

Merancang Dan Membangun Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis *Internet Of Things* Dengan Menggunakan Metode Logika *Fuzzy*

Ratmita
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
if16.ratmita@mhs.ubpkarawang.ac.id

Ahmad Fauzi
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
afauzi@ubpkarawang.ac.id

Tohirin Al Mudzakir
Universitas Buana Perjuangan
Karawang, Indonesia
tohirin@ubpkarawang.ac.id

Abstract —

Kebakaran merupakan bencana yang disebabkan oleh kelalaian manusia (*human error*) dengan dampak kerugian harta benda, terhentinya usaha, terhambatnya perekonomian dan pemerintahan bahkan korban jiwa. Kebakaran di perumahan biasanya terjadi karena konsleting listrik, kebocoran tabung gas LPG, api dari pembakaran sampah atau obat nyamuk, dan kelalaian dari manusia. Masalah yang lain yaitu tidak ada penanganan awal saat kebakaran pertama kali terjadi, sehingga kebakaran tidak bisa ditangani dengan mudah. Pencegah kebakaran perlu dilakukan untuk menghindari rumah yang terbakar lebih banyak, mengurangi angka kerugian dan mengurangi korban jiwa. Jawaban penelitian dengan mempertimbangkan permasalahan yang ada saat ini adalah dengan menggunakan logika *fuzzy* untuk membangun sistem deteksi dan pemantauan kebakaran berbasis *internet*. Desain alat ini mengarah pada terciptanya mikrokontroler Nodemcu ESP8266, Arduino UNO, Sensor *Flame Detector*, Sensor MQ-6, Sensor MQ-2, *Servo*, *Relay*, *Buzzer*, Kipas, dan *Water Pump* yang di rancang untuk mengetahui deteksi kebakaran melalui *telegram bot*, sampai pada berbagai kesimpulan setelah menguji sensor dan menerima hasil pengujian, termasuk fakta bahwa Nodemcu ESP8266 dan Arduino UNO dapat mendeteksi api menggunakan sensor pendeteksi api dan kesepuluh pengujian dalam pengujian deteksi kebakaran berhasil.. Pada pengujian implementasi *fuzzy logic* dapat mengetahui penyesuaian nilai asap dan gas, yang menyebabkan kipas dan *buzzer* menyala atau mati. Implementasi *fuzzy logic* dengan hasil 100% dari 20 kali pengujian yang sesuai.

Kata kunci — Kebakaran, *Fuzzy logic*, *Telegram bot*, *Internet of things*.

I. PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan bencana yang mengalami kerugian harta benda, terhentinya usaha, terhambatnya perekonomian dan pemerintahan bahkan korban jiwa [1]. Kebakaran di perumahan biasanya terjadi karena konsleting listrik, kebocoran tabung gas LPG, api dari pembakaran sampah atau obat nyamuk, dan kelalaian dari manusia [2]. Masalah yang lain yaitu tidak ada penanganan awal saat kebakaran pertama kali terjadi, sehingga kebakaran tidak bias ditangani dengan mudah. Maka untuk mencegah akibat dari kebakaran tersebut untuk menghindari rumah yang terbakar lebih banyak, mengurangi angka kerugian dan mengurangi korban jiwa [3].

Dalam pertolongan pertama pada saat bencana yang cepat dan tepat semakin dibutuhkan upaya perkembangan teknologi. Teknologi dibidang penanganan bencana khususnya bencana kebakaran baik untuk pemberitahuan informasi maupun untuk penanganan secara langsung. Pemakaian *internet* atau *internet of things* saat ini yang sudah banyak dibidang penanganan bencana pemberitahuan atau pertolongan pada saat bencana akan terjadi.

Telah dilakukan penelitian oleh Hidayat dan Rahmad yang merancang sistem deteksi kebocoran gas dan kebakaran berbasis IoT. Hasil Penelitian tersebut memiliki batasan, dikarenakan yang digunakan merupakan versi non-komersil [4]. Selanjutnya Aisah HW, Tulloh, Hadiyoso, & Ramadan membuat system deteksi kebakaran berbasis logika *fuzzy* dan *real-time* database. Hasil penelitian tersebut dapat mendeteksi api dengan akurasi mencapai 100% [5]. Selanjutnya Putra, Novianti, & Haryanti membuat system deteksi kebakaran dan kontroling lampu. Hasil pengujian sensor ini dapat mendeteksi gelombang infra merah yang dipancarkan oleh api [6]. Kemudian Fitriani & Mufti pernah membuat aplikasi *monitoring* kebakaran berbasis IoT menggunakan *fuzzy logic* di PT macrosentraniagaboga. Hasil penelitian dapat mengetahui nilai suhu, kelembapan, asap, dan api secara *real-time* [7]. Selanjutnya Imamuddin dan Zulwisli pernah system *alarm* dan *monitoring* kebakaran rumah. Hasil penelitian jika suhu lebih besar dari 37°C maka *android* memberi peringatan bahwa terjadi kebakaran [8].

Tujuan dari proyek ini adalah menggunakan logika *fuzzy* untuk mengembangkan sistem deteksi dan pemantauan kebakaran berbasis *internet of things* berdasarkan permasalahan dan penjelasan yang diberikan di atas. Berdasarkan analisis pada penelitian sebelumnya, penelitian ini diharapkan dapat memantau, memperingati dan menangani bahaya bencana kebakaran di perumahan dengan alat yang bergerak secara otomatis dan mengirim informasi kondisi ke *telegram bot* dengan menggunakan metode *fuzzy logic*.

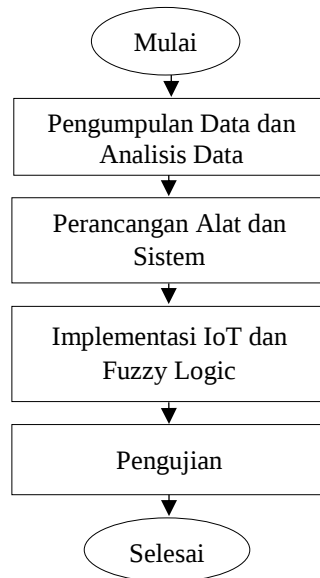
II. DATA DAN METODE

A. Objek Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan sensor untuk mengumpulkan data gas, asap, dan api yang diperoleh dari analisis dan observasi.

B. Prosedur Penelitian

Diagram alir proses penelitian yang menjelaskan langkah-langkah penelitian ini disajikan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

C. Penggunaan Metode *Fuzzy logic*

Penelitian ini menggunakan pendekatan logika *fuzzy* karena penalaran *fuzzy* dapat dipahami secara sederhana karena ide matematika logika *fuzzy* didasarkan pada teori himpunan.

Berikut dibawah ini merupakan tahapan implementasi metode *fuzzy logic*.

1. Desain

Desain adalah kumpulan prosedur untuk menerjemahkan temuan analisis sistem ke dalam bahasa pemrograman yang menentukan bagian-bagian penyusun sistem. Pembangunan, di sisi lain, adalah proses membangun sistem baru atau memulihkan sebagian atau seluruh sistem lama.

2. Tahapan Variabel *Fuzzy*

Variabel-variabel yang ditangani dalam sistem *fuzzy* dikenal dengan tahapan variabel *fuzzy*, pada penelitian ini variabel *fuzzy* yang digunakan yaitu gas dan asap. Berikut dibawah ini yaitu data variable *fuzzy* yang digunakan.

Tabel 1. Variabel *Fuzzy*

Data Variabel <i>Fuzzy</i> (PPM)	Kondisi
Gas (0 ppm – 100 ppm)	Aman
Gas (100 ppm – 300 ppm)	Peringatan
Gas (300 ppm – 600 ppm)	Bahaya
Asap (0 ppm – 100 ppm)	Aman
Asap (100 ppm – 300 ppm)	Peringatan
Asap (300 ppm – 600 ppm)	Bahaya

3. Himpunan *Fuzzy*

Merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.

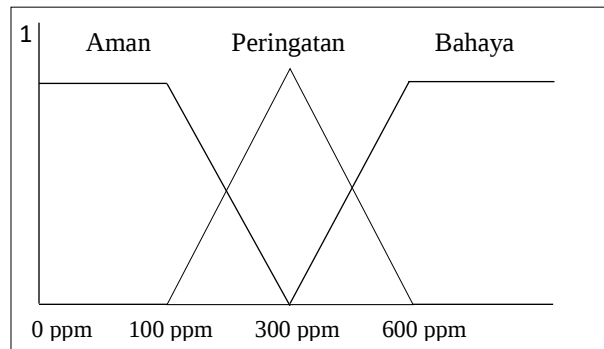
Berikut dibawah ini merupakan himpunan *fuzzy*.

Tabel 2. Fuzzyfikasi Data Kondisi Deteksi Kebakaran

Input	Output
Asap diantara 0 ppm – 100 ppm, kondisi Aman	Kipas mati dan <i>buzzer</i> mati
Asap diantara 100 ppm – 300 ppm, kondisi Peringatan	Kipas Menyala dan <i>buzzer</i> mati
Asap diantara 300 ppm – 600 ppm, kondisi Bahaya	Kipas Menyala dan <i>buzzer</i> Menyala
Gas diantara 0 ppm – 100 ppm, kondisi Aman	Kipas mati dan <i>buzzer</i> mati
Gas diantara 100 ppm – 300 ppm, kondisi Peringatan	Kipas Menyala dan <i>buzzer</i> mati
Gas diantara 300 ppm – 600 ppm, kondisi Bahaya	Kipas Menyala dan <i>buzzer</i> Menyala

4. Fungsi Keanggotaan Fuzzy

Berikut dibawah ini merupakan fungsi keanggotaan *fuzzy* yang digunakan pada penelitian ini. Pada kondisi deteksi asap pada kebakaran, terbagi menjadi tiga bagian, yaitu terbagi menjadi 3 (Tiga) kondisi yaitu aman (0 – 100 ppm), peringatan (100 – 300 ppm), dan bahaya (400 – 600 ppm).



Gambar 3.4 Kurva keanggotaan deteksi asap

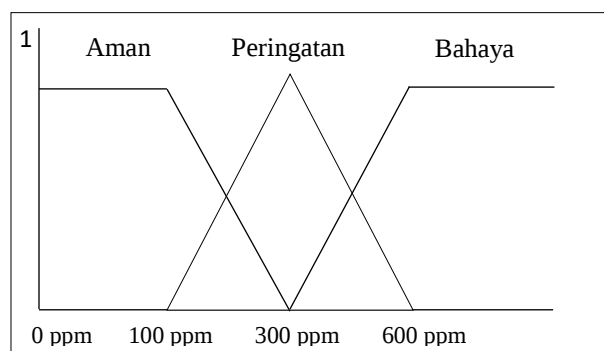
Proses kondisi deteksi asap dipisahkan menjadi tiga (tiga) kondisi yaitu aman, peringatan, dan bahaya. Gambar 2 menggambarkan kurva deteksi deteksi asap yang digunakan untuk mengontrol proses ini. Rumus perhitungannya ditampilkan pada persamaan 1, 2, dan 3.

$$\text{Deteksi Asap (Aman) } [x] = \begin{cases} 1, x \leq 100 \\ \frac{300-x}{3}, 100 \leq x \leq 300 \\ 0, x \geq 300 \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{Deteksi Asap (Peringatan) } [x] = \begin{cases} 0, x \leq 100 \\ \frac{x-100}{200}, 100 \leq x \leq 300 \\ \frac{x-300}{300}, 300 \leq x \leq 600 \\ 0, x \geq 600 \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{Deteksi Asap (Bahaya) } [x] = \begin{cases} 0, x \leq 300 \\ \frac{x-300}{300}, 300 \leq x \leq 600 \\ 1, x \geq 600 \end{cases} \quad (3)$$

Tiga (tiga) kondisi yang membentuk kondisi deteksi gas pada kebakaran: aman (0 – 100 ppm), peringatan (100 – 300 ppm), dan bahaya (300 – 600 ppm).



Gambar 3. Kurva keanggotaan deteksi gas

Pada Gambar 3. Menampilkan Kurva keanggotaan deteksi gas untuk mengatur proses kondisi deteksi gas yang terbagi menjadi 3 (Tiga) kondisi yaitu aman, peringatan, dan bahaya. Rumus perhitungan yang ditunjukkan pada persamaan 4, persamaan 5, dan persamaan 6.

$$\text{Deteksi Gas (Aman) } [x] = \begin{cases} 1, x \leq 100 \\ \frac{300-x}{3}, 100 \leq x \leq 300 \\ 0, x \geq 300 \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{Deteksi Gas (Peringatan) } [x] = \begin{cases} 0, x \leq 300 \\ \frac{x-100}{3}, 100 \leq x \leq 300 \\ \frac{600}{3}, 300 \leq x \leq 600 \end{cases} \quad (9)$$

$$\text{Deteksi Gas (Bahaya) } [x] = \begin{cases} 0, x \leq 600 \\ \frac{x-600}{3}, 300 \leq x \leq 600 \\ 1, x \geq 600 \end{cases} \quad (10)$$

Terdapat tiga kondisi asap dan satu kondisi gas, oleh karena itu setelah tahap *fuzzyfikasi* selanjutnya dibuat landasan aturan untuk deteksi kebakaran. Basis aturan ini kemudian dipisahkan menjadi enam belas aturan.

5. Rule Base

Aturan yang dikembangkan menggunakan Gambar 1 dan 2 tercantum di bawah ini.

- Jika kondisi gas aman, kondisi asap aman, kipas angin mati dan *buzzer* mati.
- Jika kondisi gas aman, kondisi asap peringatan, maka kipas angin menyala dan *buzzer* mati.
- Jika kondisi gas aman, kondisi asap bahaya, maka kipas angin menyala dan *buzzer* menyala.
- Jika kondisi gas peringatan, kondisi asap aman, maka kipas angin menyala dan *buzzer* mati.
- Jika kondisi gas peringatan, kondisi asap peringatan, maka kipas angin menyala dan *buzzer* mati.
- Jika kondisi gas peringatan, kondisi asap bahaya, maka kipas angin menyala dan *buzzer* menyala.
- Jika kondisi gas bahaya, kondisi asap aman, maka kipas angin menyala dan *buzzer* menyala.
- Jika kondisi gas bahaya, kondisi asap peringatan, maka kipas angin menyala dan *buzzer* menyala.
- Jika kondisi gas bahaya, kondisi asap bahaya, maka kipas angin menyala dan *buzzer* menyala.

Langkah terakhir dalam *defuzzing* adalah memastikan berapa lama alat penyiram air, lampu, dan kipas angin akan bekerja untuk mengendalikan api.

6. Internet Of Things (IoT)

Istilah "*Internet of Things*" (IoT) mengacu pada gagasan dalam teknologi komputer yang menggambarkan hal-hal sehari-hari yang terhubung ke *internet* dan memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi dan berinteraksi dengan perangkat lain. Sesuai referensi [2], teknologi ini memfasilitasi integrasi mesin, peralatan, dan objek nyata lainnya dengan jaringan sensor dan aktuator untuk mengumpulkan data dan mengelola operasinya sendiri. Hal ini memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan merespons sendiri informasi yang baru diperoleh. Dengan bantuan teknologi ini, semakin banyak gadget yang *online* dan mampu berkomunikasi satu sama lain tanpa memerlukan interaksi manusia.

7. Algoritma Fuzzy Logic

Dengan karyanya tentang teori himpunan *fuzzy*, profesor Universitas California Lotfi Aliasker Zadeh adalah orang pertama yang menetapkan logika *fuzzy* pada tahun 1965. Teknik yang efisien untuk mengubah ruang masukan menjadi ruang keluaran adalah logika *fuzzy* [7]. Hanya ada dua cara untuk menentukan himpunan tegas, atau teori himpunan klasik, yang disebut juga anggota himpunan: (logika 1) bahwa himpunan tersebut boleh berada di antara anggota-anggotanya, atau (logika 0) bahwa himpunan tersebut tidak boleh ada di antara para anggotanya. Dengan menggunakan pendekatan fungsi, fungsi keanggotaan berbentuk kurva dengan nilai derajat keanggotaan berkisar antara 0 sampai 1 [7].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengumpulan dan Analisis Data

Setelah melakukan tahapan analisis data, untuk memulai penelitian dengan mencoba beberapa nilai dan status untuk menghasilkan yang terbaik pada nilai deteksi api, gas, dan asap. Pada hasil analisis data deteksi api dapat dilihat pada 3 yang didapat berdasarkan analisis dari deteksi api pada kebakaran. Jika data api terdeteksi adanya api maka *waterpump* dan *buzzer* menyala namun jika tidak terdeteksi adanya api maka *waterpump* dan *buzzer* tidak menyala. Hasil analisis deteksi api pada kebakaran dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Hasil Pengumpulan dan Analisis Data Api

No	Data Api	Status	Kondisi Water Pump	Kondisi Buzzer
1.	Terdeteksi	Bahaya	Menyala	Menyala
2.	Tidak terdeteksi	Aman	Tidak Menyala	Tidak Menyala

Pada hasil analisis data deteksi gas dapat dilihat pada tabel 4, nilai ppm yang di dapat berdasarkan analisis dari deteksi gas pada kebakaran. Nilai ppm tersebut berkaitan untuk output kipas dan *buzzer* menyala atau mati. Hasil analisis deteksi gas pada kebakaran dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengumpulan dan Analisis Data Gas

No	Data Asap	Status	Kondisi Kipas	Kondisi Buzzer
1.	0 PPM – 100 PPM	Aman	Tidak Menyala	Tidak Menyala
2.	100 PPM – 300 PPM	Peringatan	Menyala	Tidak Menyala
3.	300 PPM – 600 PPM	Bahaya	Menyala	Menyala

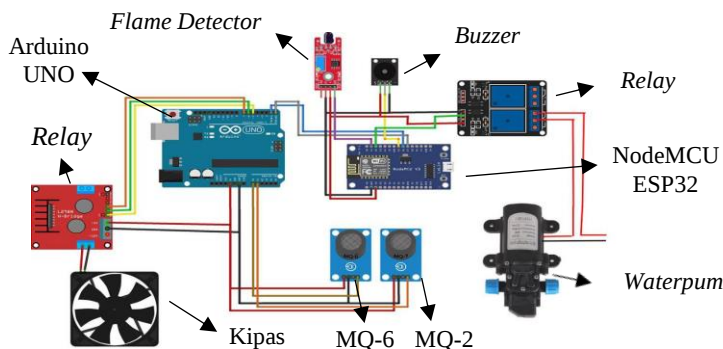
Pada hasil analisis data deteksi gas dapat dilihat pada tabel 5, nilai ppm yang di dapat berdasarkan analisis dari deteksi gas pada kebakaran. Nilai ppm tersebut berkaitan untuk output kipas dan *buzzer* menyala atau mati. Hasil analisis deteksi gas pada kebakaran dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengumpulan dan Analisis Data Asap

No	Data Asap	Status	Kondisi Kipas	Kondisi Buzzer
1.	0 PPM – 100 PPM	Aman	Tidak Menyala	Tidak Menyala
2.	100 PPM – 300 PPM	Peringatan	Menyala	Tidak Menyala
3.	300 PPM – 600 PPM	Bahaya	Menyala	Menyala

B. Hasil Perancangan Alat

Temuan desain alat ini menunjukkan bahwa blok masukan, blok proses, dan blok keluaran membentuk sistem kendali penuh yang digunakan dalam penelitian ini. Komponen-komponen tersebut ditenagai oleh sumber listrik dengan *output* 2,1 Ampere. Mikrokontroler Nodemcu ESP8266 digunakan, dengan Arduino UNO berfungsi sebagai mikrokontroler utama dan server yang terhubung ke *internet*.



Gambar 4.1 Hasil Perancangan Alat

Inilah yang terjadi ketika Anda membuat perangkat yang menghubungkan mikrokontroler ke banyak sensor dan bagian lainnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Perancangan instrumen ini menghasilkan sebuah *gadget* yang dapat mengidentifikasi asap, gas, dan api pada saat darurat kebakaran. Tujuan dari kabel GND hitam adalah untuk menurunkan jumlah cahaya yang mencapai sensor. Tegangan 3,3 volt dihasilkan oleh kabel merah, atau 3v3. Sinyal jam dikirim melalui kabel abu-abu. Kabel berwarna biru muda digunakan untuk merekam sinyal ultrasonik, sedangkan kabel berwarna coklat digunakan untuk mentransfer data. *Relay* saluran pertama dikelola melalui kabel oranye. *Relay* saluran kedua dikelola melalui kabel ungu. Secara khusus, kabel biru berfungsi sebagai pemancar data *serial*. Kabel kuning digunakan untuk mengirimkan data.

Berikut beberapa fungsi dari hasil perancangan alat yaitu sensor *flame detector* sebagai pembaca nilai PPM dari objek Api, sensor MQ-6 sebagai pembaca nilai PPM dari objek Gas, sensor MQ-2 sebagai pembaca nilai PPM dari objek Asap, NodeMCU 8266 dan Arduino UNO digunakan untuk memproses data masukan dari sensor serta memproses data ke *control unit*, *relay* berfungsi untuk mengendalikan listrik dari kipas dan *waterpump* kipas sebagai mesinpenyedot sisa dari pembakaran dan berbagai ornamen kepada dekorasi ruangan, mini *submersible water pump* sebagai pompa air untuk kondisi api atau kebakaran berstatus bahaya dan *buzzer* yang sebagai *alarm* ketika kondisi sudah bahaya.

C. Hasil Implementasi

Pada implementasi penelitian ini dibagi menjadi 3 yaitu implementasi alat, implementasi sistem dan implementasi metode *fuzzy logic*.

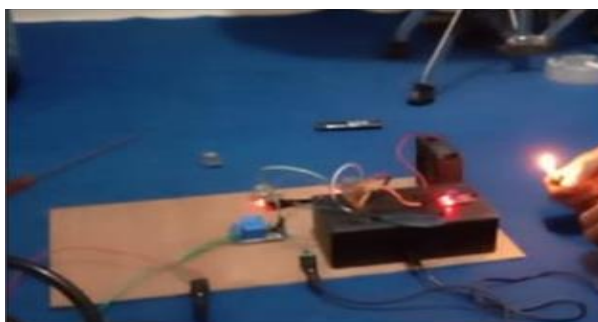
1. Hasil Implementasi

Mikrokontroler Nodemcu ESP8266 dan Arduino UNO digabungkan dengan sejumlah komponen dan sensor yang menjadi implementasi alat penelitian. Tujuan dari bagian-bagian dan sensor ini adalah agar alat dapat bekerja sebagaimana mestinya. Alat yang dibangun ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Implementasi Alat

Berikut pada gambar 6 merupakan tampilan hasil implementasi mendeteksi api menggunakan gas korek api di dalam suatu ruangan.



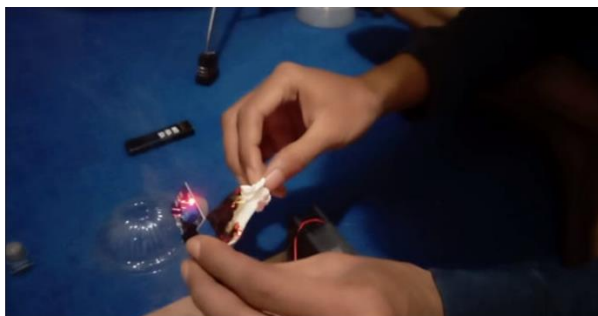
Gambar 6. Hasil Implementasi Alat Deteksi Api

Pada gambar 6 merupakan hasil implementasi alat deteksi api dengan cara menggunakan korek api didekatkan ke *flame detector* sensor, sehingga *flame detector* sensor dapat mendeteksi adanya api. Setelah sensor mendeteksi adanya api akan di proses menggunakan mikrokontroler untuk dikirim berupa status informasi ke *telegram bot*. Berikut dibawah ini merupakan Tabel 4.4 merupakan hasil pengujian dari deteksi api.

Tabel 6 Hasil Kondisi Implementasi Alat Deteksi Api

No	Data Api	Kondisi
1	Tidak Terdeteksi Adanya Api	Aman
2	Tidak Terdeteksi Adanya Api	Bocor Kecil
3	Terdeteksi Adanya Api	Bahaya

Berikut pada Gambar 7 merupakan tampilan hasil implementasi mendeteksi asap menggunakan tissue terbakar di dalam suatu ruangan.



Gambar 7 Hasil Implementasi Alat Deteksi Asap

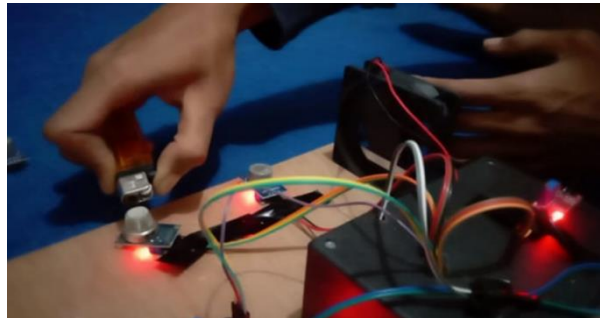
Pada gambar 7. Merupakan hasil implementasi alat deteksi asap dengan cara menggunakan tissue terbakar di dekatkan ke sensor MQ-2, sehingga dapat mendeteksi adanya asap dengan jumlah ppm dengan jarak 5 cm sampai 10 cm. setelah sensor mendeteksi adanya asap akan diproses menggunakan mikrokontroler untuk dikirimkan berupa status informasi ke *telegram bot*.

Berikut dibawah ini merupakan tabel 8 merupakan hasil pengujian dari deteksi asap didalam suatu ruangan.

Tabel 8 Hasil Kondisi Implementasi Alat Deteksi Asap

No	Data Asap	Kondisi
1	200.00 PM	Aman
2	214.00 PPM	Bocor Kecil
3	243.00 PPM	Bahaya

Berikut pada gambar 8 merupakan tampilan hasil implementasi mendeteksi gas menggunakan korek api didalam suatu ruangan.



Gambar 8 Hasil Implementasi Alat Deteksi Gas

Pada gambar 8 merupakan hasil implementasi deteksi gas dengan cara menggunakan korek api di dekatkan ke MQ-6, sehingga MQ-6 dapat mendeteksi adanya gas dengan jarak 5 cm sampai 10 cm. setelah sensor mendeteksi adanya gas akan diproses menggunakan mikrokontroller untuk dikirimkan berupa status informasi *telegram bot*.

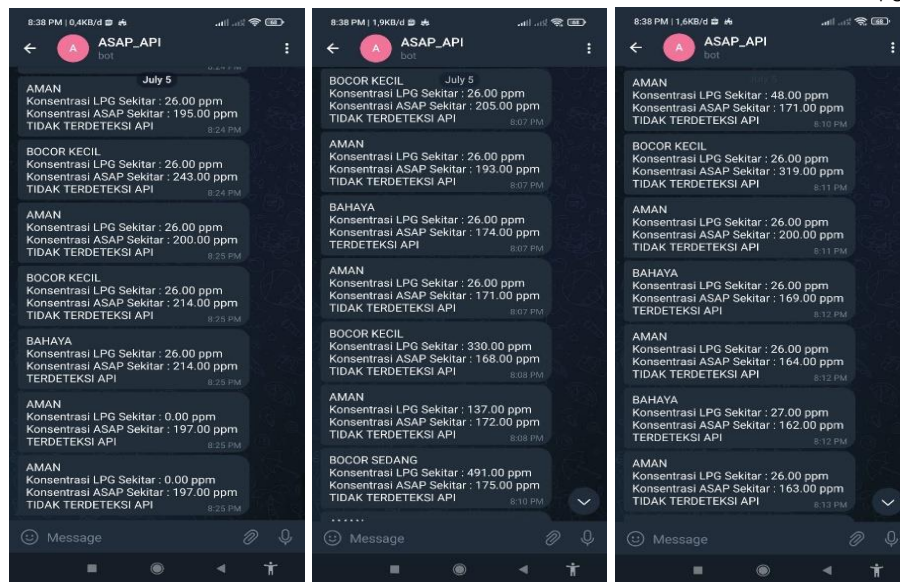
Berikut dibawah ini merupakan tabel 9 merupakan hasil pengujian dari deteksi gas di dalam suatu ruangan.

Tabel 9 Hasil Kondisi Implementasi Alat Deteksi Gas

No	Data Asap	Kondisi
1	26.00 PM	Aman
2	292.00 PPM	Bocor Kecil
3	439.00 PPM	Bahaya

2. Hasil Implementasi Sistem

Tujuan dari sistem monitoring ini adalah untuk mengawasi data yang dikumpulkan oleh sensor terhadap hal-hal yang menghasilkan informasi tentang PPM dan keberadaan api. Sesuai dengan penerapan sistem ini, sensor yang mendeteksi gas, asap, dan api akan digunakan sebagai proses *input*, dan mikrokontroler akan memproses datanya. Setelah data diproses akan di *ouput* berupa pemberitahuan informasi kondisi ke *telegram bot*. Pada tampilan *telegram bot* ini terdapat fitur pemberitahuan dalam bentuk pesan otomatis. Berikut pada Gambar 9 merupakan hasil implementasi sistem.



Gambar 9. Hasil Implementasi Sistem

3. Hasil Implementasi *Fuzzy logic*

Fuzzyfikasi adalah langkah pertama dalam mengembangkan logika *fuzzy*. Setelah dihasilkan langkah *fuzzyfikasi* selanjutnya dalam bentuk *rule base*, maka variabel masukan dalam penelitian ini akan ditentukan, dengan sensor sebagai variabel masukannya. Aturan yang ditampilkan pada Tabel 10 adalah sebagai berikut.

Tabel 10. *Rule base* Hasil Implementasi *Fuzzy logic*

No	Kondisi Asap	Kondisi Gas	Kondisi Kipas	Kondisi Buzzer
1.	Aman	Aman	Mati	Mati
2.	Aman	Peringatan	Hidup	Mati
3.	Aman	Bahaya	Hidup	Hidup
4.	Peringatan	Aman	Hidup	Mati
5.	Peringatan	Peringatan	Hidup	Mati
6.	Peringatan	Bahaya	Hidup	Hidup
7.	Bahaya	Aman	Hidup	Hidup
8.	Bahaya	Peringatan	Hidup	Hidup
9.	Bahaya	Bahaya	Hidup	Hidup

Selanjutnya tahapan terakhir *defuzzyfikasi*, untuk menentukan berapa lama *buzzer* dan kipas bekerja untuk mengamankan bencana kebakaran.

D. Hasil Pengujian

Logika *Fuzzy* diterapkan pada tahap pengujian penelitian dengan tujuan menentukan derajat ketidakpastian sebanyak 20 kali. Temuan uji dari suatu penelitian akan semakin baik jika semakin banyak sampel uji yang digunakan atau diperoleh. Tabel pengujian ini mencakup status pengujian, kondisi *buzzer*, kondisi kipas, keadaan gas, kondisi asap, dan data asap. Tabel 11 menampilkan hasil pengujian penggunaan logika *fuzzy*.

Tabel 11. Pengujian Implementasi *Fuzzy logic*

NO	Data Asap (PPM)	Kondisi Asap	Data Gas	Kondisi Gas (PPM)	Kondisi Buzzer	Kondisi Kipas	Status Pengujian
1	436	Bahaya	22	Aman	Hidup	Hidup	Sesuai
2	490	Bahaya	25	Aman	Hidup	Hidup	Sesuai
3	393	Bahaya	24	Aman	Hidup	Hidup	Sesuai
4	359	Bahaya	24	Aman	Hidup	Hidup	Sesuai
5	350	Bahaya	24	Aman	Hidup	Hidup	Sesuai
6	147	Peringatan	49	Aman	Mati	Hidup	Sesuai
7	337	Bahaya	80	Aman	Hidup	Hidup	Sesuai
8	505	Bahaya	90	Aman	Hidup	Hidup	Sesuai
9	569	Bahaya	292	Peringatan	Mati	Hidup	Sesuai
10	596	Bahaya	158	Peringatan	Hidup	Hidup	Sesuai
11	88	Aman	26	Aman	Mati	Mati	Sesuai

NO	Data Asap (PPM)	Kondisi Asap	Data Gas	Kondisi Gas (PPM)	Kondisi Buzzer	Kondisi Kipas	Status Pengujian
12	223	Peringatan	26	Aman	Mati	Hidup	Sesuai
13	231	Peringatan	26	Aman	Mati	Hidup	Sesuai
14	243	Peringatan	27	Aman	Mati	Hidup	Sesuai
15	257	Peringatan	26	Aman	Mati	Hidup	Sesuai
16	226	Peringatan	27	Aman	Mati	Hidup	Sesuai
17	214	Peringatan	439	Bahaya	Hidup	Hidup	Sesuai
18	211	Peringatan	38	Aman	Mati	Hidup	Sesuai
19	200	Peringatan	27	Aman	Mati	Hidup	Sesuai
20	205	Peringatan	26	Aman	Mati	Hidup	Sesuai
Hasil Pengujian						Sesuai = 20	
						Tidak Sesuai = 0	

Setelah selesainya tahap pertama, strategi penelitian menggunakan logika *fuzzy* untuk menilai tingkat ketidakpastian sebanyak 20 kali dievaluasi. Ada 20 tes yang cocok. Rata-rata hasil penilaian tes logika *fuzzy* tercantum di bawah ini untuk tes logika *fuzzy*:

$$\text{Nilai Rata - rata } (\bar{x}) = \frac{20 \text{ Sesuai}}{20 \text{ Pengujian}} \times 100\% = 100\%$$

Penggunaan korek api untuk mendeteksi keberadaan api sebanyak sepuluh kali merupakan teknik pengujian yang digunakan pada tahap kedua pengujian sensor pendeteksi api. Jumlah pengujian, data kebakaran, kondisi pompa air, dan status pengujian semuanya disertakan dalam tabel pengujian ini. Tabel 12 menampilkan hasil pengujian deteksi kebakaran.

Tabel 12. Hasil Pengujian Deteksi Api

Jumlah Pengujian	Data Api	Kondisi Water Pump	Status Pengujian
Pengujian Ke 1	Tidak Terdeteksi Api	Tidak Menyala	Berhasil
Pengujian Ke 2	Terdeteksi Api	Menyala	Berhasil
Pengujian Ke 3	Tidak Terdeteksi Api	Tidak Menyala	Berhasil
Pengujian Ke 4	Terdeteksi Api	Menyala	Berhasil
Pengujian Ke 5	Tidak Terdeteksi Api	Tidak Menyala	Berhasil
Pengujian Ke 6	Terdeteksi Api	Menyala	Berhasil
Pengujian Ke 7	Tidak Terdeteksi Api	Tidak Menyala	Berhasil
Pengujian Ke 8	Terdeteksi Api	Menyala	Berhasil
Pengujian Ke 9	Tidak Terdeteksi Api	Tidak Menyala	Berhasil
Pengujian Ke 10	Terdeteksi Api	Menyala	Berhasil

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Percobaan yang dilakukan menghasilkan kesimpulan sebagai berikut. (A) Mikrokontroler Nodemcu ESP8266, Arduino UNO, Sensor *flame detector*, Sensor MQ-2, Servo, Relay, *Buzzer*, Kipas Angin, dan Pompa Air dengan deteksi kebakaran merupakan desain perangkat. Mikrokontroler Nodemcu ESP8266 dapat diakses menggunakan *bot Telegram*.. dan (b) Pengujian tingkat akurasi dengan melakukan deteksi api menggunakan korek api yang didekatkan ke *flame detector* sensor, sehingga sensor tersebut dapat membaca adanya api dengan hasil pengujian berhasil 100% dari 10 kali pengujian. Pengujian akurasi dengan melakukan deteksi gas dan asap menggunakan gas korek api dan tisu terbakar yang menyebabkan adanya asap, sehingga sensor tersebut dapat membaca adanya gas bocor dan asap dari *tissue* terbakar dengan hasil pengujian berhasil 100% dari 20 kali pengujian.

Berdasarkan pengalaman pembuatan alat dan pengujian yang dilakukan, rekomendasi berikut dapat dibuat, menambahkan sensor untuk mendeteksi kebakaran seperti sensor suhu untuk mendeteksi panas, menggunakan metode selain *fuzzy logic* untuk penyesuaian nilai asap dan gas, yang menyebabkan kipas dan *buzzer* menyala atau mati, dan menggunakan sensor gas dan asap selain MQ-6 dan MQ-2, agar akurasi terdeteksinya lebih stabil dan akurat.

PENGAKUAN

Naskah ilmiah ini adalah sebagian dari penelitian Tugas Akhir milik Ratmita dengan judul Rancang Bangun Alat Deteksi Kebakaran Berbasis *Internet of things* Menggunakan Metode *fuzzy logic* yang dibimbing oleh Dr. Ahmad Fauzi, M.Kom dan Tohirin Al Mudzakir, M.Kom.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bahari, Widyatmoko Putra, And Ari Sugiharto. 2019. "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebakaran Berbasis Internet Of Things (Iot)." Eprints.Uty.Ac.Id 1: 1–9. [Http://Eprints.Uty.Ac.Id/3322/1/Naskah Publikasi_Widyatmoko Putra Bahari_5150711016.Pdf](http://Eprints.Uty.Ac.Id/3322/1/Naskah_Publikasi_Widyatmoko_Putra_Bahari_5150711016.Pdf).
- [2] Dewi Lusita Hidayati Nurul, Rohmah F Mimin, Zahara Doffa. 2019. "Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Things (Iot)." : 3.
- [3] Faisal, Sutan, And Santi Arum Puspita Lestari. 2021. "Sistem Kendali Akuarium Pada Pemeliharaan Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (Iot) Dengan Algoritma Fuzzy Logic." Ii(1).
- [4] Fajar Wicaksono, Mochamad. 2017. "Implementasi Modul Wifi Nodemcu Esp8266 Untuk Smart Home." Jurnal Teknik Komputer Unikom-Komputika 6(1): 9–14.
- [5] Fitriani, Wila Et Al. 2018. "Aplikasi Monitoring Kebakaran Berbasis Iot (Internet Of Things) Menggunakan Fuzzy Logic Dan Microcontroller Wemos D1 Mini , Sensor Suhu Dht22 , Sensor Asap Mq-7 , Dan Flame Sensor Dengan Memberikan Informasi Melalui Sms (Short Message Service) Di Pt." Jurnal Skanika 1(1): 159–65.
- [6] Gorontalo, Universitas Ichsan, And Internet Of Things. 2018. "Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor Fc- 28 Dan Arduino Uno." 10: 237–43.
- [7] Hidayat, M. Reza, Christiono Christiono, And Budi Septiana Sapudin. 2018. "Perancangan Sistem Keamanan Rumah Berbasis Iot Dengan Nodemcu Esp8266 Menggunakan Sensor Pir Hc-Sr501 Dan Sensor Smoke Detector." Kilat 7(2): 139–48.
- [8] Hidayat Rahmad, Herdiana Yudi. 2020. "Perancangan Model Simulasi Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Dan Kebakaran Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Internet Of Things (Iot)." Jtiulm 05: 79–86.
- [9] Hw, Eva Aisah, Rohmat Tulloh, Sugondo Hadiyoso, And Dadan Nur Ramadan. 2021. "Sistem Pemantauan Dan Pendeteksi Kebakaran Berbasis Logika Fuzzy Dan Real-Time Database." Elkomika: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika 9(3): 577.
- [10] Imamuddin, Muhammad, And Zulwisli Zulwisli. 2019. "Sistem Alarm Dan Monitoring Kebakaran Rumah Berbasis Nodemcu Dengan Komunikasi Android." Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika) 7(2): 40.
- [11] Marina, Artiyasa; Et Al. 2020. "Studi Perbandingan Platform Internet Of Things (Iot) Untuk Smart Home Kontrol Lampu Menggunakan Nodemcu Dengan Aplikasi Web Thingspeak Dan Blynk." Jurnal Fidelity 2(1): 59–78.
- [12] Mubarak, Roy. 2017. "Sistem Cerdas Berbasis Konsep Fuzzy Logic Untuk Evaluasi Kinerja Karyawan." Jurnal Teknologi Informasi Esit Xi(02): 36–40.
- [13] Ordila, Rian, And Yuda Irawan. 2020. "Penerapan Alat Kendali Kipas Angin Menggunakan Microcontroller Arduino Mega 2560 Dan Sensor Dht22 Berbasis (Studi Kasus : Smks Pariwisata Ekatama Pekanbaru) Rjocs Penerapan Alat Kendali Kipas Angin Menggunakan Microcontoler Arduino Mega 2560 Dan Sensor ." 06(02): 101–6.
- [14] Putra, Artansyah Rahmatan, Triuli Novianti, And Tining Haryanti. 2020. Ayu Ratna Juwita Prototipe Sistem Pendeteksi Kebakaran Dan Kontroling Lampu Berbasis." 2(2): 60–68.
- [15] Bagas Lantip Trengginas, Hanny Hikmayanti Handayani, Ayu Ratna Juwita "Rancang Bangun Sistem Parkir Otomatis Pada Kampus UBP Berbasis IoT" Vol. III No: 2, pp. 269, Juli 2022,