

DETEKSI KEBOCORAN LPG BERBASIS IOT MENGGUNAKAN METODE FUZZY

Arip Kristiyanto^{1,*}, Ahmad Fikri Zulfikar²

¹ Program Studi Sistem Informasi Universitas Sutomo
Jl. Raya Serang Jakarta Km 5 No.6, Kalodran, Kec. Walantaka, Serang, Banten 42183
²Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspitek, Serpong, Tangerang Selatan

*E-mail: dosen10027@unpam.ac.id

ABSTRAK

DETEKSI KEBOCORAN LPG BERBASIS IOT MENGGUNAKAN METODE FUZZY. Penggunaan teknologi untuk mendeteksi dini sebuah bahaya atau bencana saat ini semakin dikembangkan, salah satunya menerapkan teknologi IoT (*Internet of Things*) dalam berbagai bidang. LPG (*Liquid Petroleum Gas*) bahan bakar gas sebagai alternatif bahan bakar gas lainnya menghasilkan emisi polusi lebih sedikit dibandingkan dengan bahan bakar minyak. Tetapi disisi lain LPG dapat membahayakan jika tidak digunakan secara hati-hati, dapat menimbulkan ledakan apabila terjadi kebocoran dan tidak terdeteksi adanya kebocoran. Berdasarkan permasalahan, perlu adanya sistem yang dapat mendeteksi kebocoran gas dan mampu memberikan informasi secara *realtime*. Pada penelitian ini menggunakan 2 sensor yaitu sensor suhu DS18B20 dan sensor modul gas MQ-6 yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino uno dan Ethernet Shield, fuzzy Tsukamoto untuk klasifikasi kondisi kebocoran gas. Output sistem berupa lampu LED, *buzzer*, LCD dan *Interface* cayenne. Pencegahan dini pada sistem ini menggunakan *exhaust fan*. Sistem ini dapat dimonitoring melalui *interface* cayenne pada android, web dan IOS. Sistem juga dapat mengirimkan informasi data analog gas, data suhu melalui *e-mail* dan SMS. Penerapan IoT (*Internet of Things*) pada sistem ini menggunakan *platform* cayenne menggunakan jaringan internet.

Kata kunci: Arduino uno, Cayenne, Fuzzy, LPG, IoT

ABSTRACT

LPG LEAKING DETECTION BASED ON IOT USING FUZZY METHOD . The use of technology for early detection of a hazard or catastrophe is increasingly being developed, one of which is applying IoT (*Internet of Things*) technology in various fields. LPG (*Liquid Petroleum Gas*) is an alternative gas fuel that produces less polluting emissions than fuel oil. But on the other hand LPG can be dangerous if not used carefully, can cause an explosion in case of leakage and no leakage is detected. Based on these problems, the need for a system that can detect gas leakage and able to provide information in *realtime*. In this study using 2 sensors namely temperature sensor DS18B20 and gas module MQ-6 which is connected with Arduino uno microcontroller and Ethernet Shield, fuzzy Tsukamoto for classification of gas leak condition. Output system in the form of LED light, *buzzer*, LCD and *Interface* cayenne. Early prevention of this system using *exhaust fan*. This system can be monitored through the cayenne interface on android, web and iOS. The system can also transmit gas analog data information, temperature data via *e-mail* and SMS. Application of IoT (*Internet of Things*) on this system using cayenne platform using internet network.

Keywords: Arduino uno, Cayenne, Fuzzy, IoT, LPG

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada masa relatif yang sangat singkat telah mengalami kemajuan cukup pesat, begitu juga bidang teknologi yang akhir-akhir ini berkembang di berbagai bidang aspek kehidupan seperti *Internet of Things*, atau dikenal juga dengan singkatan IOT, ini merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara berkesinambungan. Kemampuan IOT berbagi data, remote control, monitoring dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata.

LPG (*Liquid Petroleum Gas*) merupakan bahan bakar alternative berupa gas yang menghasilkan emisi polusi lebih sedikit dibandingkan dengan bahan bakar minyak. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No : 1971/26/MEM/2007 tanggal 22 Mei 2007, pemerintah mencanangkan konversi dari minyak bumi (minyak tanah) menjadi gas alam (LPG). Hampir seluruh masyarakat di Indonesia beralih menggunakan LPG, disamping harganya murah, cara penggunaannya juga lebih efektif. Namun, gas LPG dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia bahkan menimbulkan kerugian yang cukup besar apabila tidak digunakan dengan hati-hati, terutama bila tidak diketahui telah terjadi kebocoran dari tabung atau tempat penyimpanan gas LPG tersebut (KEPMEN ESDM, 2007). Bahaya yang ditimbulkan ledakan hingga kebakaran, karena kandungan di dalam gas LPG ini bersifat mudah terbakar (*flameable*). Kebocoran tabung atau perangkat LPG sampai saat ini masih menjadi salah satu penyebab utama kebakaran. Gas LPG yang mengalami kebocoran memang tercium baunya sehingga kebocoran normal mudah dideteksi. Namun, kebocoran gas tidak terdeteksi orang secara cepat dan antisipasi mengambil tindakan pencegahan kebocoran ini sangat lambat.

Data kebakaran daerah DKI Jakarta pada tahun 2020 disebabkan dari kebocoran gas ataupun kompor gas masih cukup banyak yaitu berjumlah 180 kasus (<http://data.jakarta.go.id>, 2020), dapat kita lihat pada gambar diagram berikut ini.



Gambar 1. Data Kebakaran DKI Jakarta 2020

Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk merancang suatu sistem pendeteksi kebocoran gas yang menerapkan *fuzzy logic* dan dapat diamati melalui *smartphone* android ataupun komputer, serta mampu memberikan informasi tingkat bahaya kebocoran gas pada pihak terkait dan dapat melakukan pencegahan dini terhadap kebocoran gas. Sistem ini menggunakan Arduino Uno yang akan diterapkan metode *fuzzy Tsukamoto* yang digunakan untuk menentukan tingkat bahaya kebocoran gas dan *Ethernet shield* sebagai media transfer data dari mikrokontroler ke *smartphone*, sensor MQ-6 sebagai modul sensor khusus untuk gas LPG, sensor DS18B20 sebagai modul sensor suhu dan dilengkapi *exhaust fan* untuk proses pencegahan dini

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian yang berjudul "Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Metode Fuzzy yang Diimplementasikan dengan *Real Time Operating System (RTOS)*" menyatakan bahwa proses akuisisi data pada MQ-6 meliputi pembacaan gas propana dan butana yang ada diudara, sedangkan pada DS18B20 meliputi pembacaan suhu panas yang terdeteksi di sekitar (dinyatakan dalam °C). Implementasi fuzzy pada sistem meliputi 3 proses, yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi yang digabungkan dengan task pada RTOS. Hasil dari implementasi metode fuzzy dan RTOS pada sistem sesuai dengan perancangan yang sudah dibuat. Sistem dapat menentukan berbagai kondisi dengan input yang bervariasi (Prasetyo, Ramadhan dan Syauqi, 2017). Pada penelitian ini tidak terkoneksi dengan internet.

Dalam penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG dengan Sensor MQ-69 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smartphone Android Sebagai Media Informasi" menyatakan bahwa Alat pendeteksi kebocoran gas LPG dapat bekerja dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan berfungsinya alat saat diberikan gas LPG. *Buzzer* berbunyi, kipas menyala dan menampilkan data grafik pada android. Sensor akan mendeteksi adanya kebocoran pada tabung gas, apabila di dekat sekitar regulator tabung gas benar-benar terdapat kandungan gas *propana*. Alat ini dapat mengetahui dan memudahkan pengguna mengetahui terjadinya kebocoran pada tabung gas LPG (Arifin, Kridalaksana, Putra, 2017).

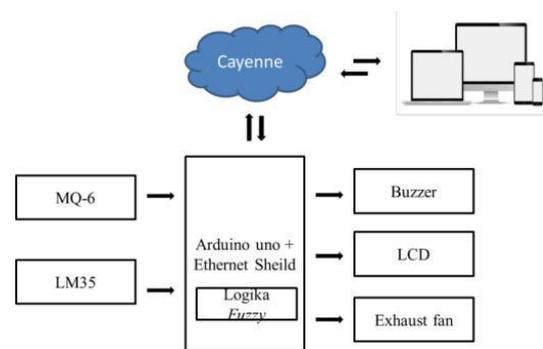
Dalam penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Alat Deteksi Kebocoran Tabung Gas Elpiji Berbasis Arduino" menyatakan bahwa Dengan menggunakan board Mikrokontroler Arduino Uno ditambah dengan sensor gas MQ-2 dan dengan menggunakan sketch (program) tertentu, maka kita bisa membuat alat untuk mendeteksi adanya kebocoran gas LPG. Alat ini tentu sangat berguna terutama pada pabrik / institusi yang banyak menggunakan gas LPG untuk proses produksi. Karena gas LPG ini sangat mudah meledak, sehingga bila ada kebocoran gas alangkah lebih baik apabila kita bisa melakukan langkah preventive untuk mendeteksinya. Alat deteksi kebocoran gas LPG ini telah dapat dibuat dan mampu mendeteksi adanya kebocoran gas LPG. Outputnya adalah sebuah *buzzer* akan dibunyikan jika terjadi kebocoran gas LPG (Erlansyah dan Widyanto, 2014).

3. METODE

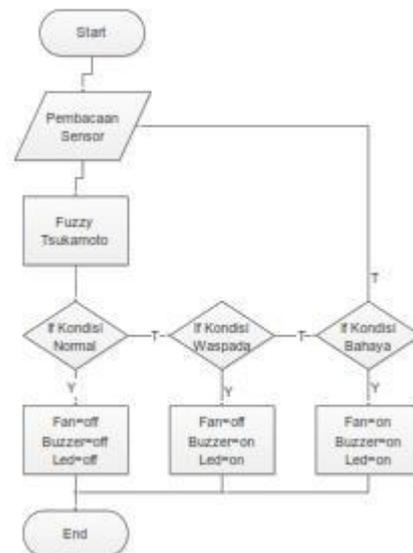
2.1 Gambaran Umum Sistem

Pada Penelitian ini menggunakan Sistem *input* asalnya dari dua sensor yaitu MQ-6, dan DS18B20. Penggunaan MQ-6 untuk mendeteksi konsentrasi kadar gas LPG dalam satuan ppm (*part per million*), Penggunaan sensor DS18B20 adalah untuk mendeteksi suhu dalam satuan *celcius*. Sensor MQ-6 dan DS18B20 ini perannya sebagai *input* dari sistem. Untuk prosesnya dari kedua sensor tersebut didalam arduino uno, dimana pada arduino uno sudah terdapat

program fuzzy dimana kegunaannya menentukan kondisi kebocoran gas LPG. Output dari sistem ini akan ditampilkan melalui LCD yang berupa kondisi kebocoran dan ditandai oleh bunyi *buzzer* dan *exhaust fan* nantinya sebagai penetralisir kadar gas. Pada alat sistem ini juga mengirimkan informasi atau memonitoring kadar gas yang bocor ke *smartphone* android yang dapat diakses melalui aplikasi *platform* *cayenne*. Diagram blok dapat dilihat pada gambar 2.



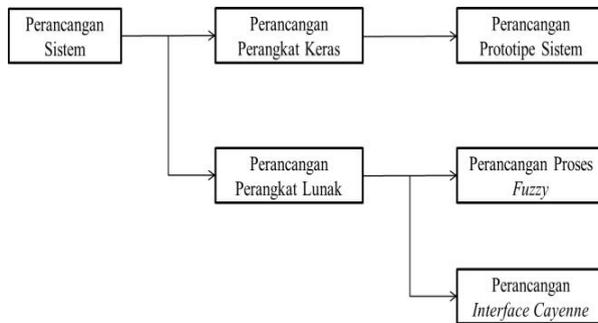
Gambar 2. Diagram Block Sistem



Gambar 3. Flowchart Sistem Rangkaian

2.2 Perancangan Sistem

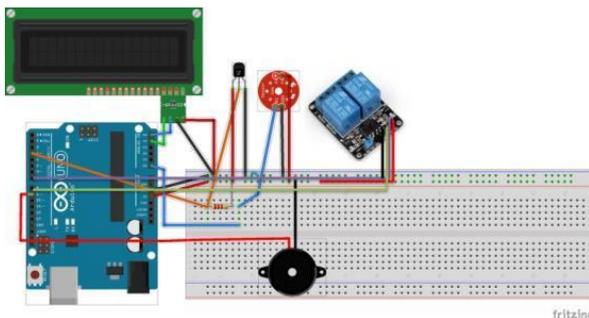
Tahapan perancangan penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.



Gambar 4. Alur Perancangan Sistem

2.2.1 Perancangan Perangkat Keras

Pada desain ini dibuat skematik rangkaian berupa hubungan antara arduino dengan komponen-komponen pendukung lainnya. Sebagai input, proses, dan *output* sinyal untuk kemudian melakukan tindakan tertentu sesuai dengan program yang ditanamkan didalamnya. Skematik rangkaian keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 5.

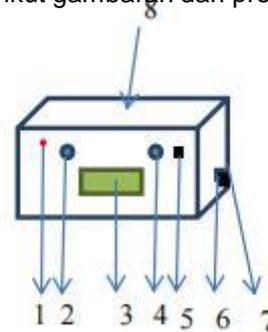


Gambar 5. Skema Rancangan Perangkat Keras

2.2.2 Perancangan Prototipe Perangkat Keras

Perancangan prototipe perangkat keras menggunakan papan atau kayu bekas palet sebagai material yang dijadikan wadah untuk miniatur pada penelitian ini. Posisi sensor

DS18B20, LCD, dan sensor MQ-6 berada di depan. Berikut gambaran dari prototipe.



Gambar 6. Rancangan Prototipe Perangkat Keras

Keterangan gambar:

1. Lampu LED
2. Buzzer
3. LCD
4. Sensor MQ-6
5. Sensor DS18B20
6. Port power
7. Port RJ45
8. Arduino Uno, Ethernet Shield, Relay berada didalam box

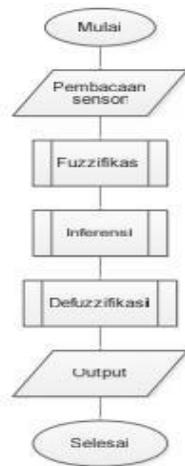
2.2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Desain perangkat lunak yang akan dirancang ini menerapkan pemodelan logika fuzzy yang nantinya akan ditanamkan kedalam Arduino Uno menggunakan bahasa pemrograman C. Alat yang digunakan sebagai variabel inputan adalah sensor gas MQ6 dan sensor suhu DS18B20 sedangkan untuk *output* yang dihasilkan adalah LCD, Buzzer, Exhaust fan dan interface cayenne.

2.2.3.1 Perancangan Proses Fuzzy

Pada perancangan proses fuzzy terdapat beberapa sub-proses yaitu, proses fuzzifikasi, proses inferensi dan proses defuzzifikasi, Sub-proses pada kontrol fuzzy memiliki fungsi masing masing yang saling terkait. Setiap sub-proses tersebut nantinya akan memproses *input* dan menghasilkan output. Output dari satu sub-proses hasilnya akan digunakan sebagai input untuk sub-proses berikutnya sampai menghasilkan *output* akhir. *Flowchart*

Untuk rancangan kontrol fuzzy dapat dilihat pada Gambar 7 dibawa ini .



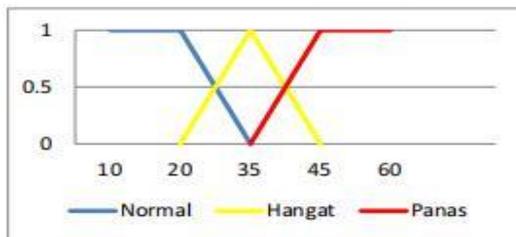
Gambar 7. Flowchart Perancangan Fuzzy

a. Fuzifikasi

Sistem yang dibangun pada penelitian ini memiliki 2 jenis input yakni berupa data kadar gas dan suhu di sekitar tabung LPG. Pada data kadar gas menjadi 3 kriteria penggolongan , yaitu Rendah, Sedang, Tinggi. Untuk data suhu digolongkan menjadi 3 kriteria yaitu Normal, Hangat dan Panas. Setiap data input akan di cek nilai keanggotaan untuk menentukan golongan *input*.



Gambar 8. Fungsi Keanggotaan Kadar Gas



Gambar 9. Fungsi Keanggotaan Suhu

b. Inferensi

Dari uraian di atas, berdasarkan data yang tersedia. Maka terbentuk 6 himpunan fuzzy input, yaitu: kadar rendah, kadar sedang, kadar tinggi, suhu normal, suhu hangat, dan suhu panas, ditambah dengan 3 himpunan kondisi sebagai output, yaitu : kondisi normal (N), kondisi waspada (W), dan kondisi bahaya (B).

Ketentuan dari fuzzy ini akan memberikan aturan-aturan dalam fuzzy sistem yang dibuat dengan menggunakan perintah “IF” dan “AND” dan menghasikan perintah “THEN”. Aturan inferensi dasar fuzzy yang digunakan untuk menentukan kondisi kebakaran didalam ruangan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Aturan Inferensi Fuzzy

Aturan	Gas LPG	Suhu	Kondisi
Rule0	Rendah	Normal	Normal
Rule1	Rendah	Hangat	Normal
Rule2	Rendah	Panas	Waspada
Rule3	Sedang	Normal	Normal
Rule4	Sedang	Hangat	Waspada
Rule5	Sedang	Panas	Bahaya
Rule6	Tinggi	Normal	Waspada
Rule7	Tinggi	Hangat	Bahaya
Rule8	Tinggi	Panas	Bahaya

c. Defuzzifikasi

Tahap terakhir pada penelitian adalah kesimpulan yang ditarik dari hasil *input*. Defuzzifikasi adalah kebalikan dari proses fuzzifikasi, yakni mengubah himpunan fuzzy keluaran menjadi keluaran tegas (*crisp*). Cara mencari nilai rata-ratanya yang dilakukan Defuzzyfikasi dengan yaitu:

$$z = \frac{apred_0 * z_0 + apred1 * z_1 + apred2 * z_2 + \dots + apred8 * z_8}{apred_0 + apred_1 + apred_2 + \dots + apred_8} \dots (1)$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Prototipe

Implementasi protipe perangkat keras merupakan implementasi dari desain protipe perangkat keras. Prototipe perangkat keras dibuat menggunakan papan bekas palet. Seperti yang ditunjukkan **gambar 10**.



Gambar 10. Prototipe Perangkat Keras

4.2 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras dilakukan sesuai dengan perancangan yang sudah dilakukan sebelumnya. Implementasi perangkat keras dilakukan dengan menghubungkan seluruh komponen ke Arduino Uno sehingga dapat dijalankan secara bersamaan, dapat dilihat pada **gambar 11**.



Gambar 11. Implementasi Perangkat Keras

4.3 Implementasi Perangkat Lunak

Software yang digunakan untuk membuat program arduino uno yaitu menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman bahasa C. Pemodelan fuzzy melalui beberapa tahap yaitu: proses fuzzifikasi, proses inferensi atau evaluasi aturan dan proses defuzzifikasi.

4.3.1. Implementasi Fuzzyfikasi

Tahap ini adalah implemetasi derajat keanggotaan dari *input* MQ-6 dan sensor

DS18B20 ke dalam bahasa pemrograman C pada IDE Arduino.

4.3.2. Implementasi Iferensi

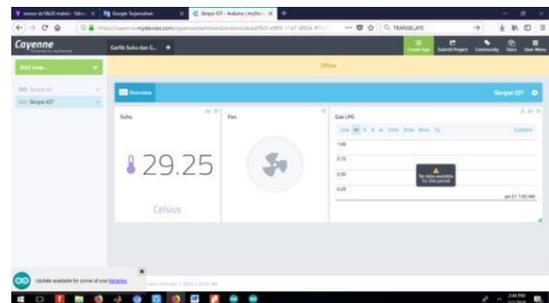
Tahap ini menyusun aturan berupa aplikasi fungsi implikasi fuzzy menggunakan baris aturan kedalam bahasa pemrograman C.

4.3.3. Implemetasi Defuzzifikasi

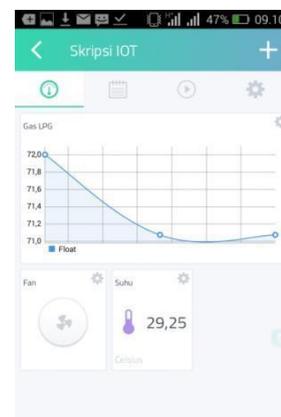
Defuzzifikasi merupakan kebalikan dari proses fuzzifikasi, yaitu mengubah himpunan fuzzy keluaran menjadi keluaran tegas (*crisp*). Defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya, implementasi kedalam bahasa pemrograman C.

4.3.4. Implementasi *Interface* pada Cayyene

Cayenne adalah sebuah *platform cloud* yang menyediakan sebuah layanan *backend* bagi para pencipta IoT. Proses ini bagaimana melakukan koneksi perangkat keras dengan *cayenne*, dan bagaimana membuat *interface*. Berikut adalah tampilan *interface* cayenne pada *website* dan *smartphone*.



Gambar 12. Tampilan *Interface* Cayenne pada *Website*



Gambar 13. Tampilan *Interface* Cayenne pada *Smartphone*

4.4 Pengujian Sistem

Pengujian dalam sistem ini, terbagi menjadi 4 pengujian, pengujian sensor MQ6, pengujian sensor DS18B20, pengujian aturan fuzzy, pengujian Cayenne / lot.



Gambar 14. Diagram Blok Pengujian Sistem

4.4.1. Akuisisi data sensor MQ-6

Pembacaan dilakukan dengan memberikan simulasi kebocoran menggunakan "Butane Fuel Cartridge" di sekitar sensor

Tabel 2. Data Pengujian Sensor MQ-6

No	Ketika ada Kebocoran LPG(ppm)	Ketika Tidak Ada Kebocoran LPG(ppm)
1	128.69	108.37
2	135.68	107.72
3	109.25	104.28
4	625.68	103.55
5	741.50	101.26
6	731.51	102.75
7	644.65	103.24
8	551.13	101.98
9	441.61	97.47
10	364.15	96.34

4.4.2 Akuisisi data sensor DS18B20

Pengujian sensor DS18B20 dibandingkan dengan thermometer Agilent 34970A Data Acquisition. Tujuan dari pengujian ini adalah mengetahui sistem error dari sensor jika dibandingkan dengan alat thermometer digital atau yang sudah teruji.

Tabel 3. Data Pengujian Sensor DS18B20

No	Sensor DS18B20(°C)	Data Acquisition(°C)	Selisi h	Error %
1	26.945	27.532	0.59	2.18%
2	26.977	27.627	0.65	2.41%
3	27.033	27.670	0.64	2.36%
4	27.053	27.676	0.62	2.30%
5	27.097	27.762	0.66	2.45%
6	27.145	27.720	0.57	2.12%
7	27.135	27.836	0.70	2.58%
8	27.183	27.815	0.63	2.33%
9	27.118	27.737	0.62	2.28%
10	27.215	27.742	0.53	1.94%
11	27.387	27.953	0.57	2.07%
12	27.398	28.007	0.61	2.22%
13	27.413	28.027	0.61	2.23%
Rata-rata				2.26%

4.4.3. Pengujian aturan fuzzy

Pengujian selanjutnya, melakukan pengujian aturan fuzzy dan kebenaran nilai defuzifikasi pada sistem dalam menentukan kondisi kebocoran gas LPG.

Tabel 4. Data Pengujian Aturan Fuzzy

No	Sensor MQ-6(ppm)	Sensor DS18B20(°C)	Defuzifikasi asi	Kondisi
1	465.91	45.46	68.33	Bahaya
2	459.38	38.96	65.57	Bahaya
3	563.66	46.96	65.48	Bahaya
4	540.81	43.41	65.97	Bahaya
5	371.96	44.78	63.22	Waspada
6	563.66	29.39	59.66	Waspada
7	279.29	47.51	60.00	Waspada
8	373.23	36.23	49.45	Waspada
9	304.68	34.18	32.11	Normal
10	308.49	33.84	33.27	Normal
11	307.22	33.84	33.02	Normal
12	213.28	24.95	34.42	Normal

Hal ini dapat dilihat dari tabel 3. hasil dari pengujian dengan melakukan beberapa variasi *inputan* yang berbeda dan memberikan *output* yang sesuai dengan perancangan.

Tabel 5. Keakuratan Pengujian Aturan Fuzzy

Nilai Fuzzifikasi sesuai	12
Nilai Fuzzifikasi tidak sesuai	0
Keakuratan Aturan Fuzzy	100%

4.4.4. Pengujian IoT

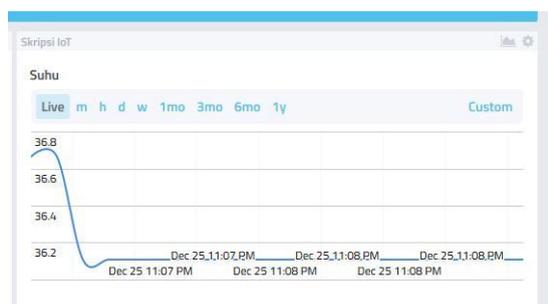
Pengujian berikutnya adalah menguji kinerja dari *project* yang di buat pada cayenne. Hal yang diuji dalam pengujian ini yaitu notifikasi status sistem sendiri, notifikasi kondisi sensor, dan monitoring sensor.

a. Pengujian *Widget* atau *Interface Monitoring Sensor*

Melakukan pengujian *widget* atau tampilan monitoring sensor pada cayenne. Untuk sensor MQ-6 membaca kebocoran gas dan sensor DS18B20 membaca suhu.



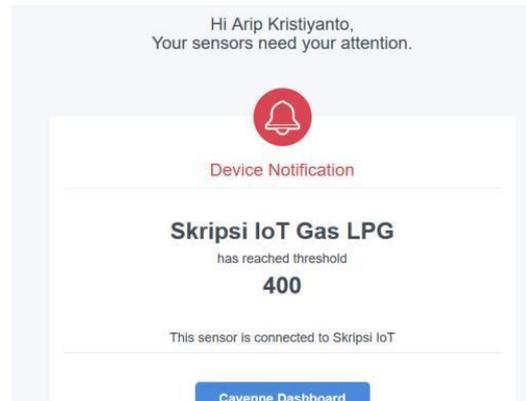
Gambar 15. Grafik Monitoring Gas pada Cayenne



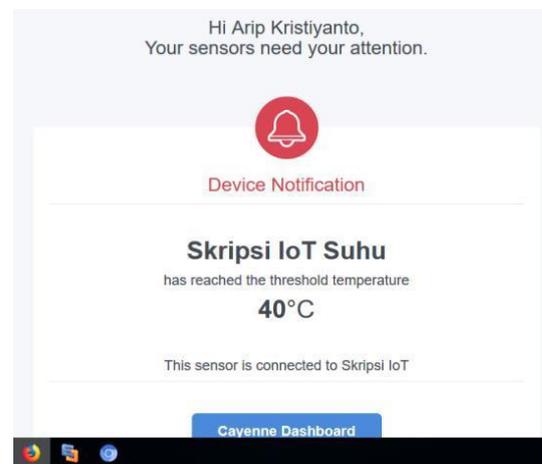
Gambar 16. Grafik Monitoring Suhu pada Cayenne

b. Pengujian Notifikasi

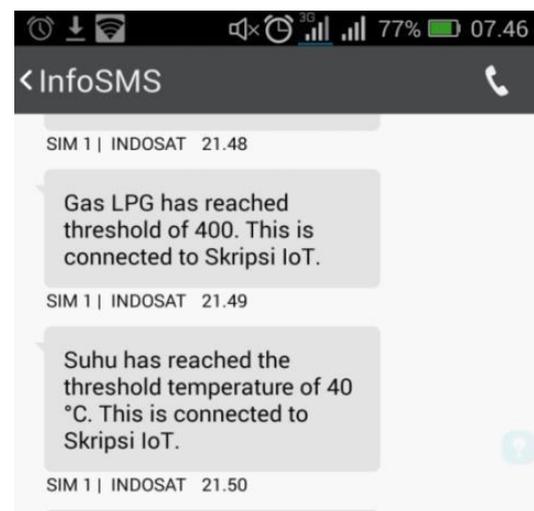
Pengujian selanjutnya dilakukan untuk memastikan *trigger* atau *alert* pada pembacaan sensor. Sistem akan memberikan *e-mail* dan sms ketika sensor gas bernilai 400 dan suhu 40°C.



Gambar 17. Notifikasi Melalui *E-mail* Ketika Bernilai 400



Gambar 18. Notifikasi Melalui *E-mail* Ketika Suhu Mencapai 40 ° C



Gambar 19. Notifikasi Melalui SMS

c. Pengujian *Exhaust Fan* dengan IoT

Pada pengujian ini bagaimana konsep IoT (*Internet of Things*) berjalan yaitu menghidupkan dan mematikan *fan* atau pengendalian alat jarak jauh melalui tampilan *Interface* pada

web ataupun *smartphone* android, fungsi ini dapat disebut sebagai penanganan dini dari kebocoran LPG. Hasil pengujian bisa dilihat pada **gambar 20** dan **gambar 21**.



Gambar 20. Kondisi Ketika Tombol *Fan ON*



Gambar 21. Kondisi Ketika Tombol *Fan OFF*

4.4.5. Pengujian *Buzzer*, LED, *Exhaust fan*

Pada pengujian ini LED & *buzzer* berfungsi sebagai alarm notifikasi jika mendeteksi kondisi waspada dan bahaya. Relay dan *exhaust fan* terhubung pada satu.

Tabel 6. Hasil Pengujian LED, *Buzzer* dan *Exhaust fan* se bagai *Output*

Skenario	Ekspektasi			Status
	LED	Buzzer	Fan	
Dalam Kondisi Normal	OFF	OFF	OFF	OK
Dalam Kondisi Waspada	ON	ON	OFF	OK
Dalam Kondisi Bahaya	ON	ON	ON	OK

5. KESIMPULAN (ARIAL 12)

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem ini maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Penerapan metode fuzzy pada sistem pendeteksi kebocoran gas lpg telah berhasil dibuat. Hasilnya dapat dilihat dari serangkaian pengujian yang telah dilakukan, dimana mikrokontroler mampu melakukan

proses-proses perhitungan sesuai dengan aturan-aturan fuzzy diprogram pada mikrokontroler. Sistem mampu menentukan *output* berupa *buzzer*, *fan on*, led menyala dengan memanfaatkan *input* dari sensor MQ-6 dan sensor DS18B20.

2. Teknologi IoT dapat di terapkan pada sistem pendeteksi kebocoran gas. Hasilnya dapat dilihat dari beberapa pengujian sistem bisa dimonitoring, sistem dapat memberikan notifikasi atau pemberitahuan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Andrianto, H., & Darmawan, A. (2016). *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung: Informatika.
- [2]. Arduino, 2017. *Arduino Troubleshooting*. [online] Tersedia: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Troubleshooting> [30 November 2020].
- [3]. Cayenne, 2020, *Cayenne Dashboard*. [online] Tersedia:<https://cayenne.mydevices.com/cayenne/dashboard/arduino/>.
- [4]. Data Jakarta, 2020. *Data Rekapitulasi Kejadian Kebakaran Bulanan di Provinsi DKI 9 Jakarta Tahun 2020*. [Online] Tersedia: <https://data.jakarta.go.id/dataset/datafrekuensi-kebakaran-menurut-penyebabnyadiprovinsi-dki-jakarta/resource/2eb58c0cbbc97d02159d661980d5f0a>
- [5]. Kadir, A. (2016). *Scratch For Arduino (S4A)*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- [6]. Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [7]. Pranata, T., Irawan, B., & Ilhamsyah. (2015). Penerapan Logika Fuzzy Pada Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, 11-22.
- [8]. Pratama, I. E., & Suakanto, S. (2015). *Wireless Sensor Network*. Bandung: Informatika.

- [9]. Prihatmoko, D. (2016). Penerapan Internet of Things (IoT) dalam Pembelajaran Unisnu Jepara. *Jurnal SIMETRIS*, 567-574.
- [10]. Purnomo, R. A., Syauqy, D., & Hanafi, M. H. (2017). Implementasi Metode Fuzzy Sugeno pada Embedded System untuk Mendeteksi Kondisi Kebakaran Dalam Ruangan. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1428-1435.
- [11]. Putra, M. F., Kridalaksana, A. H., & Arifin, Z. (2017). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG dengan Sensor MQ-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smartphone Android Sebagai Media Informasi. *Jurnal Informatika Mulawarman*, 1-6.
- [12]. Ramadhan, L. I., Syauqy, D., & Prasetyo, B. H. (2017). Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Metode Fuzzy yang Diimplementasikan dengan Real Time Operating System (RTOS). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1206-1213.