



Implementasi Sistem Pendeteksi Asap Kebakaran dengan Mikrokontroler Arduino Dengan Metode Fuzzy Mamdani

Nurli Alifah¹, Agung Susilo Yuda Irawan²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

e-mail: 1910631170114@student.unsika.ac.id¹, agung@unsika.ac.id²

Abstract

Fire disasters often occur due to various factors, one of which is public negligence and lack of anticipation to prevent fires from occurring. In most cases, the fire is often known when it has grown. Based on these problems, we need a system that can detect fires as quickly as possible from the appearance of smoke to prevent the emergence of a fire that is getting bigger. In this study, the author will create a system in the form of a fire smoke detector using an Arduino Uno microcontroller with the fuzzy mamdani method. The author wants to compare the fuzzy mamdani method and the Arduino device to get the most accurate results possible. Fuzzy reasoning was chosen because this method is able to calculate data that is vague to not vague, commonly called a vague analogy, namely the value used is between 0 and 1. In this system there is an MQ-2 sensor module to detect smoke and an LM35 temperature sensor connected to the Arduino Uno microcontroller. as a center for controlling the work of other devices and a data processing center on the system. And the program is made on Arduino IDE. With an LCD output to display information about the presence of smoke and an output in the form of a buzzer to give a warning sound. In this study, the results showed that the Fire Smoke Detection System Using an Arduino Microcontroller with the Fuzzy Mamdani Method could run well and produce state outputs that were in accordance with the fuzzy calculations in Matlab.

Keywords: Arduino, Fuzzy mamdani, fire alarm, MQ2, LM35

Abstrak

Bencana sering terjadi karena berbagai faktor, salah satunya kelalaian masyarakat dan kurangnya antisipasi untuk terjadinya kebakaran terjadi. Dari kebanyakan kasus yang ada kebakaran tersebut sering diketahui ketika sudah membesar. Berdasarkan masalah tersebut, diperlukan sebuah sistem yang dapat mendeteksi cepat dari mulai munculnya secepatnya untuk mencegah kemungkinan munculnya api yang semakin besar. Pada penelitian ini penulis akan membuat sebuah sistem berupa pendeteksi kebakaran menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan metode fuzzy mamdani. Penulis ingin membandingkan metode fuzzy mamdani dan perangkat Arduino untuk mendapatkan hasil seakurat mungkin. Penalaran Fuzzy dipilih karena metode ini mampu menghitung data yang samar menjadi tidak samar biasa disebut analogi samar yaitu nilai yang dipakai berada di antara 0 dan 1. Pada sistem ini terdapat modul sensor MQ-2 untuk mendeteksi secepatnya dan sensor suhu LM35 yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pengontrolan kerja perangkat lain dan pusat pemrosesan data pada sistem. Dan program dibuat pada Arduino IDE. Dengan output LCD untuk menampilkan keterangan adanya secepatnya dan output berupa buzzer untuk memberi suara peringatan. Pada penelitian ini mendapatkan hasil bahwa Sistem Pendeteksi Asap Kebakaran Menggunakan Mikrokontroler Arduino dengan Metode Fuzzy Mamdani dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan keluaran keadaan yang sesuai dengan perhitungan fuzzy pada matlab.

Kata kunci: Arduino, Fuzzy mamdani, alarm kebakaran, MQ2, LM35



1. PENDAHULUAN

Kebakaran sering terjadi hampir setiap hari, dimana pun, kapan pun tak jarang sampai merengut korban jiwa dan menyebabkan kerugian. Bencana kebakaran sering terjadi disebabkan oleh beberapa faktor, seperti korsleting listrik, *human error*, puntung rokok, kebocoran gas, lalai mematikan kompor dan lain-lain, dan tidak menuntut kemungkinan juga dari kelalaian masyarakat.

Terdapat Banyak sekali faktor terjadinya kebakaran antara lain akibat korsleting listrik, yang disebabkan kenaikan suhu dari proses mekanis sehingga menimbulkan api, dan faktor manusia atau *human error* yang kurang paham tentang prinsip penyebab kebakaran [1]. Namun dalam terjadinya kebakaran terkadang pemadam kebakaran terlambat sampai ke lokasi kejadian kebakaran dan api sudah membesar sehingga telat dalam penanganan dan akses ke lokasi kebakaran yang susah untuk ditempuh [2].

Di banyak gedung atau perumahan saat ini alat penanganan kebakaran yang digunakan untuk mencegah terjadinya kebakaran belum banyak digunakan. Padahal langkah ini merupakan langkah tindakan pertama untuk keselamatan bagi manusia jika terjadi kebakaran yang tidak diinginkan [3].

Dari banyaknya kasus kebakaran yang terjadi tersebut sering diketahui ketika api sudah membesar. Hal ini dibutuhkannya cara untuk mencegah, mendeteksi, meminimalisir kebakaran yang akan terjadi semakin besar. Maka dibutuhkannya sarana seperti alat pendeteksi atau sistem pemadam kebakaran otomatis agar nantinya tidak ada kerugian yang serius disebabkan oleh kebakaran.

Berdasarkan data statistik dinas penanggulangan bencana kebakaran Kabupaten Bekasi, peristiwa kebakaran yang terjadi di Kabupaten Bekasi pada tahun 2021 sudah terjadi sebanyak 146 kasus setiap bulan selalu mengalami kenaikan [5].

Pada penelitian ini penulis merancang sebuah sistem secara sederhana menggunakan mikrokontroler, yakni sistem pendeteksi asap kebakaran menggunakan metode *fuzzy* sebagai pembanding keefektifan dari sistem. Pada sistem ini terdapat sensor modul MQ-2 untuk mendeteksi asap dan sensor suhu LM35 yang dihubungkan dengan *Arduino Uno* sebagai pusat pengontrolan kerja perangkat lain dan pusat pemrosesan data pada sistem. Program dibuat pada *Arduino IDE*. Dengan *output* LCD untuk menampilkan keterangan adanya asap dan buzzer untuk memberi suara peringatan.

Penelitian ini mendapatkan hasil, bahwa Implementasi Sistem Pendeteksi Asap Kebakaran Menggunakan Mikrokontroler *Arduino* dengan Metode *Fuzzy* Mamdani berjalan dengan baik sesuai dengan tujuan penelitian untuk meminimalisir terjadinya kebakaran dengan pendeteksian asap dan suhu dengan menggunakan logika *fuzzy* sebagai system penentu keputusan akurat atau tidaknya perangkat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Studi Literatur

Studi Literatur mempelajari dasar teori yang dibutuhkan dalam penyusunan karya ilmiah dan pembuatan sistem. Teori-teori pendukung yang diperlukan

diperoleh dari jurnal dan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik yang kami angkat. Referensi yang diperlukan dalam penulisan karya ilmiah ini yaitu logika *fuzzy*, sensor asap *MQ-2*, sensor suhu *LM35*, mikrokontroler *Arduino Uno*, *buzzer*, dan *LCD*.

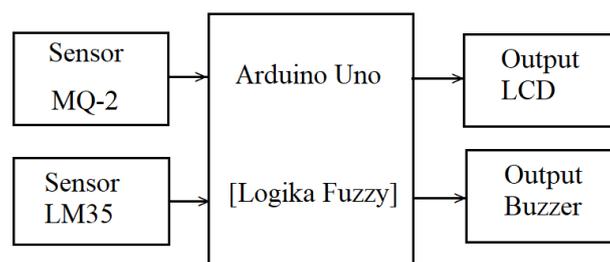
2.2. Analisis dan Perancangan Sistem

Sistem pendeteksi api ini menggunakan *input* dari hasil pembacaan sensor asap *MQ-2* dan pembacaan sensor suhu *LM35*, selanjutnya hasil pembacaan *input* diolah pada mikrokontroler *Arduino Uno* yang di dalamnya terdapat logika *fuzzy* yang kemudian hasil pengolahan data di lanjutkan menuju *output* berupa *LCD* untuk menghasilkan keterangan keadaan dan *buzzer* yang digunakan sebagai sirine peringatan. Metode *fuzzy* pada sistem ini menggunakan metode Mamdani karena metode ini menghasilkan *output* berupa fungsi linear atau konstanta, jika diimplementasikan ke sistem ini akan menghasilkan keadaan “aman”, “waspada”, “siaga”, dan “bahaya”.

Asap dideteksi oleh keberadaan sensor gas *MQ-2* dimana tabung aluminium sensor yang dikelilingi oleh silikon dan di pusatnya ada elektroda yang terbuat dari aurum di mana ada element pemanasnya akan mendeteksi adanya asap. Kemudian sensor *LM35* sebagai sensor suhu yang akan mendeteksi suhu yang akan menimbulkan api tersebut akan membesar dan menimbulkan kebakaran atau hanya asap biasa saja yang tidak menimbulkan kebakaran. Dengan konduktivitas rendah dari asap di udara, ketika ada asap dengan konduktivitas sensor meningkat seiring dengan meningkatnya tingginya suhu. Sensor akan mengkonversi perubahan dan konduktivitas yang terjadi untuk menyesuaikan sinyal *output*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

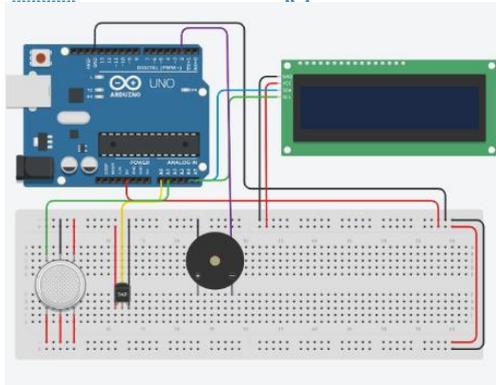
3.1. Deskripsi Sistem



Gambar 1. Skema Perancangan Sistem

Sistem yang dibangun memiliki 2 jenis *input* berupa data kadar asap dan suhu di sekitar *prototype* dan 2 jenis *output* yaitu *LCD* dan *buzzer*. Menggunakan sensor *MQ-2* untuk mendeteksi kadar asap dan menggunakan sensor *LM35* untuk mendeteksi suhu. Hasil *input* akan diproses pada *Arduino* dengan menggunakan logika *fuzzy*, kemudian hasil *output*nya akan dilanjutkan ke *LCD* dan *Buzzer*. Jika terdeteksi asap dengan kadar tinggi maka *LCD* akan menghasilkan *output* keterangan mengenai keadaan dan *Buzzer* akan mengeluarkan bunyi sebagai peringatan [4].

3.2. Desain Prototype dan Arsitektur perangkat



Gambar 2. Desain Prototype dan Arsitektur Perangkat

Skema perancangan system alarm kebakaran secara keseluruhan, dimana Pada gambar tersebut seluruh perangkat komponen digabungkan menjadi satu sistem yang saling bekerja sama untuk mencapai tujuan yang sama. Perangkat yang digunakan pada sistem ini antara lain, *Arduino Uno*, sensor *LM35*, sensor *MQ-2*, *buzzer*, *LCD*, dan *breadboard*. *Arduino Uno* bertugas sebagai pusat control pengendali komponen seperti sensor, *LCD*, dan *buzzer*, sedangkan *breadboard* sebagai papa pengalir arus listrik ke seluruh perangkat. Pada gambar berikut ini jalur Pin penghubung *Arduino* dengan perangkat

Tabel 1. Pin *Arduino*

Pin <i>Arduino</i>	Pin <i>MQ-2</i>	Pin <i>LM35</i>	Pin <i>LCD</i>	Pin <i>Buzzer</i>
GND	GND	GND	GND	GND
VCC	VCC	VCC	VCC	-
3.3V	-	-	-	IN
A1	-	A0	-	-
A2	A0	-	-	-
A4	-	-	SDA	-
A5	-	-	SCL	-
2	-	-	-	I/O

3.3. Logika Fuzzy

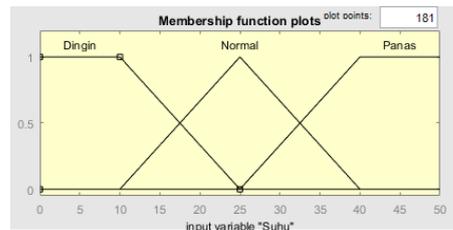
Perancangan sistem dengan metode *Fuzzy* membutuhkan beberapa proses, antara lain fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Masing-masing sub-proses pada kontrol *fuzzy* memiliki fungsi yang saling terkait. Setiap sub-proses tersebut akan memproses *input* dan menghasilkan *output*. *Output* yang dihasilkan satu sub-proses akan digunakan sebagai *input* untuk sub-proses berikutnya sampai menghasilkan *output* akhir. Sistem yang dibangun memiliki 2 jenis *input* berupa data kadar Gas dan suhu, kemudian untuk *output*nya ada 2 jenis yaitu *LCD* dan *buzzer*.

a) Fuzzifikasi

Pada data kadar asap digolongkan menjadi 3 kriteria, yaitu rendah, medium, tinggi. Dan untuk data suhu digolongkan menjadi 3 kriteria yaitu dingin, normal, panas.

1) Variabel Suhu

Variabel suhu yang dilihat dari kurva keanggotaan dimana variabel dingin kurva turun, normal kurva segitiga yang menggabungkan 2 garis linear, dan panas kurva naik. Memiliki 3 himpunan yaitu dingin, normal, panas.



Gambar 3. Grafik Fungsi Keanggotaan variabel Suhu

Fungsi keanggotaan dari variabel *Input* suhu :

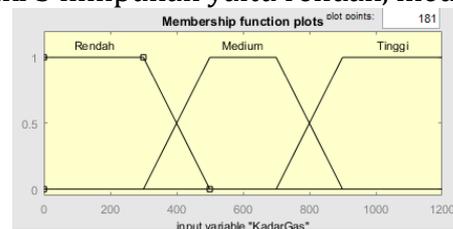
$$\mu_{Dingin} |X| = \begin{cases} 0 & X \geq 25 \\ \frac{25 - X}{25 - 10} & 10 \leq X \leq 25 \\ 1 & X \leq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal} |X| = \begin{cases} \frac{X - 10}{25 - 10} & X \leq 10 \text{ OR } X \geq 40 \\ \frac{40 - X}{40 - 25} & 10 \leq X \leq 25 \\ 1 & 25 \leq X \leq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{Panas} |X| = \begin{cases} 0 & X \geq 25 \\ \frac{X - 25}{40 - 25} & 25 \leq X \leq 40 \\ 1 & X \leq 40 \end{cases}$$

2) Variabel Kadar Gas

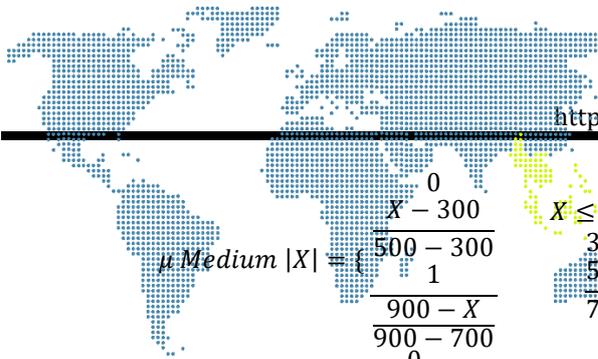
Variabel kadar Gas yang dilihat dari kurva keanggotaan dimana variabel Rendah kurva turun, Medium kurva trapesium, dan tinggi kurva naik. Memiliki 3 himpunan yaitu rendah, medium, tinggi.



Gambar 4. Grafik Fungsi Keanggotaan variabel Kadar Gas

Fungsi keanggotaan dari variabel *Input* Kadar Asap:

$$\mu_{Rendah} |X| = \begin{cases} 0 & X \geq 500 \\ \frac{500 - X}{500 - 300} & 300 \leq X \leq 500 \\ 1 & X \leq 300 \end{cases}$$

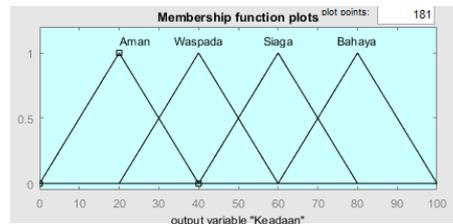


$$\mu_{Medium} |X| = \begin{cases} \frac{X-300}{500-300} & X \leq 300 \text{ OR } X \geq 900 \\ 1 & 300 \leq X \leq 500 \\ \frac{900-X}{900-700} & 500 \leq X \leq 700 \\ 0 & 700 \leq X \leq 900 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi} |X| = \begin{cases} \frac{X-700}{900-700} & X \geq 700 \\ 1 & 700 \leq X \leq 900 \\ 0 & X \leq 900 \end{cases}$$

3) Variabel Keadaan

Variabel Keadaan yang dilihat dari kurva keanggotaan keempatnya adalah kurva segitiga. Memiliki 4 himpunan yaitu aman, waspada, siaga, bahaya.



Gambar 5. Grafik Fungsi Keanggotaan variabel Keadaan

Fungsi keanggotaan dari variabel *Input* Keadaan:

$$\mu_{Aman} |X| = \begin{cases} \frac{X-0}{20-0} & X \leq 0 \text{ OR } X \geq 40 \\ \frac{40-X}{40-20} & 0 \leq X \leq 20 \\ 0 & 20 \leq X \leq 40 \end{cases}$$

$$\mu_{Waspada} |X| = \begin{cases} \frac{X-20}{40-20} & X \leq 20 \text{ OR } X \geq 60 \\ \frac{60-X}{60-40} & 20 \leq X \leq 40 \\ 0 & 40 \leq X \leq 60 \end{cases}$$

$$\mu_{Siaga} |X| = \begin{cases} \frac{X-40}{60-40} & X \leq 40 \text{ OR } X \geq 80 \\ \frac{80-X}{80-60} & 40 \leq X \leq 60 \\ 0 & 60 \leq X \leq 80 \end{cases}$$

$$\mu_{Bahaya} |X| = \begin{cases} \frac{X-60}{80-60} & X \leq 60 \text{ OR } X \geq 100 \\ \frac{100-X}{100-80} & 60 \leq X \leq 80 \\ 0 & 80 \leq X \leq 100 \end{cases}$$

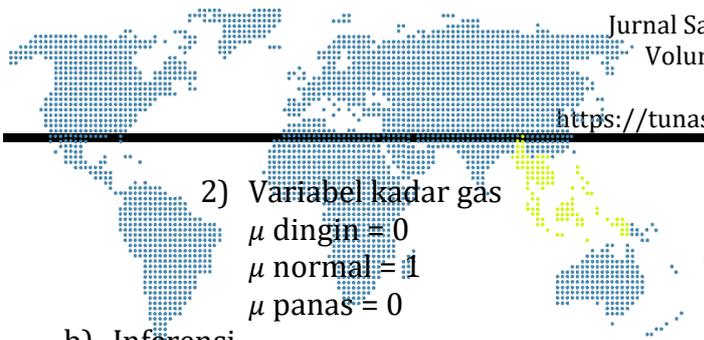
Jika Suhu 30 derajat celcius, dan kadar gas 700 karbon monoksida, maka keadaan ruangan dihitung sebagai berikut :

1) Variabel suhu

$$\mu_{dingin} = 0$$

$$\mu_{normal} [30] = (40-30)/15 = 0.67$$

$$\mu_{panas} [30] = (30-25)/15 = 0.33$$



2) Variabel kadar gas

$$\mu \text{ dingin} = 0$$

$$\mu \text{ normal} = 1$$

$$\mu \text{ panas} = 0$$

b) Inferensi

Membuat aturan (Rule) yang ditetapkan berpatokan dengan derajat keanggotaan

```

1. If (Suhu is Dingin) and (KadarGas is Rendah) then (Keadaan is Aman) (1)
2. If (Suhu is Normal) and (KadarGas is Rendah) then (Keadaan is Aman) (1)
3. If (Suhu is Panas) and (KadarGas is Rendah) then (Keadaan is Siaga) (1)
4. If (Suhu is Dingin) and (KadarGas is Medium) then (Keadaan is Waspada) (1)
5. If (Suhu is Normal) and (KadarGas is Medium) then (Keadaan is Waspada) (1)
6. If (Suhu is Panas) and (KadarGas is Medium) then (Keadaan is Siaga) (1)
7. If (Suhu is Dingin) and (KadarGas is Tinggi) then (Keadaan is Siaga) (1)
8. If (Suhu is Normal) and (KadarGas is Tinggi) then (Keadaan is Siaga) (1)
9. If (Suhu is Panas) and (KadarGas is Tinggi) then (Keadaan is Bahaya) (1)
    
```

Gambar 6. Aturan Inferensi

Mengumpulkan semua *ruleny* karena menggunakan metode mamdani maka mamdani menggunakan komposisi aturan(*rule*) dengan fungsi **max**. Variabel *output* keadaan di kelompokkan menjadi 4 bagian yaitu: aman, waspada, siaga, bahaya kemudian dicari nilai predikat yang paling besar atau tertinggi disetiap kelompok variabel *output*. Pada variabel aman tidak ada yang diambil karena semuanya tidak ada yang tertinggi. Pada variabel waspada diambil *rule* [R5] If suhu **normal** and kadar gas **medium**, then keadaan **waspada 0,67**. Pada variabel siaga diambil *rule* [R8] If suhu **normal** and kadar gas **tinggi**, then keadaan **siaga 0,5**. Pada variabel bahaya karena grafik tidak menyinggung garis bahaya. Gabungkan grafik keanggotaan yang tertinggi dari setiap variabel linguistik setelah digabungkan mendapatkan hasil grafik linier turun.

Untuk menghitung nilai *z*, tentukan terlebih dahulu titik perpotongan t_1 dan t_2

$$\text{Nilai } t_1$$

$$\frac{60 - t_1}{60 - 40} = 0,67$$

$$-t_1 = -46,6$$

$$t_1 = 46,6$$

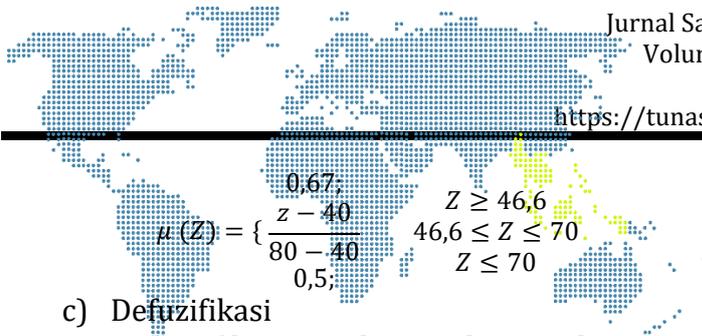
$$\text{Nilai } t_2$$

$$\frac{80 - t_2}{80 - 60} = 0,5$$

$$-t_2 = -70$$

$$t_2 = 70$$

Tentukan fungsi himpunan *fuzzy* yang baru berdasarkan hasil kurva penggabungan



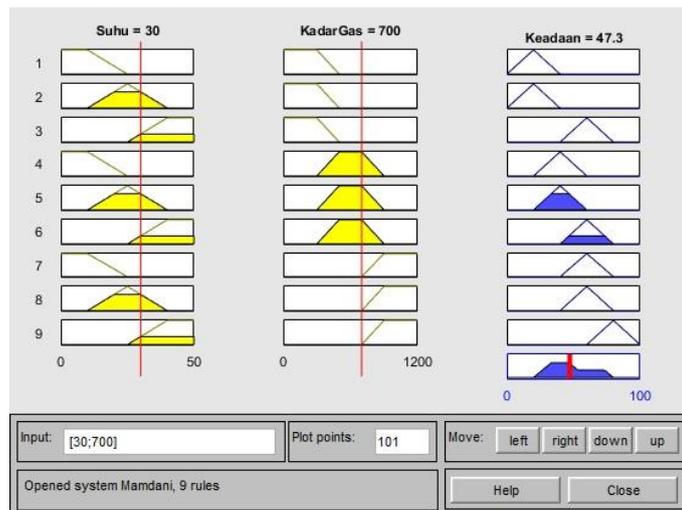
$$\mu(Z) = \begin{cases} 0,67; & Z \geq 46,6 \\ \frac{z - 40}{80 - 40} & 46,6 \leq Z \leq 70 \\ 0,5; & Z \leq 70 \end{cases}$$

c) Defuzzifikasi

Defuzzifikasi untuk metode Mamdani yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *centroid (Composite Moment)* dimana solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah *fuzzy*. Untuk mendapatkan defuzzifikasinya dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata. Pada implementasi dan pengujian hasil analisa ini, digunakan aplikasi *toolbox* matlab untuk tahap pengujian terhadap analisa kepada *fuzzymatlabtoolbox*, yang harus dilakukan setelah menjalankan aplikasi matlab adalah mengaktifkan *toolbox fuzzy* dengan cara mengetikkan *fuzzy* pada *command line*.

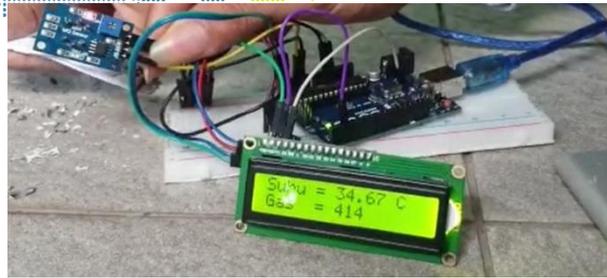
3.4. Logika Fuzzy

Pengujian proses *fuzzy* pada program Matlab terhadap suhu 30 dan kadar gas sebesar 700. Pada suhu 30 dan kadar gas 700 menghasilkan *output* keadaan sebesar 48.21.

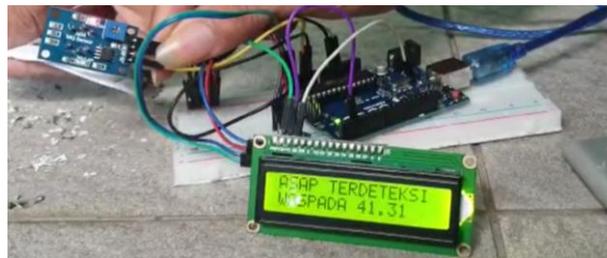


Gambar 7. Grafik Pengujian Sistem Logika Fuzzy dengan Matlab

Pengujian pembacaan *input* sensor menggunakan proses *fuzzy* pada program *Arduino* terbaca suhu 34.67°C dan kadar gas sebesar 414. Pada *input* tersebut menghasilkan *output* keadaan sebesar 41.31, maka *LCD* mencetak keadaan asap berupa “ASAP TERDETEKSI WASPADA” dan mencetak nilai keadaan, serta *buzzer* berbunyi.



Gambar 8. Pengujian Sistem Perangkat *Arduino*



Gambar 9. Hasil Pengujian Sistem Perangkat *Arduino*

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka didapat kesimpulan berupa sistem dapat membaca *input* asap yang diberikan melalui sensor *MQ-2* dan *input* suhu pada *LM35*, sistem juga dapat menghasilkan *output* yang diharapkan yakni mencetak keadaan pada *LCD* dan *buzzer* menyala pada keadaan ≥ 40 . Perancangan dan Implementasi Sistem Pendeteksi Asap Kebakaran Menggunakan Mikrokontroler *Arduino* dengan Metode *Fuzzy Mamdani* dapat berjalan baik dan menghasilkan *output* keadaan yang sesuai dengan perhitungan *fuzzy* pada *matlab*. Dari hasil penelitian yang dilakukan penulis, maka penulis menyarankan untuk mengembangkan sistem tersebut berupa menggunakan sensor yang lebih akurat agar sistem dapat ditempatkan pada ruangan yang lebih luas. Menggunakan *software* yang dapat memberi peringatan secara *realtime*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Anam *Et Al.*, "Kebakaran Pada Smart Home Menggunakan Metode," Pp. 9-16.
- [2] E. Supriyadi, "Rancang Bangun Alarm Pendeteksi Kebakaran Pada Gedung Bertingkat Menggunakan Metode Logika Fuzzy Berbasis," Vol. Xxii, No. 2, Pp. 10-20, 2020.
- [3] L. R. R. Ronaldo, A. Darwanto, N. E. Khomariah, "Purwarupa Pendeteksi Dini Kebakaran Menggunakan Fuzzy Logic Dengan Sms Seagai Media Informasi" Vol. 14 No. 2, 2018.
- [4] L. I. Ramadhan, D. Syaquy, And B. H. Prasetyo, "Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg Menggunakan Metode Fuzzy Yang Diimplementasikan Dengan Real Time Operating System (Rtos)," Vol. 1, No. 11, Pp. 1206-1213, 2017.
- [5] Opensatudata.Bekasikab.Go.Id. (2022, April 11). "Data Kejadian Kebakaran Tahun 2021" Diakses Pada 27 Agustus 2022, Dari <Http://Opensatudata.Bekasikab.Go.Id/?Q=Node/1371>.