ke pengguna saat terjadi kebocoran sehingga diharapkan dengan adanya informasi ke pengguna dapat dicegah lebih dini. Pada penelitian ini, dirancang alat untuk mendeteksi kebocoran gas LPG dengan menggunakan sensor MQ-6 yang terhubung dengan Mikrokontroler ESP8226 berbasis *Internet Of Things* dengan metode *fuzzy*. Sistem ini akan mendeteksi konsentrasi kadar gas dalam ruang dengan proses *fuzzy* untuk menentukan kondisi aman atau bocor dan akan mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm, kipas untuk menetralkan udara dan menonaktifkan saklar lampu jika terjadi kebocoran dan informasi kebocoran dikirim ke telegram.

II. DATA DAN METODE

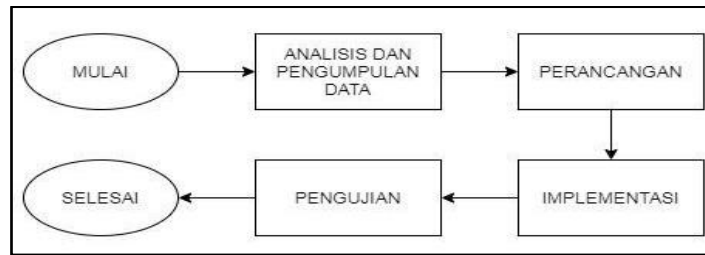
A. Bahan dan Peralatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan data konsentrasi kadar gas sebagai data masukan, dalam penelitian ini digunakan korek api gas untuk melakukan pengujian pada alat yang dibuat. Korek api gas adalah korek api yang terdiri dari cairan naphtha atau butana [5]. Kebutuhan pada penelitian dibutuhkan alat berupa perangkat keras dan perangkat lunak sebagai berikut :

- 1) Perangkat Keras
 - a) Sensor MQ-6
 - b) *Buzzer*
 - c) NodeMCU V3 ESP8266
 - d) *Relay 2 channel*
 - e) Kipas DC
 - f) *Liquid Crystal Diagram* (LCD) i2c
 - g) *Light Emitting Diode* (LED)
 - h) Sakelar lampu
- 2) Perangkat Lunak
 - a) Arduino IDE versi 1.8.12
 - b) Telegram

B. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari serangkaian kegiatan yang terstruktur untuk mencapai tujuan. Prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

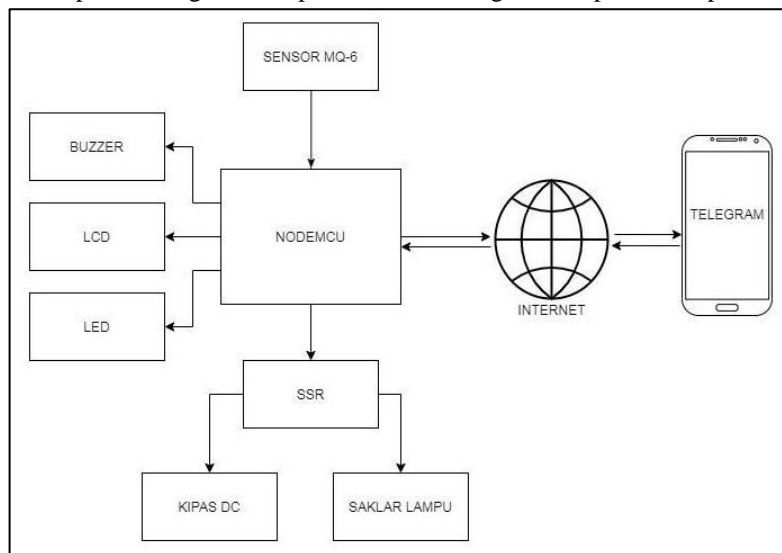


Gambar 1 Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai dengan analisis dan pengumpulan data yang diperoleh dari hasil informasi yang berkenaan dengan data konsentrasi kebocoran gas. Tahap selanjutnya melakukan perancangan alat dan perancangan sistem sesuai kebutuhan. Tahap selanjutnya melakukan implementasi untuk mengetahui perencanaan dan perancangan sesuai dengan yang diharapkan. Langkah selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui hasil alat dan sistem dapat berjalan dengan baik dan sesuai tujuan atau tidak.

C. Perancangan Perangkat Keras

Rangkaian perangkat keras terdiri dari 3 bagian yaitu blok masukan dengan tanda panah ke dalam, blok keluaran dengan tanda panah keluar dan blok proses dengan tanda panah 2 arah. Rangkaian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Skema Rangkaian Perangkat Keras

Blok masukan terdiri dari sensor MQ-6 yang berfungsi membaca kadar konsentrasi gas. Blok keluaran terdiri dari *buzzer* yang berfungsi sebagai tanda peringatan dengan mengeluarkan bunyi suara, LCD yang berfungsi untuk menampilkan data kadar konsentrasi gas, LED yang berfungsi untuk mengetahui kondisi dengan memancarkan warna cahaya, *Relay* berfungsi untuk memutus aliran listrik pada sakelar lampu, dan kipas dc berfungsi untuk membuang udara di dalam ruang ke luar atau sebagai penetralisir udara dalam ruang saat terjadi kebocoran. Blok proses yang terdiri dari NodeMCU berfungsi untuk memproses data yang didapat dari blok masukan dengan proses *fuzzy logic*, memerintah blok keluaran untuk memberikan reaksi sesuai fungsinya masing-masing dan mengirimkan informasi ke telegram melalui jaringan internet.

D. Metode

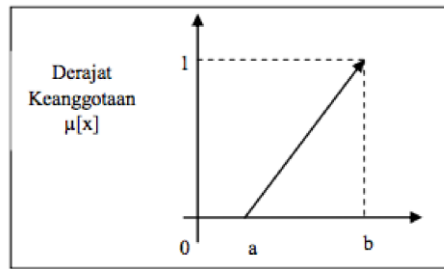
Fuzzy Logic atau logika *fuzzy* merupakan suatu metode berbasis aturan yang dipakai untuk pengambilan keputusan dengan menyelesaikan kekaburan masalah pada sistem yang ambiguitas atau sulit dimodelkan [6]. *Fuzzy logic* adalah suatu logika yang mempunyai nilai benar dan salah. Dalam teori logika *fuzzy* nilai benar atau salah ditentukan dan dipengaruhi dengan bobot keanggotaan. Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva dengan rentang nilai 0 sampai 1 untuk menyatakan titik input kedalam derajat keanggotaan [7]. Ada beberapa fungsi keanggotaan *fuzzy*, yaitu :

1) Representasi Linear

Representasi linear adalah derajat keanggotaan yang pemetaan inputnya digambarkan dengan suatu garis lurus. Terdapat 2 macam representasi linear :

a) Representasi Linear Naik

Representasi linear naik himpunan dimulai pada derajat keanggotaan nol mengarah kekanan ke derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Representasi linear naik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Representasi Linear Naik

Fungsi Keanggotaan dari Gambar 3 ditunjukkan pada Persamaan 1.

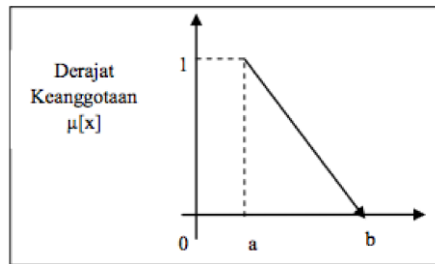
$$\mu[x] = \begin{cases} 0, & x < a \\ (x - a) / (b - a), & a \leq x \leq b \\ 1, & x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

Keterangan :

- a. a merupakan nilai derajat keanggotaan nol.
- b. b merupakan nilai derajat keanggotaan satu.
- c. x merupakan nilai input yang dirubah kedalam bilangan *fuzzy*.

b) Representasi Linear Turun

Representasi linear turun himpunan dimulai pada derajat keanggotaan tertinggi mengarah kekanan ke derajat keanggotaan yang lebih rendah. Representasi linear naik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Representasi Linear Turun

Fungsi Keanggotaan dari Gambar 4 ditunjukkan pada Persamaan 2.

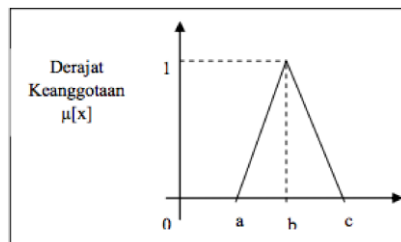
$$\mu[x] = \begin{cases} (b - x) / (b - a), & a \leq x \leq b \\ 0, & x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

Keterangan :

- a. a merupakan nilai derajat keanggotaan satu.
- b. b merupakan nilai derajat keanggotaan nol.
- c. x merupakan nilai *input* yang dirubah kedalam bilangan *fuzzy*.

2) Representasi Kurva Segitiga

Representasi kurva segitiga merupakan pergabungan antara 2 garis linear naik dan turun yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Representasi Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan dari Gambar 5 ditunjukkan pada Persamaan 3.

$$\mu[x] = \begin{cases} 0, & x < a \\ (x - a) / (h - a), & a \leq x \leq h \\ (c - x) / (c - h), & h \leq x \leq c \\ 0, & x \geq c \end{cases} \quad (3)$$

Keterangan :

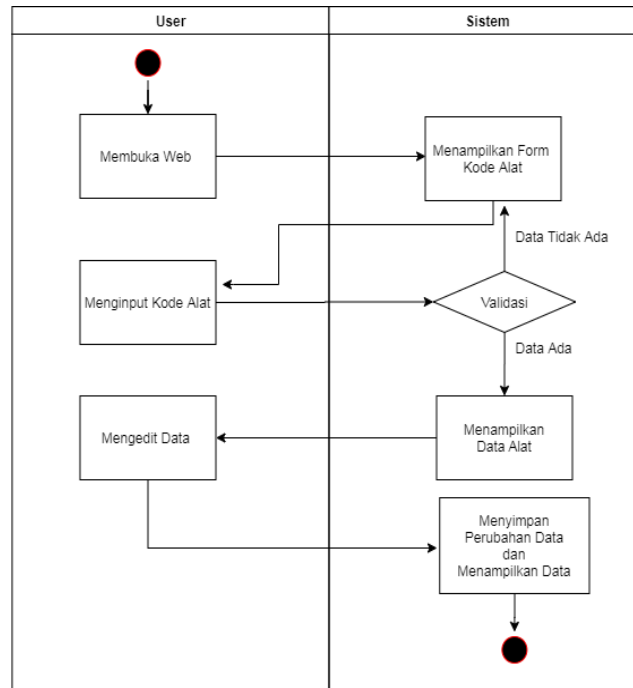
- a. a merupakan nilai terkecil derajat keanggotaan nol.
- b. b merupakan nilai derajat keanggotaan satu.
- c. c merupakan nilai terbesar derajat keanggotaan nol.

E. Telegram

Telegram merupakan aplikasi *chatting* berbasis *cloud* dan bersifat ringan, cepat, dan gratis. Aplikasi telegram mempunyai sistem bot atau biasa disebut telegram bot yang dapat digunakan untuk komunikasi dengan perangkat mikrokontroler. Telegram bot merupakan sebuah bot yang dapat diprogram dengan berbagai perintah untuk menjalankan instruksi yang diberikan. Telegram bot juga dapat memberikan sebuah layanan berupa peringatan atau pemberitahuan [8].

F. Diagram Alir Perancangan Sistem

Pada bagian ini dilakukan proses pengaturan telegram bot untuk mendapatkan informasi pada alat. *User* membuka web lalu memasukan kode alat. Jika terdapat kode alat pada sistem, sistem akan menampilkan data token telegram bot dan id bot yang tersambung dengan kode alat tersebut. Activity diagram pengaturan telegram bot dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Activity Diagram Pengaturan Telegram Bot

Pada Gambar 7 menjelaskan tahapan sistem yang akan berjalan, tahapan dijelaskan sebagai berikut :

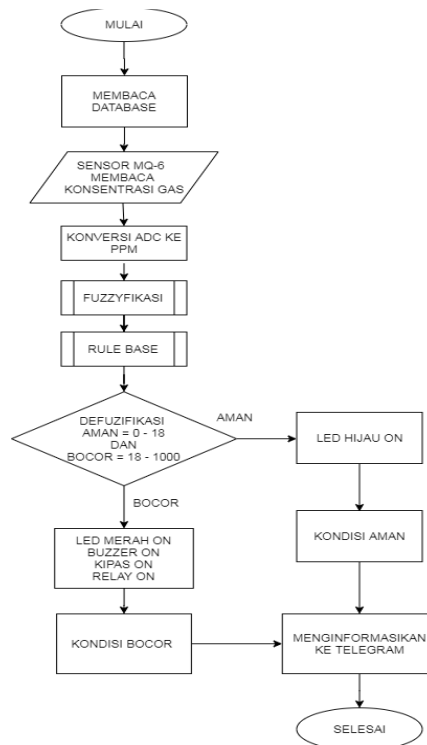
1. Sistem dimulai dengan menghubungkan alat ke jaringan internet.
2. Membaca database dilakukan untuk mendapatkan data telegram bot yang terhubung.
3. Sensor MQ-6 membaca konsentrasi gas yang terdeteksi dalam ruang data yang terdeteksi masih berupa data analog.
4. Konversi *Analog to Digital Converter (ADC)* ke *Part Per Million (PPM)* digunakan untuk merubah sinyal analog ke bentuk digital. NodeMCU memiliki ADC 10-bit dengan satu saluran ADC yaitu pada pin A0, rentang *output* yang dihasilkan adalah $2^{10}=1024$ dan untuk menentukan hasil konversi ADC ke satuan ppm diperlukan rumus seperti Persamaan 4,5 dan 6 [9].

$$Konversi\ ADC = \frac{Tegangan\ Input}{Tegangan\ Referensi} \times 1024 \tag{4}$$

$$X = \frac{Range}{Total\ Bit} \tag{5}$$

$$ppm = X * Konversi\ ADC \tag{6}$$

5. Fuzzifikasi memproses *input* data yang didapat oleh sensor dan merubah nilai kedalam fungsi keanggotaan.
6. Tahap *Rule Base* membuat suatu aturan yang dapat terjadi dari adanya kondisi tersebut.
7. Tahap Defuzifikasi akan dilakukan seleksi nilai *fuzzy* yang menghasilkan *output* Aman atau Bocor dengan mengaktifkan komponen sesuai kondisi tersebut dan mengirim informasi ke telegram.



Gambar 7 Diagram Alir Perancangan Sistem

G. Pengujian

Pengujian dilakukan menjadi 2 yaitu pengujian sensor dan alat. Dalam pengujian sensor hasil konversi ADC ke PPM akan dibandingkan dengan perhitungan manual untuk mendapatkan nilai perbandingan selisih dan selisih rata-rata error pada sensor. Persamaan 7 dan 8 digunakan untuk mendapatkan selisih dan rata-rata error.

$$selisih = \sqrt{(Hasil Perhitungan Manual - Hasil Nilai Sensor)^2} \tag{7}$$

$$selisih\ rata - rata\ error = \frac{Jumlah\ Selisih}{Jumlah\ data\ pengujian} \tag{8}$$

Langkah selanjutnya dilakukan pengujian dengan memberikan senyawa butana yang terdapat pada korek api gas ke alat untuk mengetahui hasil rancangan alat yang telah dibuat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Data yang dipakai pada penelitian ini bersumber dari sensor pada alat dengan mengambil data kadar konsentrasi gas. Penelitian ini menggunakan batasan kadar konsentrasi gas 0 – 1000 ppm. Dengan batasan Aman 0% – 1.8% (0 – 18 ppm) dan Bocor 1.8% – 100% (18 – 1000 ppm) [10]. Konsentrasi kebocoran gas LPG dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Tabel Konsentrasi Kobocoran Gas LPG

Konsentrasi Gas (ppm)	Kondisi
0 – 18	Aman
18 – 1000	Bocor

a.

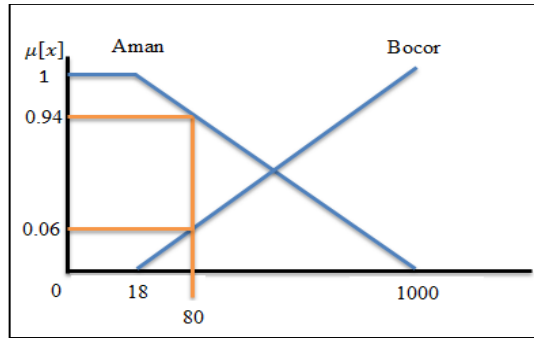
B. Fuzzy Logic

1) Fuzzifikasi

Tahapan yang pertama yaitu fuzzifikasi dimana pada bagian ini sensor ditentukan sebagai variabel input. Variabel linguistik dari sensor yaitu Aman, dan Bocor. Keanggotaan aman akan di anggap aman saat nilai keanggotaan (μ) = 1 atau saat kondisi ≤ 18 . Nilai keanggotaan 18 – 1000 akan ditentukan dengan Persamaan 9 dan 10. Keanggotaan variabel sensor dapat dilihat pada Gambar 8.

$$Aman \{1, (1000 - x)/(1000 - 18) \quad 0, x \leq 18 \quad 18 \leq x \leq 1000 \quad x \geq 1000 \tag{9}$$

$$\text{Bocor } \{0, (x - 18)/(1000 - 18) \mid 18 \leq x \leq 1000 \mid x \geq 1000\} \quad (10)$$



Gambar 8 Keanggotaan Variabel Sensor

2) Rule Base

Langkah selanjutnya yaitu rule base dimana pada bagian ini dibuat beberapa rule sebagai berikut :

- a) [R1] IF $0 \leq x \leq 18$ THEN Aman
- b) [R1] IF $18 \leq x \leq 1000$ THEN Bocor

3) Defuzzifikasi

Tahap terakhir yaitu defuzzifikasi dimana untuk mengetahui hasil output digunakan rumus weight average seperti persamaan 11 dan 12. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.

$$z = \frac{(Aman \times 18) + (Bocor \times 1000)}{(Aman + Bocor)} \quad (11)$$

$$z = \frac{((0.94 \times 18) + (0.06 \times 1000))}{(0.94 + 0.06)} = 80 \quad (12)$$

Tabel 2 Tabel Hasil Fuzzy Logic

Kebocoran Gas	Kondisi	
	Aman	Bocor
80	0.94	0.06

Nilai persentase keanggotaan didapatkan dengan persamaan 13 dan 14.

$$\text{Persentase Aman} = 0.94 \times 100\% = 94\% \quad (13)$$

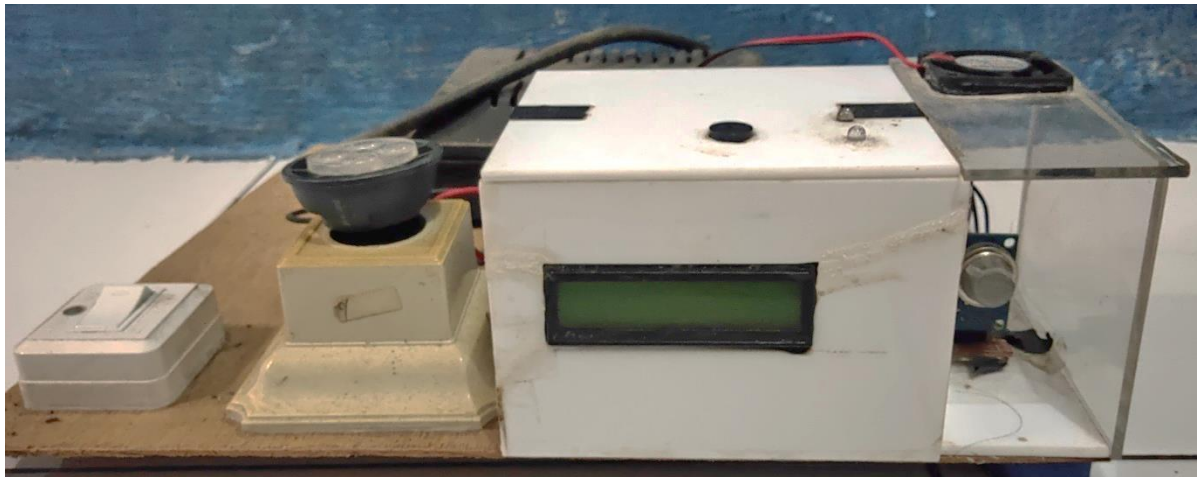
$$\text{Persentase Bocor} = 0.06 \times 100\% = 6\% \quad (14)$$

Jadi dapat disimpulkan jika konsentrasi gas 80 ppm memiliki persentase kondisi Aman 94% dan Bocor 6%.

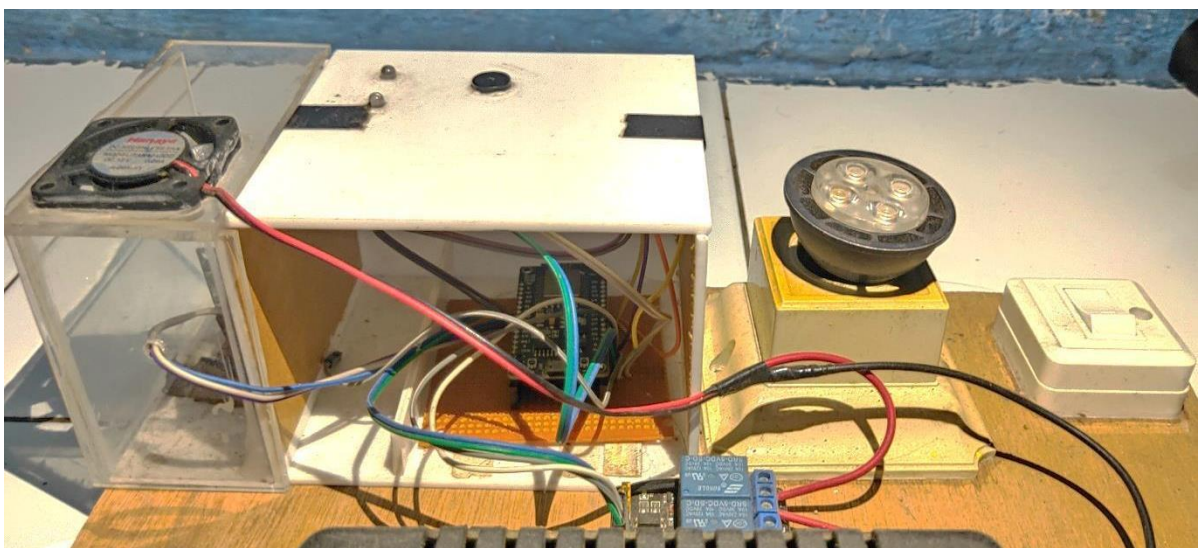
C. Hasil Perancangan

1) Perancangan Alat

Hasil perancangan alat terdiri dari blok masukan, blok keluaran, dan blok proses yang saling terintegrasi. Sensor MQ-6 sebagai blok masukan akan mengirim data konsentrasi kadar gas ke komponen blok proses yaitu NodeMCU. NodeMCU atau bagian blok proses akan memproses data dengan fuzzy logic untuk menentukan suatu kondisi dan memberikan perintah ke komponen blok keluaran. Komponen blok keluaran mempunyai reaksi sesuai fungsinya masing – masing dimana LCD akan menampilkan data, buzzer akan mengeluarkan suara, kipas akan menetralkan udara, dan relay akan menonaktifkan sakelar lampu. Hasil perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 9.



(a)

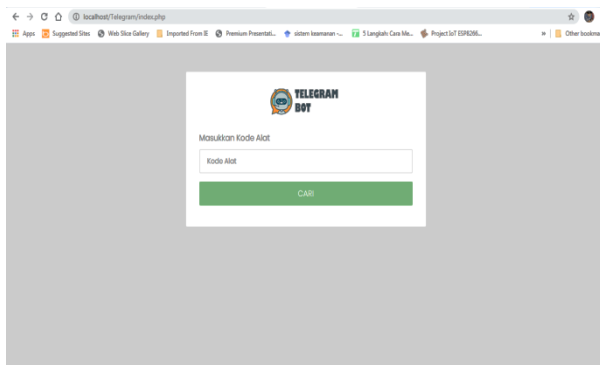


(b)

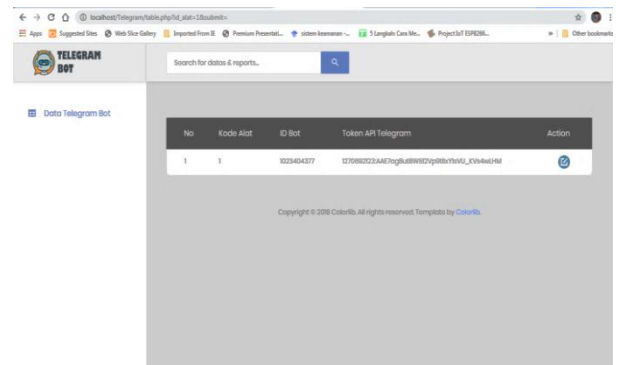
Gambar 9 (a) Rangkaian terlihat dari depan, (b) Rangkaian terlihat dari belakang

2) Perancangan Antarmuka

Perancangan tampilan antarmuka pada sistem pengaturan telegram bot digunakan untuk mengatur telegram bot yang terhubung dengan alat. *User* hanya perlu memasukan kode alat ke *website* tersebut, setelah memasukan kode alat sistem akan memvalidasi dan menampilkan tampilan data token telegram bot yang terhubung pada alat. Hasil tampilan antarmuka *website* dapat dilihat pada Gambar 10.



(a)



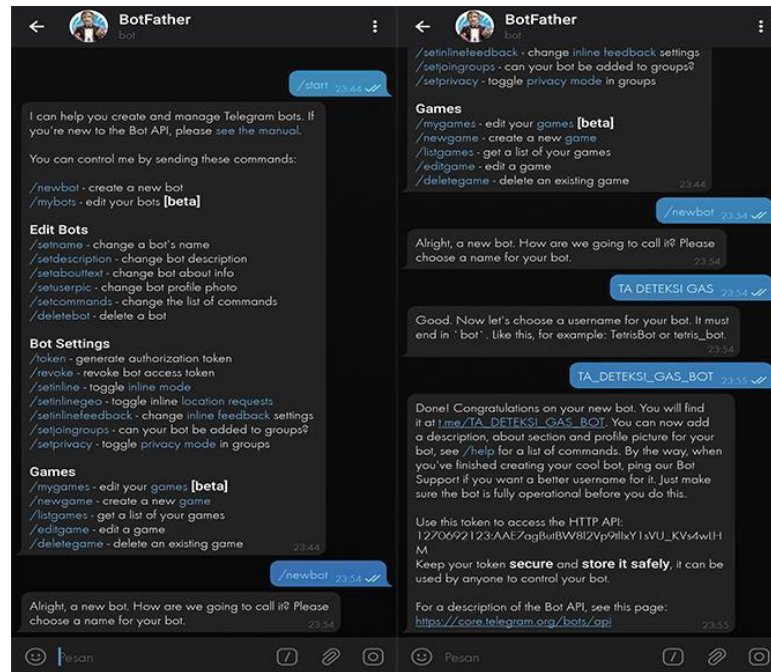
(b)

Gambar 10 (a) Tampilan input kode alat, (b) Tampilan data token telegram bot

D. Implementasi

1) Telegram Bot

Pada tahapan ini merupakan cara untuk membuat telegram bot dengan membuka aplikasi telegram dan cari *BotFather* pilih */start* lalu pilih */newbot*, kemudian beri nama bot dan *username* setelah berhasil akan mendapat token HTTP API untuk dihubungkan dengan menginputkannya ke *website*. Pembuatan Telegram bot dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Pembuatan Telegram Bot

2) Konversi ADC ke PPM

NodeMCU memiliki ADC 10-bit jadi rentang *output* yang dihasilkan adalah $2^{10} = 1024$. Batasan nilai yang digunakan yaitu 0 – 1000 ppm untuk *range* pengukurannya dan menggunakan tegangan referensi sebesar 5V. Jadi nilai 1000 ppm akan didapat apabila *input* ADC bernilai 5V. Sehingga kenaikan X/ppm per 1 bitnya ditunjukkan pada Persamaan 15.

$$X = \frac{1000-0}{1024} = 0.9765625 \tag{15}$$

Jadi untuk menghitung konversi ke satuan ppm ditunjukkan pada Persamaan 16.

$$\text{ppm} = 0.9765625 \times \text{Konversi ADC} \tag{16}$$

E. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap pengujian sensor dan pengujian alat.

1) Pengujian Sensor

Pengujian sensor dilakukan sebanyak 10 kali untuk mengetahui hasil perhitungan konversi ADC ke PPM pada sensor MQ-6. Hasil pengujian sensor dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Tabel Pengujian Sensor

No	Tegangan Sensor Terukur (Volt)	Konsentrasi Hasil Perhitungan (ppm)	Konsentrasi Tertampil pada LCD (ppm)	selisih
1	0.04	8	8.79	0.79
2	0.27	54	54.69	0.69
3	1.16	232	232.42	0.42
4	0.83	166	165.04	0.96
5	0.01	2	1.95	0.05
6	3.06	612	612.30	0.30
7	5.00	1000	1000	0
8	0.77	154	153.32	0.68

9	0.03	6	6.84	0.84
10	2.18	436	436.52	0.52

Dari Tabel 3 di dapat nilai jumlah selisih yaitu 5.25 ppm dengan selisih terkecil yaitu 0 ppm dan nilai selisih terbesar yaitu 0.96 ppm. Untuk selisih rata – rata *error* pada 10 kali pengujian dihitung dengan memasukan nilai pada persamaan 8 dan didapat nilai sebagai berikut.

$$\text{Selisih Rata – rata Error} = \frac{5.25}{10} = 0.525 \text{ ppm}$$

2) Pengujian alat

Pengujian alat dilakukan sebanyak 10 kali dengan memberikan senyawa butana pada korek api gas, berikut hasil dari pengujian alat dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Tabel Pengujian Pada Alat

No	Konsentrasi gas (ppm)	Kondisi	LED Merah/Hijau	Buzzer	Kipas	Sakelar Lampu	Telegram
1	9.77 ppm	Aman 100%	Hijau	Off	Off	Aktif	Terkirim
2	29.30 ppm	Bocor 1%	Merah	On	On	Tidak Aktif	Terkirim
3	96.68 ppm	Bocor 8%	Merah	On	On	Tidak Aktif	Terkirim
4	6.84 ppm	Aman 100%	Hijau	Off	Off	Aktif	Terkirim
5	292.97 ppm	Bocor 28%	Merah	On	On	Tidak Aktif	Terkirim
6	341.80 ppm	Bocor 32%	Merah	On	On	Tidak Aktif	Terkirim
7	581.05 ppm	Bocor 57%	Merah	On	On	Tidak Aktif	Terkirim
8	4.88 ppm	Aman 100%	Hijau	Off	Off	Aktif	Terkirim
9	722.66 ppm	Bocor 71%	Merah	On	On	Tidak Aktif	Terkirim
10	965.82 ppm	Bocor 96%	Merah	On	On	Tidak Aktif	Terkirim

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan alat yang dibuat dan diproses dengan *fuzzy logic* dapat menentukan persentase kondisi kebocoran tersebut berdasarkan nilai gas yang didapat. Sensor MQ-6 yang digunakan mempunyai selisih rata – rata *error* sebesar 0.525 ppm dengan selisih terkecil 0 ppm dan selisih terbesar 0.96 ppm. Alat berhasil mengirim informasi ke Telegram saat terjadi perubahan kondisi yang terdeteksi, Telegram dapat menerima informasi berdasarkan Token HTTP API dan Id Bot yang telah didapat dan dituliskan pada *website*. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah alat dapat dikembangkan kembali agar bisa saling berkomunikasi dengan Telegram. Pada perangkat keras dapat ditambahkan sensor – sensor lainnya agar berfungsi lebih baik.

3) PENGAKUAN

Naskah ilmiah ini adalah sebagian dari penelitian Tugas Akhir milik Jorke Alkawiyu dengan judul Sistem Keamanan Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Dengan Metode *Fuzzy* Berbasis *Internet Of Things* Via Telegram yang dibimbing oleh Sutan Faisal dan Santi Arum Puspita Lestari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Barovich, R. Ardianto, S. I. Siregar, and S. Pratama, "Penerapan Teknologi Pendeteksi Kebocoran Liquefied Petroleum Gas Berperingatan Alarm dan SMS," *J. Ilm. SISFOTENIKAJ*, vol. 6, no. 1, pp. 91–101, 2010.
- [2] Y. Ramadhona, "Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Liquefied Petroleum Gas (LPG) Berbasis *Internet of Things* (IoT)," pp. 246–251, 2019.
- [3] 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," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 1, p. 1, 2017.
- [4] A. Faqih Rifa'i, "Sistem Pendeteksi Dan Monitoring Kebocoran Gas (*Liquefied Petroleum Gas*) Berbasis *Internet of Things*," *Tek. Inform. UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Jalan Marsda Adisucipto Yogyakarta*, vol. 1, no. 1, pp. 5–13, 2016.
- [5] I. Hidayat, "Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Menggunakan Sensor MQ-6 Berbasis Jaringan Sensor *Wireless*," *Techno.Com*, vol. 17, no. 4, pp. 355–364, 2018.
- [6] K. A. Nugroho, A. R. Juwita, and A. R. Pratama, "Penentuan Kecerdasan Menggunakan Metode *Forward Chaining - Fuzzy Logic*," *Media Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 28–37, 2015.

- [7] S. Syahnandar, R. Hidayatullah, N. Rubiati, and R. Kurniawan, "Implementasi *Fuzzy Logic* Penentuan Kelayakan Karyawan Mendapat *Reward* Ditoko Roti Menggunakan Metode Tsukamoto," *INFORMATIKA*, vol. 10, no. 2, p. 56, 2019.
- [8] I. M. A. Suyadnya, I. G. Agung, and P. Raka, "Sistem Monitoring Penetasan Telur Penyu Menggunakan Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan Protokol MQTT dengan Notifikasi Berbasis Telegram Messenger," vol. 2, no. 2, pp. 80–89, 2018.
- [9] R. Susana, D. Natalia, and U. Atiah, "Sistem Monitoring Pendeteksi Kebocoran LPG berbasis Mikrokontroler ATmega16 menggunakan RF APC220," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 3, no. 2, p. 191, 2015.
- [10] Mawuntu Johanis, "Liquefied Petroleum Gas (LPG)," 2015. [Online]. Available: <https://www.kompasiana.com/johanis123/550010708133110717fa70b1/e-l-p-i-j-i-l-p-g-liquefied-petroleum-gas>.