

Sistem Pengendalian Penanganan Kebakaran Gedung Menggunakan Metode Fuzzy

li Munadhif⁽¹⁾, Adianto⁽²⁾, Ari Afrizal Mustofa⁽³⁾

^(1,2,3)Program Studi Teknik Otomasi Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

⁽¹⁾iimunadhif.its@gmail.com

ABSTRAK

Kebakaran gedung adalah peristiwa penyebab kerusakan yang dapat terjadi kapanpun dan tidak dapat diprediksi. Kebakaran mengakibatkan kerugian materi dan korban jiwa. Faktor penyebab kebakaran antara lain korsleting listrik, kebocoran gas dan kelalaian manusia. Selain itu, penanganan lanjutan yaitu dengan bantuan mobil pemadam kebakaran. Namun, masyarakat sering sekali terlambat dalam menghubungi dan memberikan informasi tentang kondisi dan lokasi kepada petugas sehingga menyebabkan api semakin membesar. Oleh karena itu diperlukan suatu alat untuk pengendalian penanganan kebakaran gedung menggunakan sensor suhu, asap dan api dengan aktuator control valve dan buzzer menggunakan fuzzy. Input fuzzy berupa data suhu, asap, api dan outputnya adalah control valve dan buzzer sebagai alarm. Berdasarkan hasil pengujian, sensor suhu memiliki error 0,28% , sensor asap memiliki nilai ADC semakin bertambah apabila terdeteksi asap, sensor api memiliki nilai ADC semakin berkurang apabila terdeteksi api. Control valve aktif secara proporsional sebagai pemadam api berdasarkan suhu, nilai kepekatan asap dan nilai api. Tingkat keberhasilan sistem pengendalian ini adalah 91,7%.

Kata Kunci: kebakaran gedung, api, sensor, sistem pengendalian, fuzzy, aktuator.

Control System for Handling Building Fire Using Fuzzy Method

ABSTRACT

Building fire is an event that causes damage that can occur at any time and is unpredictable. Fires cause material loss and loss of life. Factors that cause fire include electrical shortages, gas leakage and human negligence. In addition, further handling is with the help of fire trucks. However, the community is often too late in contacting and providing information about the conditions and location to officers, causing the fire to expand. Therefore, it is needed a tool to control building fire handling using temperature, smoke and fire sensors with control valve and buzzer actuators using fuzzy. Fuzzy input is data of temperature, smoke, fire and output data is the control valve and buzzer as an alarm. Based on the results of the test, the temperature sensor has a 0.28% error, the smoke sensor has an ADC value increasing when smoke is detected, the fire sensor has an ADC value decreasing when the fire is detected. The valve control is proportionally active as a fire extinguisher based on temperature, smoke density value and fire value. The success rate of this control system is 91.7%

Keywords: buliding fire, fire, sensor, control system, fuzzy, actuator.

PENDAHULUAN

Kebakaran gedung adalah salah satu peristiwa penyebab kerusakan yang dapat terjadi kapanpun dan tidak dapat diprediksi. Kebakaran dapat mengakibatkan banyak kerugian yaitu materi dan korban jiwa. Faktor penyebab kebakaran antara lain korsleting listrik, kebocoran gas yang mudah terbakar dan kelalaian manusia (Apriyaningsih dkk, 2017). *Fire hydrant system* dan *fire sprinkler system* merupakan instalasi pemadaman sebagai penanganan sementara saat terjadi kebakaran di beberapa tempat. *Fire hydrant system* merupakan instalasi pemadaman berupa pompa, selang dan air yang dapat digunakan untuk memadamkan api secara manual, sedangkan *fire sprinkler system* merupakan instalasi pemadaman yang bekerja otomatis berdasarkan suhu ruangan, namun kurang maksimal dikarenakan tanpa ada indikasi lainnya seperti asap dan api. Selain itu, penanganan lanjutan pemadaman kebakaran yaitu dengan bantuan mobil pemadam kebakaran. Namun, masyarakat sering sekali terlambat dalam menghubungi dan memberikan informasi tentang kondisi dan lokasi kepada petugas pemadam sehingga menyebabkan api semakin membesar. Dalam perkembangan teknologi dan informasi saat ini, akan sangat membantu apabila diterapkan sistem pemadaman api yang lebih optimal agar mengurangi peristiwa kebakaran. Pada penelitian ini, *input* yang digunakan adalah sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu, sensor MQ-2 sebagai pendeteksi gas atau asap berbahaya yang mudah terbakar, dan sensor api sebagai pendeteksi api. Dari *input* tersebut apabila terdeteksi adanya

asap yang membahayakan adanya kebakaran, maka akan mengirimkan pesan kondisi gas atau asap yang berbahaya dan apabila terdeteksi suhu tinggi dan terdeteksi api maka aktuator *control valve* aktif secara proporsional berdasarkan logika *fuzzy* untuk memadamkan api dan *buzzer* sebagai alarm.

METODE PENELITIAN

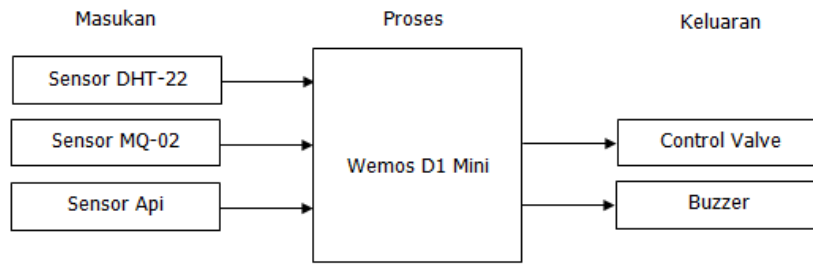
a. Perancangan Sistem

Gambar 1 menunjukkan diagram blok perancangan sistem. Pada diagram tersebut memiliki tiga bagian penting yaitu masukan berupa data dari sensor DHT-22, sensor MQ-02, sensor api dan sensor GPS. Proses berupa pengendali wemos D1 mini dan keluaran berupa *control valve* dan *buzzer*.

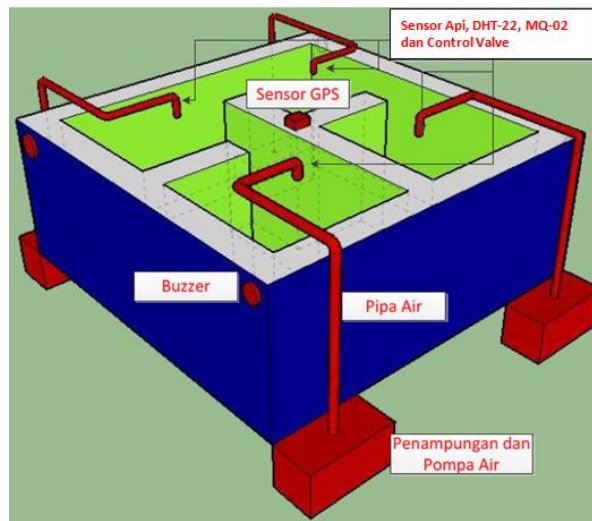
Sensor DHT22 sebagai pendeteksi suhu ruangan, Sensor MQ-02 sebagai pendeteksi gas atau asap yang berbahaya, Sensor api sebagai pendeteksi api. Kemudian tiga data dari sensor tersebut akan diproses oleh mikrokontroler Wemos D1 untuk mengendalikan bukaan *valve* guna menyalurkan air dan mengaktifkan *buzzer* sebagai peringatan terjadinya kebakaran. Sistem ini memiliki 4 ruangan yang dilengkapi masing-masing sensor, pengendali dan aktuator.

b. Perancangan *Prototype Layout* Sistem

Prototype Layout sistem adalah tampilan perencanaan posisi pemasangan *hardware* pada masing-masing ruangan. Pada perencanaan ini pemasangan *hardware* diletakkan pada sisi tengah atas maket ruangan berukuran 125cm x 125cm x 50 cm yang berjumlah 4 ruangan.



Gambar 1. Diagram blok perancangan sistem

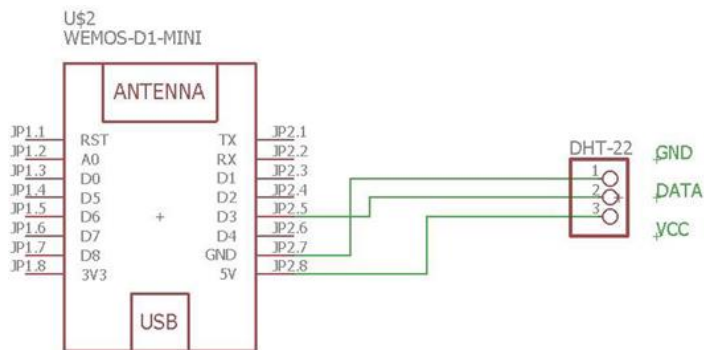


Gambar 2. Perancangan *layout* sistem

Pada setiap ruangan terdapat pipa dan *control valve* yang tersambung ke media penyimpanan air. Pada penyimpanan air terdapat pompa air sebagai penyalur air dari penampungan air untuk dialirkan pada setiap ruangan. Masing ruangan terdapat sensor api untuk mendeteksi api, sensor MQ-02 untuk mendeteksi asap, sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu ruangan dan *control valve* sebagai tempat *output* penyaluran air dari penampungan air ke setiap ruangan.

c. Perancangan Sensor DHT-22

Sensor DHT-22 adalah salah satu jenis sensor analog yang mengeluarkan tegangan analog sebagai representasi suhu ruangan untuk diteruskan ke wemos. Pada perancangan sensor ini digunakan untuk mengetahui rangkaian dari sensor ke wemos D1 mini sesuai dengan pinnya. Gambar 3 merupakan perancangan sensor DHT-22 ke wemos. Setelah perancangan, dilakukan pengujian kemampuan sensor dalam mendeteksi suhu. Data suhu dibandingkan dengan alat ukur HTC-2.



Gambar 3
Perancangan sensor DHT-22 ke wemos

Tabel 1
Perbandingan data sensor DHT-22 dengan alat ukur HTC-2

Pengujian ke-	Suhu pada serial monitor (°c)	Suhu pada alat ukur (°c)	Error (%)
1	33,9	33,9	0
2	33,9	33,9	0
3	33,9	34	0,2
4	33,9	33,9	0
5	34,2	34,2	0
6	34,4	34,2	0,5
7	34,5	34,9	1,1
8	34,5	34,8	0,8
9	34,4	34,5	0,2
10	68,5	34,2	0
Rata-rata error			0,28

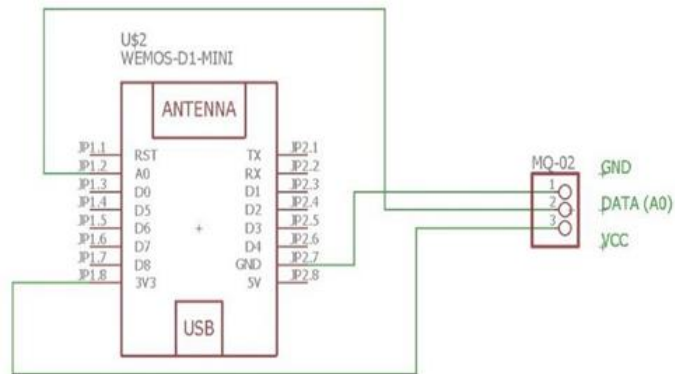
d. Perancangan Sensor MQ-02

Gambar 4 merupakan perancangan sensor MQ-02 ke wemos. Setelah perancangan, dilakukan pengujian kemampuan sensor dalam mendeteksi asap. Pengujian sensor asap MQ-02 ini dengan melakukan pengambilan data ADC yang didapat dari sensor kemudian diubah dalam bentuk satuan konsentrat kepekatan asap PPM (Part Per Million) dengan melakukan perhitungan yang didapat dari range nilai ADC yaitu 0-1023 dan range dari *datasheet* sensor MQ-02 yaitu 300-10.000 PPM. Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$PPM = \frac{\text{nilai ADC} * (9700)}{1023 - 0} + 300 \quad (1)$$

PPM adalah nilai kepekatan asap (PPM), dari persamaan 1 dapat dihitung nilai kepekatan asap dengan mengetahui nilai ADC dari sensor MQ-02. Tabel 2 adalah data yang dihasilkan dari pengujian sensor dan nilai PPM hasil perhitungan.

Hasil pengujian pada Tabel 2 dilakukan 2 kondisi yaitu kondisi sensor MQ-02 tidak diberi asap rokok dan kondisi kedua sensor MQ-02 diberikan asap rokok. Ketika tidak ada asap nilai ADC yang di dapat kurang dari 500 dan ketika diberikan asap rokok nilai ADC didapat lebih dari 500 dangan nilai konsentrat kepekatan asap yang semakin naik dan nilai ADC semakin naik berbanding lurus dengan banyaknya asap yang diterima oleh sensor.



Gambar 4. Perancangan sensor MQ-02 ke wemos

Tabel 2. Data sensor MQ-02 dan nilai PPM

No.	Tidak ada asap		Asap rokok	
	Nilai ADC	PPM	Nilai ADC	PPM
1	343	3552,2	783	7724,3
2	343	3552,2	786	7752,7
3	344	3561,7	788	7771,7
4	344	3561,7	798	7866,5
5	342	3542,8	788	7771,7
6	343	3552,2	799	7876,0
7	342	3542,8	801	7895,0
8	341	3533,3	812	7999,3
9	340	3523,8	814	8018,2
10	339	3514,3	818	8056,2

e. Perancangan Sensor Api

Perancangan sensor api ke wemos sama dengan perancangan sensor MQ-02 ke wemos yaitu gambar 4. Setelah perancangan, dilakukan pengujian kemampuan sensor dalam mendeteksi api. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali pengujian pada setiap jarak yang berbeda dari sumber api. Pengujian sensor api ini dilakukan dengan pengambilan data ADC yang

didapat dari sensor dan pengambilan data dari alat ukur intensitas cahaya yaitu alat ukur Light Meter.

Dari tabel 3, 4, dan 5 didapat parameter kondisi api jika terdapat api besar maka nilai ADC adalah kurang dari 300, terdapat api sedang nilai ADC adalah 400-600, terdapat api kecil nilai ADC adalah 600-800 dan tidak ada api nilai ADC adalah 900-1024.

Tabel 3. Data sensor api dengan sumber api 10 cm

No.	Tidak ada api		Ada api	
	Nilai ADC	Light Meter (LUX)	Nilai ADC	Light Meter (LUX)
1	1024	8	75	23
2	1024	9	72	22
3	1024	8	69	24
4	1024	8	68	24
5	1024	9	64	25

Tabel 4. Data sensor api dengan sumber api 20 cm

No.	Tidak ada api		Ada api	
	Nilai ADC	Light Meter (LUX)	Nilai ADC	Light Meter (LUX)
1	1024	9	480	16
2	1024	8	512	16
3	1024	8	544	15
4	1024	9	607	16
5	1024	8	734	17

Tabel 5. Data sensor api dengan sumber api 30 cm

No.	Tidak ada api		Ada api	
	Nilai ADC	Light Meter (LUX)	Nilai ADC	Light Meter (LUX)
1	1024	9	790	12
2	1024	10	808	13
3	1024	8	834	12
4	1024	8	832	11
5	1024	9	845	13

f. Perancangan Control Valve / Motor Servo

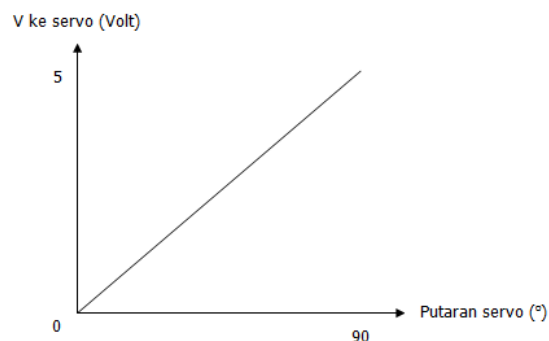
Motor servo digunakan sebagai media aktuator untuk mengatur pembukaan *valve* pada kran air. Motor servo adalah salah satu jenis aktuator analog yang memperoleh tegangan analog dari wemos. Putaran motor servo adalah 0° sampai 90° mewakili 0 sampai 100% bukaan *valve*. *Suply* tegangan dari wemos adalah 0 sampai 5 volt ekuivalen terhadap putaran motor servo yang dapat direpresentasikan pada gambar 5.

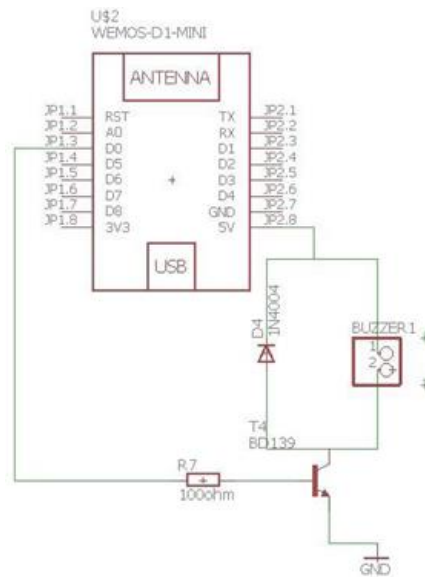
g. Perancangan Buzzer

Gambar 6 merupakan perancangan aktuator *buzzer* dari wemos. Setelah perancangan,

dilakukan pengujian kemampuan aktuator untuk mengetahui kinerjanya. Pengujian dilakukan dengan memberikan logika “1” dan “0” pada *buzzer* dari serial monitor. Pada penelitian ini, *buzzer* akan bernilai “1” jika keadaan menunjukkan bahaya. Hasil pengujian *buzzer* dengan memberikan logika 1 dan 0 ditunjukkan pada tabel 6.

Saat *buzzer* diberi logik “1” pada serial monitor maka wemos akan memberikan sinyal/tegangan untuk mengaktifkan *buzzer*. Namun sebaliknya, saat *buzzer* diberi logik “0” maka *buzzer* akan mati karena tidak mendapatkan sinyal/tegangan dari wemos.

**Gambar 5.** Representasi putaran servo



Gambar 6. Perancangan aktuator buzzer dari wemos

Tabel 6. Hasil pengujian buzzer

No.	Logika	Serial monitor	Buzzer	Keterangan
1	1	On	Bunyi	Benar
2	1	On	Bunyi	Benar
3	1	On	Bunyi	Benar
4	0	Off	Mati	Benar
5	0	Off	Mati	Benar
6	0	Off	Mati	Benar

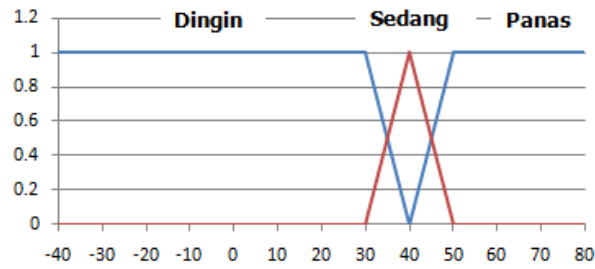
h. Perancangan Metode Fuzzy

Pada penelitian ini, metode fuzzy digunakan untuk mengendalikan kinerja aktuator berdasarkan masukan dari data sensor. Tipe fuzzy yang digunakan adalah fuzzy sugeno orde nol. Masukan fuzzy terdiri dari tiga data sensor yaitu suhu, kadar asap dan api. Sedangkan keluaran fuzzy terdiri dari bukaan valve dan buzzer.

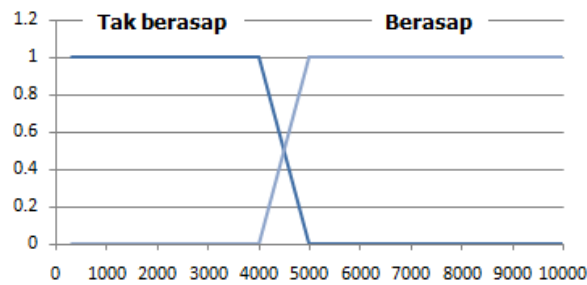
Masukan suhu, sensor DHT-22 memiliki range pembacaan suhu yang cukup lebar yaitu -40o sampai 80o celcius. Masukan suhu dibagi menjadi tiga membership function(mf) yaitu dingin dengan range suhu -40 sampai 40, sedang dengan range suhu 30 sampai 50,

dan panas dengan range 40 sampai 80. mf dingin dan panas menggunakan tipe trapesium, mf sedang menggunakan mf tipe segitiga. Membership function masukan suhu ditunjukkan pada gambar 7.

Masukan asap, sensor MQ-02 memiliki range pembacaan asap 300 ppm sampai 10000 ppm. Masukan asap dibagi menjadi dua membership function(mf) yaitu tidak ada asap dengan range ppm 300 sampai 5000, ada asap dengan range ppm 4000 sampai 10000. Kedua mf menggunakan tipe trapesium. Membership function masukan asap ditunjukkan pada gambar 8.



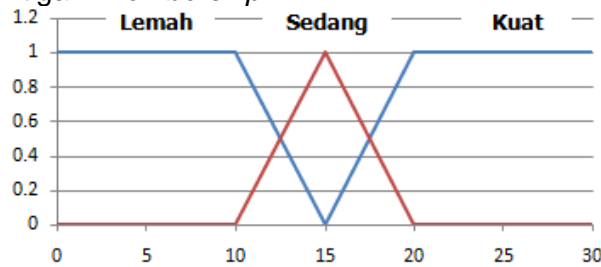
Gambar 7. Membership function masukan suhu



Gambar 8. Membership function masukan asap

Masukan api, gambar 9 adalah *membership function* masukan api. Deteksi menggunakan sensor api dipengaruhi oleh jarak sensor dengan sumber api. Sensor api memiliki range pembacaan lux yaitu 0 sampai 30 lux. Masukan api dibagi menjadi tiga *membership*

function(mf) yaitu lemah dengan range 0 sampai 15, sedang dengan range suhu 10 sampai 20, dan kuat dengan range 20 sampai 30. mf lemah dan kuat menggunakan tipe trapesium, mf sedang menggunakan mf tipe segitiga.



Gambar 9. Membership function masukan api

Keluaran *control valve* / bukaan motor servo, motor servo yang dicouple dengan bukaan *valve* memiliki range bukaan yaitu 0° sampai 90°. Keluaran bukaan servo dibagi menjadi tiga *membership function*(mf) yaitu sempit dengan nilai 0, sedang dengan nilai 45, dan penuh dengan nilai 90. Semua mf bernilai konstan.

Keluaran *buzzer*, *buzzer* memiliki logika 1 dan 0, akan tetapi perintah untuk memberi logika 1

atau 0 berdasarkan keluaran dari *fuzzy*. Perintah logika 1 jika kondisi bahaya, dan perintah 0 jika kondisi normal dan waspada. Kondisi normal, waspada dan bahaya ditentukan oleh keberadaan api, suhu dan asap pada ruangan. Pada *buzzer* memiliki tiga keluaran *fuzzy* yaitu 1, 2, dan 3. Keluaran 1 adalah kondisi normal, keluaran 2 adalah waspada, dan keluaran 2 adalah bahaya.

Tabel 7
Rule bases

	Tidak berasap dan api lemah	Tidak berasap dan api sedang	Tidak berasap dan api kuat	Berasap dan api lemah	Berasap dan api sedang	Berasap dan api kuat
Suhu dingin	Servo sempit dan <i>buzzer</i> normal	Servo sedang dan <i>buzzer</i> waspada	Servo penuh dan <i>buzzer</i> bahaya	Servo sempit dan <i>buzzer</i> waspada	Servo sedang dan <i>buzzer</i> waspada	Servo penuh dan <i>buzzer</i> bahaya
Suhu sedang	Servo sempit dan <i>buzzer</i> normal	Servo sedang dan <i>buzzer</i> waspada	Servo penuh dan <i>buzzer</i> bahaya	Servo sempit dan <i>buzzer</i> waspada	Servo sedang dan <i>buzzer</i> waspada	Servo penuh dan <i>buzzer</i> bahaya
Suhu panas	Servo sempit dan <i>buzzer</i> waspada	Servo sedang dan <i>buzzer</i> bahaya	Servo penuh dan <i>buzzer</i> bahaya	Servo sedang dan <i>buzzer</i> waspada	Servo penuh dan <i>buzzer</i> bahaya	Servo penuh dan <i>buzzer</i> bahaya

Rule base fuzzy, rule bases pada *fuzzy* memiliki 18 aturan untuk memberikan perintah kepada aktuator agar penanganan terhadap kebakaran dengan menyemprot air segera dilakukan dan peringatan *buzzer* diberikan. *Rule base* tersebut ditunjukkan pada tabel 7.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, pengujian setiap ruangan dilakukan dengan memberikan beberapa kondisi yang terdiri dari: Pengujian Normal, yaitu

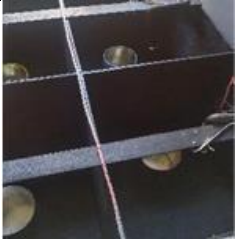

tanpa adanya gangguan asap dan api. Pengujian saat terdeteksi asap, yaitu adanya gangguan asap tanpa api. Pengujian saat terdeteksi asap dan api.

a. Hasil Pengujian Normal

Pengujian normal dilakukan dengan suhu dingin dan tanpa adanya gangguan asap dan api. Pengujian dilakukan pada masing-masing ruangan. Adapun hasil pengujian normal dapat ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil pengujian normal

Ruangan	Kondisi <i>plant</i>	Hasil pada serial monitor	Keterangan
1		Masukan Suhu 28°C Asap 3552,2 PPM Api 8 lux Keluaran Sudut servo 0° <i>Buzzer</i> 1	Ketika diberi suhu dingin 28°C, tidak ada asap 3552,2 PPM dan tidak ada api 8 lux, kondisi <i>valve</i> 0° masih menutup dan <i>buzzer</i> 1 artinya normal / tidak menyala
2		Masukan Suhu 28°C Asap 3562 PPM Api 9 lux Keluaran Sudut servo 0° <i>Buzzer</i> 1	Ketika diberi suhu dingin 28°C, tidak ada asap 3562 PPM dan tidak ada api 9 lux, kondisi <i>valve</i> 0° masih menutup dan <i>buzzer</i> 1 artinya normal / tidak menyala



Ruangan	Kondisi <i>plant</i>	Hasil pada serial monitor	Keterangan
3		Masukan Suhu 28°C Asap 3555 PPM Api 9 lux Keluaran Sudut servo 0° Buzzer 1	Ketika diberi suhu dingin 28°C, tidak ada asap 3555 PPM dan tidak ada api 9 lux, kondisi <i>valve</i> 0° masih menutup dan <i>buzzer</i> 1 artinya normal / tidak menyala
4		Masukan Suhu 28°C Asap 3552,2 PPM Api 9 lux Keluaran Sudut servo 0° Buzzer 1	Ketika diberi suhu dingin 28°C, tidak ada asap 3552,2 PPM dan tidak ada api 9 lux, kondisi <i>valve</i> 0° masih menutup dan <i>buzzer</i> 1 artinya normal / tidak menyala



Dari tabel 8, sistem tidak memberikan respon untuk mengaktifkan bukaan *valve* dan *buzzer* masih dalam keadaan normal.

b. Hasil pengujian saat terdeteksi asap

Pengujian saat terdeteksi asap dilakukan dengan memberikan kondisi asap berbahaya yang menyebabkan kebakaran yaitu memberi asap rokok pada ruangan yang akan diuji. Adapun hasil pengujian saat terdeteksi asap dapat ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil pengujian saat terdeteksi asap

Ruangan	Kondisi <i>plant</i>	Hasil pada serial monitor	Keterangan
1		Masukan Suhu 28,5°C Asap 3667 PPM Api 8 lux Keluaran Sudut servo 0° Buzzer 1	Ketika diberi suhu dingin 28,5°C, tidak ada asap 3667 PPM dan tidak ada api 8 lux, kondisi <i>valve</i> 0° masih menutup dan <i>buzzer</i> 1 artinya normal / tidak menyala
2		Masukan Suhu 28°C Asap 7562 PPM Api 9 lux Keluaran Sudut servo 0° Buzzer 2	Ketika diberi suhu dingin 28°C, tidak ada asap 7562 PPM dan tidak ada api 9 lux, kondisi <i>valve</i> 0° masih menutup dan <i>buzzer</i> 2 artinya waspada / tidak menyala


Ruangan	Kondisi <i>plant</i>	Hasil pada serial monitor	Keterangan
3		Masukan Suhu 29°C Asap 7842 PPM Api 9 lux Keluaran Sudut servo 0° Buzzer 2	Ketika diberi suhu dingin 29°C, tidak ada asap 7842 PPM dan tidak ada api 9 lux, kondisi <i>valve</i> 0° masih menutup dan <i>buzzer</i> 2 artinya waspada / tidak menyala
4		Masukan Suhu 28°C Asap 8103 PPM Api 8 lux Keluaran Sudut servo 0° Buzzer 2	Ketika diberi suhu dingin 28°C, tidak ada asap 8103 PPM dan tidak ada api 8 lux, kondisi <i>valve</i> 0° masih menutup dan <i>buzzer</i> 2 artinya waspada / tidak menyala


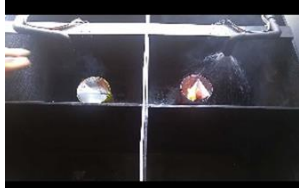
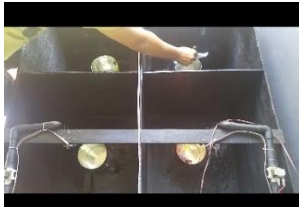
Dari tabel 9 , pada ruangan 1 belum diberi asap sehingga tidak memberikan respon untuk mengaktifkan bukaan *valve* dan *buzzer* masih dalam keadaan normal. Pada ruangan 2,3, dan 4 diberi asap dengan nilai kepekatan asap yang berbeda, namun bukaan *valve* masih 0 dan *buzzer* memberi peringatan waspada tapi tidak menyalakan alarm.

c. Hasil pengujian saat terdeteksi asap dan api

Pengujian saat terdeteksi asap dan api dilakukan dengan memberikan kondisi asap berbahaya yang menyebabkan kebakaran yaitu memberi asap rokok pada ruangan yang akan diuji dan memberikan api dengan membakar kertas dengan jarak <10 cm. Adapun hasil pengujian saat terdeteksi asap dan api dapat ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil pengujian saat terdeteksi asap dan api

Ruangan	Kondisi <i>Plant</i>	Hasil pada serial monitor	Keterangan
1		Masukan Suhu 34°C Asap 3552,4 PPM Api 24 lux Keluaran Sudut servo 0° Buzzer 3 Motor servo pada ruangan 1 mengalami <i>error</i> sehingga tidak membukakan <i>valve</i>	Ketika diberi suhu dingin 34°C, tidak ada asap 3552,4 PPM dan terdapat api 24 lux, kondisi <i>valve</i> 0° masih menutup dan <i>buzzer</i> 3 artinya bahaya / alarm menyala

2		<p>Masukan Suhu 35°C Asap 3611 PPM Api 22 lux</p> <p>Keluaran Sudut servo 90° Buzzer 3</p>	<p>Ketika diberi suhu dingin 35°C, tidak ada asap 3611 PPM dan terdapat api 22 lux, kondisi <i>valve</i> 90° membuka dan <i>buzzer</i> 3 artinya bahaya / alarm menyala</p>
3		<p>Masukan Suhu 39°C Asap 3589 PPM Api 26 lux</p> <p>Keluaran Sudut servo 90° Buzzer 3</p>	<p>Ketika diberi suhu dingin 39°C, tidak ada asap 3589 PPM dan terdapat api 26 lux, kondisi <i>valve</i> 90° membuka dan <i>buzzer</i> 3 artinya bahaya / alarm menyala</p>
4		<p>Masukan Suhu 38°C Asap 8232 PPM Api 26 lux</p> <p>Keluaran Sudut servo 90° Buzzer 3</p>	<p>Ketika diberi suhu dingin 38°C, tidak ada asap 8232 PPM dan terdapat api 26 lux, kondisi <i>valve</i> 90° membuka dan <i>buzzer</i> 3 artinya bahaya / alarm menyala</p>

Dari tabel 10, pada ruangan 1 diberi api tapi motor servo tidak memberikan respon untuk mengaktifkan bukaan *valve* dikarenakan error motornya dan *buzzer* dalam kondisi bahaya. Pada ruangan 2 dan 3 diberi api dengan jarak api <10 cm sehingga *valve* membuka 90° dan *buzzer* memberi peringatan bahaya dan menyalakan alarm. Pada ruangan 4 diberi asap dan api sehingga motor servo membuka 90° dan *buzzer* dalam kondisi bahaya dan menyalakan alarm. Secara keseluruhan sebanyak 12 kali pengujian dengan berbagai kondisi, kemampuan alat untuk mematikan api berhasil 11 kali sehingga diperoleh persentase keberhasilan sistem pengendalian ini adalah sebagai berikut:

$$PK = \frac{n \text{ berhasil}}{n \text{ total}} * 100\% \quad (2)$$

Dimana PK adalah persentase keberhasilan (%), n berhasil sebanyak 11x dari n total 12x sehingga diperoleh persentase keberhasilannya adalah 91,7%.

KESIMPULAN

Sistem pengendalian kebakaran berdasarkan masukan suhu, kepekatan asap dan api serta keluaran bukaan *valve*/motor servo dan *buzzer* telah berhasil dilakukan, pengujian dilakukan dengan tiga kondisi yaitu normal tanpa asap dan api, terdapat asap tanpa api, dan terdapat asap dan api. 4 ruangan diuji berdasarkan kondisi masing-masing, pada kondisi normal, sistem mampu mendeteksi ketiadaan asap dan api sehingga *valve* menutup dan *buzzer* keadaan normal. Pada kondisi terdapat asap, sistem mampu mendeteksi asap sehingga *valve* masih menutup dan *buzzer* keadaan waspada. Pada kondisi terdapat asap dan api, sistem mampu membuka *valve* di ruangan 2, 3, dan 4 namun tidak berhasil di ruangan 1 dan *buzzer* keadaan bahaya sehingga diperoleh persentase keberhasilan sistem pengendalian adalah 91,7%.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyaningsih, Mega, Abdul Muid, Nurhasanah. (2017). *Prototype Sistem Pemadam Kebakaran Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328p*. Jurnal PRISMA FISIKA, Vol. V, No. 3:106–110.
- Handoko, Selamat, I. Hestiniingsih, R. Prasetya, W. A. Arrosyidi (2012).

- Prototype Alat Pemberi Informasi Jarak Antar Kendaraan.*
- Handy, Dendy, Nida, Hanif, Gagat, Sofyan, Ade, Heriyanto, Ardian, Irzaman (2016). *Pembuatan Model Pendeteksi Api Berbasis Arduino Uno Dengan Keluaran SMS GATEWAY.*
- Satpandi, A. H. (2014). *Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22.* Jurnal Infotel.
- Syam Ph.D, Rafiuddin (2013) *Dasar Dasar Teknik Sensor*, Makassar.
- Tryadi, Rocky, Dedi Trianto, Ilhamsyah (2015). *Prototype system Kran Air Otomatis Berbasis Sensor Flowmeter Pada Gedung Bertingkat.*
- Zain, Abdul. (2016). *Rancang Bangun Sistem Proteksi Kebakaran Menggunakan Smoke dan Heat Detector.* Jurnal INTEK. Vol 3 (1): 36-4