

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PROTOTIPE SISTEM PENDETEKSI ASAP DAN PANAS PADA RUANGAN TERTUTUP MENGGUNAKAN LOGIKA *FUZZY* METODE SUGENO

Shabri Prayogi ^{*1}, Muh. Yamin², Rahmat Ramadhan³

^{*1,2,3}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo, Kendari
e-mail : ^{*1}shabri.prayogi@gmail.com, ²putra0683@gmail.com,
³rahmat.ramadhan@innov-center.org

Abstrak

Peristiwa kebakaran dapat terjadi di tempat umum maupun di perumahan. Tingkat kerugian yang dihasilkan oleh bencana kebakaran tentunya sangat besar. Kebakaran yang dapat diatasi, dapat meminimalkan kerugian yang terjadi apabila diketahui gejala-gejala akan terjadi kebakaran sejak dini.

Untuk itu dibuatlah suatu prototipe sistem pendeteksi asap dan suhu agar kerugian materiil maupun nonmateriil dapat dihindari. Metode inferensi *Fuzzy* yang digunakan yaitu metode Sugeno. Metode Sugeno digunakan sebagai dasar pemikiran untuk penentuan keluaran dari sistem ini, baik itu berupa alarm, pompa air ataupun kipas.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe sistem pendeteksi asap dan panas pada ruangan tertutup menggunakan Logika *Fuzzy* metode Sugeno ini mampu bekerja dengan baik. Ketika system mendeteksi panas dan asap maka pompa air, alarm atau kipas yang terhubung ke *relay* akan bekerja. Sensor suhu mendeteksi panas mulai 15 derajat sampai 60 derajat, sedangkan suhu yang dianggap bahayaa dalah 31 derajat. Sensor asap mendeteksi kumpulan asap mulai 0ppm sampai 100ppm, kumpulan asap yang dianggap bahayaa dalah 36ppm. Diharapkan prototipe ini dapat menjadi patokan untuk penelitian selanjutnya.

Kata kunci— Kebakaran, *Arduino*, Logika *Fuzzy*, Metode Sugeno, Mikrokontroler.

Abstract

Fire disaster may occur in a public place or in housing. The level of damage is generated by the fire disaster must be very large. The overcoming of it can minimize the damage that occur if the symptoms of fire disaster can be known early on.

Therefore was made a prototype system of smoke detectors and temperature so the material and non-material losses can be avoided. Fuzzy inference method that used is Sugeno method. Sugeno method is used as the basic for determining the output of the system, such as alarm, water pump or fan.

The test results show that the prototype system of smoke detectors and heat in closed room using Sugeno method can work well. When the system detects heat and smoke, the water pump, alarm or fan connected to the relay will work. The temperature sensor detecting the heat from 15 degrees to 60 degrees, temperature that considered the danger is 31 degrees. Smoke sensors detect a puff of smoke from 0 ppm to 100 ppm, puff of smoke that considered the danger is 36 ppm. This prototype is expected to be the standard for future research.

Keywords— Fire, *Arduino*, Fuzzy Logic, Sugeno Method, Microcontroller.

1. PENDAHULUAN

Peristiwa kebakaran dapat terjadi di tempat umum maupun di perumahan. Tingkat kerugian yang dihasilkan oleh

bencana kebakaran tentunya sangat besar. Kebakaran yang dapat di atasi, dapat meminimalkan kerugian yang terjadi apabila diketahui gejala - gejala akan terjadi kebakaran sejak dini.

Sistem keamanan pada bangunan (gedung atau di perumahan) dibutuhkan karena bahaya kebakaran datang tidak mengenal waktu, sehingga pencegahan dini dapat menghilangkan munculnya kebakaran, dan kerugian materiil maupun nonmateriil dapat dihindari [1].

Untuk merealisasikan hal tersebut, diperlukan suatu peralatan yang cerdas yang dapat menginformasikan kepada masyarakat bahwa telah terjadi kebakaran di suatu ruangan secara dini sehingga dengan adanya alat ini dapat dilakukan antisipasi yang lebih lanjut guna menghindari kerugian yang disebabkan oleh kebakaran.

Peralatan yang akan dibuat menggunakan dua sensor yaitu sensor asap MQ135 dan sensor suhu DHT11. Dengan memanfaatkan sensor DHT11 yang berfungsi mengamati kenaikan suhu dan sensor MQ135 mengamati kepekatan asap disekitarnya maka dapat dibuat pendeteksi panas dan asap dengan menggunakan sensor DHT11 dan sensor MQ135 berbasis mikrokontroler [2].

Logika *Fuzzy* digunakan sebagai dasar pemikiran untuk penentuan keluaran dari sistem ini, baik itu berupa alarm, pompa air ataupun kipas. Di dalam *Fuzzy* ini akan dianalisa semua data-data masukan awal yang didapatkan dari penggunaan sensor asap dan sensor panas. Logika *Fuzzy* yang digunakan yaitu Logika *Fuzzy* dengan penerapan metode Sugeno. Penalaran dengan Metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan *Fuzzy* melainkan berupa konstanta atau persamaan linier [3].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Pengumpulan Data

Beberapa metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah sebagai berikut:

1) Wawancara (*Interview*)

Pengumpulan data dengan wawancara ini dilakukan untuk mencari data dan informasi tentang hal-hal yang dibutuhkan dalam penelitian. Wawancara dilakukan kepada narasumber sesuai dengan bidangnya yaitu Bapak Prof. Dr. Sahidin, S.Pd., M.Si., dosen Kimia Organik pada Fakultas Farmasi Universitas Halu Oleo. Wawancara yang dilakukan terkait pada hal nilai ambang batas

untuk tingkat kepadatan asap yang akan dibaca oleh sensor MQ135.

2) Studi Literatur

Pada studi literatur akan dipelajari dasar teori yang digunakan dalam penulisan serta pengerjaan tugas akhir logika *fuzzy*. Teori-teori pendukung penulisan serta pemahaman tentang tugas akhir diperoleh dari jurnal dan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik tugas akhir Logika *Fuzzy* ini. Referensi yang diperlukan dalam penulisan laporan ini yaitu logika *fuzzy*, sensor suhu DHT11, sensor asap MQ135, mikrokontroler ATmega328 [4]

2.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem harus mendefinisikan kebutuhan sistem yang spesifik antara lain :

- a) Menentukan dimensi ruangan maket ruangan.
- b) Desain arsitektur alat.
- c) Jenis pompa air, kipas dan alarm yang digunakan.
- d) Penyiraman, pengkipasan dan peringatan (alarm).

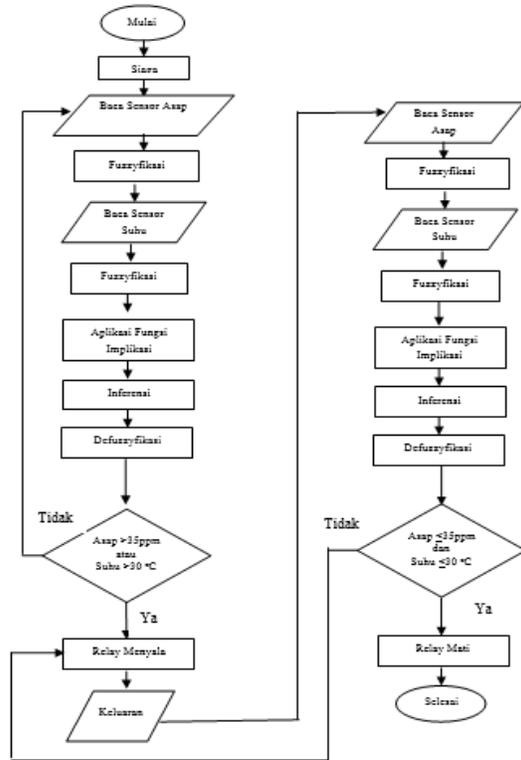
2.3 Perancangan Sistem

Desain sistem (*system design*) menentukan bagaimana sistem akan memenuhi tujuan yang diinginkan. Implementasi dari sistem yang akan dibuat terlebih dahulu digambarkan melalui pemodelan *flowchart* dan setelah itu perancangan program dibuat mengikuti alur dari *flowchart*. Secara umum perancangan sistem yang akan dibuat seperti terlihat pada gambar 1 [5].

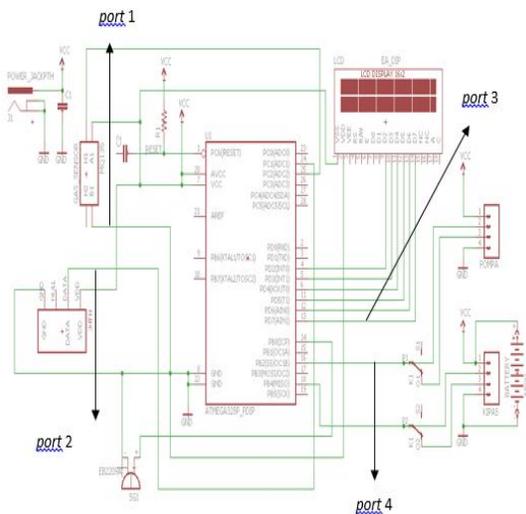
2.4 Desain *Hardware*

Pada proses ini dibuat skematik rangkain berupa hubungan antara mikrokontroler dengan komponen pendukung. Sebagai *input*, proses, dan *output* sinyal untuk kemudian melakukan tindakan tertentu sesuai dengan program yang ditanamkan didalamnya. Komponen utama dari rangkaian ini adalah IC mikrokontroler ATmega328 dengan komponen pendukung sensor asap MQ135 dan sensor suhu DHT11 sebagai masukan (*input*). Sensor MQ135 ditempatkan pada *port* 1. Sensor DHT11 dan alarm ditempatkan pada *port* 2. LCD ditempatkan pada *port* 3. Relay, kipas, pompa air dan baterai ditempatkan pada *port* 4. Pada IC inilah program akan

ditanamkan, sehingga rangkaian dapat berjalan. Skematik rangkaian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1 Flowchart Sistem Kendali



Gambar 2 Desain Skematik Hardware

2.5 Implementasi

Sistem diimplementasikan dalam bentuk prototipe yang menerapkan Logika Fuzzy metode Sugeno, ini dilakukan mengacu pada

perancangan sistem. Implementasi perangkat lunak dengan menggunakan bahasa pemrograman *Arduino*. Implementasi aplikasi meliputi :

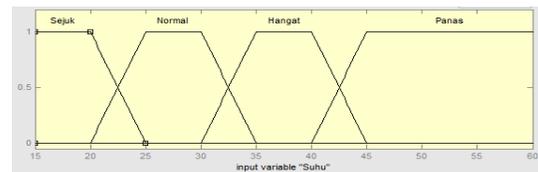
- 1) Melakukan perhitungan untuk penentuan derajat keanggotaan dari masukan sensor suhu DHT11 (panas ruangan).
- 2) Melakukan perhitungan untuk penentuan derajat keanggotaan dari masukan sensor asap MQ135.
- 3) Melakukan perhitungan metode sugeno pada setiap data yang dimasukkan oleh *input-an*.

2.7 Pengujian Sistem

Paket sistem prototipe diuji, dievaluasi, dan dimodifikasi berulang-ulang hingga dapat diterima pemakainya. Pengujian sistem bertujuan menemukan kesalahan-kesalahan yang terjadi pada sistem dan melakukan refisi sistem. Tahap ini penting untuk memastikan bahwa sistem bebas dari kesalahan. Dalam sistem ini dilakukan dengan 3 pengujian berdasarkan Logika Fuzzy metode Sugeno yang digunakan antara lain fuzzifikasi, aplikasi fungsi implikasi/basis aturan, dan defuzzifikasi[6].

a. Fuzzifikasi

Pada Variabel Suhu menggunakan 4 Bentuk Himpunan Fuzzy yaitu Sejuk, Normal, Hangat dan Panas. Kebakaran terjadi biasanya diketahui dengan kenaikan suhu dari udara normal yang naik melebihi suhu normal yaitu sebesar lebih besar dari 30° C. Jadi, dalam penelitian ini semesta pembicaraan untuk variabel suhu adalah [15 60]. Dengan Sejuk [15 25], Normal [20 35], Hangat [30 45] dan Panas [40 60]. Empat himpunan keanggotaan suhu untuk *input-an* sensor suhu DHT11 seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Himpunan Keanggotaan Suhu (°C)

Keterangan:

- Sejuk = [15 15 20 25]
- Normal = [20 25 30 35]
- Hangat = [30 35 40 45]
- Panas = [40 45 60 60]

Fungsi keanggotaan Sejuk, Normal, Hangat dan Panas dinyatakan dalam Persamaan (1), (2), (3) dan (4).

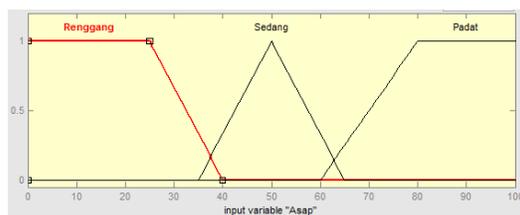
$$\mu_{Sejuk}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 20 \\ \frac{(25-x)}{(25-20)}; & 20 < x < 25 \\ 0; & x \geq 25 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Normal}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 20 \text{ atau } x \geq 35 \\ \frac{(x-25)}{(25-20)}; & 20 < x < 25 \\ 1; & 25 \leq x \leq 30 \\ \frac{(35-x)}{(35-30)}; & 30 < x < 35 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{Hangat}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 30 \text{ atau } x \geq 45 \\ \frac{(x-30)}{(35-30)}; & 30 < x < 35 \\ 1; & 35 \leq x \leq 40 \\ \frac{(45-x)}{(45-40)}; & 40 < x < 45 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{Panas}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 40 \\ \frac{(x-40)}{(45-40)}; & 40 < x < 45 \\ 1; & x \geq 45 \end{cases} \quad (4)$$

Pada *input* asap menggunakan data variabel nilai *part per million* (ppm), sehingga semesta pembicaraan untuk variabel asap adalah [0 1000]. Kebakaran terjadi biasanya diketahui dengan kenaikan asap dari asap pada udara normal yang berubah kondisi menjadi udara diatas normal yaitu lebih besar dari nilai 400 ppm. Dengan domain Renggang [0 400], Sedang [350 650] dan Padat [600 1000], sehingga dapat dibuat derajat keanggotaan seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Himpunan Keanggotaan Asap (ppm)

Keterangan:

- Renggang = [0 0 25 40]
- Sedang = [35 50 65]
- Padat = [60 80 100 100]

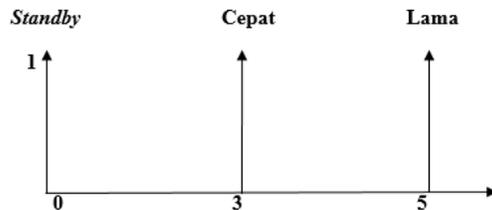
Fungsi keanggotaan Renggang, Sedang dan Padat dinyatakan dalam Persamaan (5), (6) dan (7).

$$\mu_{Renggang}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 25 \\ \frac{(40-x)}{(40-25)}; & 25 < x < 40 \\ 0; & x \geq 40 \end{cases} \quad (5)$$

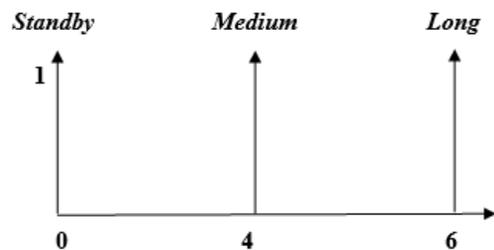
$$\mu_{Sedang}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 35 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{(x-35)}{(50-35)}; & 35 < x < 50 \\ \frac{(65-x)}{(65-50)}; & 50 < x < 65 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{Padat}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 60 \\ \frac{(x-60)}{(80-60)}; & 60 < x < 80 \\ 1; & x \geq 80 \end{cases} \quad (7)$$

Output (keluaran) dari kipas dibagi menjadi 3 himpunan *Fuzzy* yaitu *Standby*, *Cepat*, dan *Lama*. *Output* (keluaran) dari pompa air dibagi menjadi 3 himpunan *Fuzzy* yaitu *Standby*, *Medium* dan *Long*. *Output* ini berupa waktu (detik) yang akan menandakan seberapa lama pompa air dan kipas akan menyala. *Output* kipas dan pompa dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5 *Output* Kipas (Detik)



Gambar 6 *Output* Pompa Air (Detik)

b. Aplikasi Fungsi Implikasi (Basis Aturan)

Pada fungsi implikasi terjadi proses pengolahan nilai-nilai *input* dari fuzzifikasi dengan aturan-aturan (*Rule*) yang kemungkinan terjadi. Berikut adalah *rule-rule* pernyataan pada sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis mikrokontroler menggunakan Logika *Fuzzy* yang berjumlah 12 *rule*:

- a) [R1] **IF** (Suhu is Sejuk) **AND** (Asap is Renggang) **THEN** (Kipas is Standby) (Pompa is Standby) (Alarm is Off)

- b) [R2] **IF** (Suhu is Sejuk) **AND** (Asap is Sedang) **THEN** (Kipas is Mid) (Pompa is Standby) (Alarm is On)
- c) [R3] **IF** (Suhu is Sejuk) **AND** (Asap is Padat) **THEN** (Kipas is High) (Pompa is Medium) (Alarm is On)
- d) [R4] **IF** (Suhu is Normal) **AND** (Asap is Renggang) **THEN** (Kipas is Standby) (Pompa is Standby) (Alarm is Off)
- e) [R5] **IF** (Suhu is Normal) **AND** (Asap is Sedang) **THEN** (Kipas is Mid) (Pompa is Standby) (Alarm is On)
- f) [R6] **IF** (Suhu is Normal) **AND** (Asap is Padat) **THEN** (Kipas is High) (Pompa is Medium) (Alarm is On)
- g) [R7] **IF** (Suhu is Hangat) **AND** (Asap is Renggang) **THEN** (Kipas is Standby) (Pompa is Medium) (Alarm is On)
- h) [R8] **IF** (Suhu is Hangat) **AND** (Asap is Sedang) **THEN** (Kipas is Mid) (Pompa is Medium) (Alarm is On)
- i) [R9] **IF** (Suhu is Hangat) **AND** (Asap is Padat) **THEN** (Kipas is High) (Pompa is Long) (Alarm is On)
- j) [R10] **IF** (Suhu is Panas) **AND** (Asap is Renggang) **THEN** (Kipas is Standby) (Pompa is Long) (Alarm is On)
- k) [R11] **IF** (Suhu is Panas) **AND** (Asap is Sedang) **THEN** (Kipas is High) (Pompa is Long) (Alarm is On)
- l) [R12] **IF** (Suhu is Panas) **AND** (Asap is Padat) **THEN** (Kipas is High) (Pompa is Long) (Alarm is On)

c. Defuzzyfikasi

Pada tahapan ini dilakukan penarikan himpunan tegas (*crisp*) yang berfungsi sebagai keluaran (*output*) dari sistem, dengan cara mencari nilai rata-ratanya menggunakan Persaman (8).

$$\text{Weight Average} = \frac{a_1z_1 + a_2z_2 + \dots + a_nz_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n} \quad (8)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Output Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui *output* yang dikeluarkan oleh sistem sesuai dengan aturan-aturan yang telah ada.

- a. Pengujian 1 : Pada pengujian ini api lilin digunakan sebagai sumber panas dan asap untuk menaikkan suhu dan tingkat kepadatan asap pada maket. Kedua sensor tersebut berada di dalam maket ruangan tertutup berukuran 50x30x35 cm. Dengan kondisi lilin berada pada dasar maket yaitu dengan jarak 15cm, 20cm dan 25cm dari sensor asap dan sensor suhu. Tabel 1 menunjukkan pengujian menggunakan api lilin.

Tabel 1 Pengujian Menggunakan Api Lilin

No	Jarak (cm)	Asap (ppm)	Suhu (°C)	Output Sistem (detik)		Alarm	Relay
				Pompa Air	Kipas		
1.	15	36	32	2	0,6	ON	ON
2.	20	35	29	0	0	OFF	OFF
3.	25	35	28	0	0	OFF	OFF

- b. Pengujian 2 : Pada pengujian ini rokok digunakan sebagai sumber panas dan asap untuk menaikkan suhu dan tingkat kepadatan asap pada maket. Kedua sensor tersebut berada di dalam maket ruangan tertutup berukuran 50x30x35cm. Dengan kondisi rokok berada pada dasar maket yaitu dengan jarak 15cm, 20cm dan 25cm dari sensor asap dan sensor suhu. Tabel 2 menunjukkan pengujian menggunakan asap rokok.

Tabel 2 Pengujian Menggunakan Asap Rokok

No	Jarak (cm)	Asap (ppm)	Suhu (°C)	Output Sistem (detik)		Alarm	Relay
				Pompa Air	Kipas		
1.	15	43	26	0	3	ON	ON
2.	20	41	25	0	3	ON	ON
3.	25	40	25	0	3	ON	ON

c. Pengujian 3 : Pada pengujian ini pembakaran kantong plastik digunakan sebagai sumber panas dan asap untuk menaikkan suhu dan tingkat kepadatan asap pada maket ruangan. Kedua sensor tersebut berada di dalam maket ruangan tertutup berukuran 50x30x35cm. Dengan kondisi plastik berada pada dasar maket yaitu dengan jarak 15cm, 20cm dan 25cm dari sensor asap dan sensor suhu. Tabel 3 menunjukkan pengujian pembakaran plastik.

Tabel 3 Pengujian Pembakaran Plastik

No	Jarak (cm)	Asap (ppm)	Suhu (°C)	Output Sistem (detik)		Alarm	Relay
				Pompa Air	Kipas		
1.	15	53	36	4	3	ON	ON
2.	20	49	35	4	3	ON	ON
3.	25	46	32	2	3	ON	ON

d. Pengujian 4 : Pada pengujian ini pembakaran kertas digunakan sebagai sumber panas dan asap untuk menaikkan suhu dan tingkat kepadatan asap pada maket ruangan. Kedua sensor tersebut berada di dalam maket ruangan tertutup berukuran 50 x 30 x 35 cm. Dengan kondisi kertas berada pada dasar maket yaitu dengan jarak 15 cm, 20 cm dan 25cm dari sensor asap dan sensor suhu. Tabel 4 menunjukkan pengujian pembakaran kertas.

Tabel 4 Pengujian Pembakaran Kertas

No	Jarak (cm)	Asap (ppm)	Suhu (°C)	Output Sistem (detik)		Alarm	Relay
				Pompa Air	Kipas		
1.	15	71	38	6	5	ON	ON
2.	20	68	36	6	5	ON	ON
3.	25	59	35	2	3	ON	ON

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi asap dan panas bekerja dengan baik, apabila sumber asap dan api berjarak kurang lebih 15cm dari sensor asap MQ135 dan sensor suhu DHT11. Seperti pada pengujian pertama, yaitu

pengujian api lilin (Tabel 1) dengan sumber asap dan api yang sama tetapi menghasilkan pembacaan nilai sensor yang berbeda karena jarak yang berbeda. Tetapi sistem tetap mengeluarkan *output* yang diperlukan, yaitu ketika suhu ruangan > 30°C dan kadar asap ruangan > 35 ppm, maka alarm, pompa, dan kipas akan aktif. Sensor MQ135 bekerja mengamati keberadaan asap yang ada disekitarnya dan sensor ini menganggap semua jenis asap adalah sama. Alarm akan aktif apabila suhu ruangan > 30°C atau kadar asap ruangan > 35ppm, dengan kata lain apabila kipas atau pompa air aktif, maka alarm akan aktif juga. Dipilihnya suhu 31°C dalam ruangan sebagai tanda awalnya bahaya, dengan mempertimbangkan bahwa angka 31°C adalah keadaan yang masih mungkin dengan cepat dikendalikan.

3.2 Pengujian Tampilan LCD

Pada *Arduino Uno* dihubungkan dengan LCD *display* 16 x 2 yang digunakan untuk menampilkan data yang berupa nilai suhu, asap, hasil fuzzifikasi pompa air (FP) dan hasil fuzzifikasi kipas (FK) pada maket ruangan yang ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7 Pengujian Tampilan LCD 16x2

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan sistem yang telah dilakukan tentang tugas akhir yang berjudul “Perancangan dan Implementasi Prototipe Sistem Pendeteksi Asap dan Panas Pada Ruangan Tertutup Menggunakan Logika *Fuzzy* Metode Sugeno” maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan dan Implementasi Prototipe Sistem Pendeteksi Asap dan Panas Pada Ruangan Tertutup Menggunakan Logika *Fuzzy* Metode Sugeno yang dirancang berjalan dengan baik dan diimplementasikan sesuai dengan rancangan dan kebutuhan *output* yang diperlukan.

2. Logika *Fuzzy* metode Sugeno pada prototipe dapat menginformasikan kepada *user* apabila terdapat indikasi kebakaran di dalam maket, yaitu ditandai dengan kenaikan suhu dan asap di dalam maket telah padat. Sistem akan menghidupkan pompa air untuk melakukan penyiraman secara otomatis bila suhu di dalam ruangan lebih dari 30 °C dan tingkat kepadatan asap lebih dari 60 ppm. Sistem juga akan mengaktifkan kipas secara otomatis bila tingkat kepadatan asap di dalam maket ruangan lebih dari 35 ppm. Pompa air dan kipas akan mati secara otomatis bila tingkat kepadatan asap dan suhu ruangan di dalam maket telah kembali normal, yaitu asap ≤ 35 ppm dan suhu $\leq 30^{\circ}\text{C}$.
- [6] Kusumadewi, S., 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

5. SARAN

Pada perancangan selanjutnya dapat dikembangkan lagi dengan membuat sistem yang dapat mengontrol bukan hanya pada satu maket ruangan saja, tetapi untuk lebih dari 1 maket dan juga penggunaan catu daya *portable* (misalnya baterai) pada rangkaian, sehingga apabila tegangan PLN padam maka alat tetap dapat bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anizar, 2009, *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri*, Yogyakarta : Graha Ilmu.
 - [2] Budiharto, W., 2009, *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*, Yogyakarta.
 - [3] Kadir, A., 2013, *Panduan Praktis mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Programmannya Menggunakan Arduino*, Andi Publisher.
 - [4] Prasetyo, E., 2012, *Pengolahan Citra Digital Dan Aplikasinya Menggunakan MATLAB*, Andi, Yogyakarta.
 - [5] O'Brien, J. A., 2005, *Pengantar Sistem Informasi Perseptif Bisnis dan Manajerial*. Salemba.
-

