

RANCANG BANGUN SUPERVISI SISTEM PENCEGAH DAN PEMADAM KEBAKARAN BERBASIS IOT

Sandy Bhawana Mulia¹, Nur Wisma Nugraha¹, Ilham Rafif Mochamad¹

¹Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Politeknik Manufaktur Bandung
Email: ¹sandy@ae.polman-bandung.ac.id

Abstrak

Abstrak-- Kebakaran termasuk kedalam bencana yang sering terjadi namun dapat dicegah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bandung tahun 2018 terdapat 198 kali kejadian kebakaran (16,5 kejadian/ bulan), dan pada rentang waktu 2012 - 2017 kebakaran yang diakibatkan oleh gas LPG mempunyai presentasi kedua terbesar yaitu 17%. Oleh karena itu sistem pemadam kebakaran yang dapat mendeteksi dan mencegah secara cepat dan dapat dipantau dari jarak jauh secara langsung (*real time*) serta akan membantu meminimalisir kerugian. Rancangan sistem ini menggunakan sensor LM35 yang dapat mendeteksi suhu, sensor KY-026 yang mendeteksi adanya titik api pada setiap ruangan, serta sensor MQ-6 untuk mendeteksi kadar gas LPG pada ruangan. Selain itu, rancangan sistem inipun mampu menggerakkan 2 pintu darurat, pompa, dan kipas pembuangan (*exhaust fans*) sesuai algoritma yang ditentukan. Antarmuka sistem inipun dapat memberi informasi kondisi dari aktuator pada purwarupa serta lokasi denah kebakaran dengan delay setiap pergantian data 6,67 detik. Dan sistem mampu memberikan indikator jalur evakuasi saat kebakaran terjadi.

Kata Kunci: *Supervisi, IoT, Kebakaran, Pemadam.*

Abstract

Fire is a disaster that often occurs but can be prevented. Based on data from the Bandung City Central Bureau of Statistics (BPS), in 2018 there were 198 fire incidents (16.5 events / month), and in a periode 2012 - 2017 fires caused by LPG gas had the second largest percentage at 17%. Therefore a fire extinguishing system that can detect and prevent it quickly and can be monitored remotely in real time will help minimize losses. This system design uses an LM35 sensor which can detect temperature, the KY-026 sensor can detect the presence of hotspots in any room, and the MQ-6 sensor can detect the levels of LPG gas in the room. Moreover, this system design is also able to drive 2 emergency doors, pumps and exhaust fans according to the specified algorithm. The system interface can provide actuator information on the prototype as well as the location of the fire plan with a delay of each data change of 6.67 seconds. And the system is able to provide an indicator of the evacuation route during a fire.

Keywords: *Supervision, IoT, Fire, Extinguisher.*

I. PENDAHULUAN

Bencana merupakan peristiwa atau suatu rangkaian yang dapat mengancam dan mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam, faktor non-alam dan faktor manusia. Dampak dari bencana sendiri diantara lain; timbulnya korban jiwa manusia, kerugian harta

benda, kerusakan lingkungan, dan dampak psikologis terhadap korban (Rosyida et al., 2018).

Dari sekian banyak jenis bencana ada beberapa bencana yang dapat kita cegah agar tidak terjadi, salah satunya adalah bencana kebakaran dikarenakan kebakaran adalah bencana yang diakibatkan faktor non-alam dan faktor kelalaian manusianya sendiri. Bahaya kebakaran dapat mengakibatkan adanya

ancaman potensial terkena pancaran api, asap, gas, dan api yang menjalar. Kerugiannya korban pun bisa berupa cacat fisik, trauma, dan kehilangan pekerjaan (Saifullana & Simatupang, 2018).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Bandung 2018 jumlah kejadian kebakaran selama tahun 2017 kurang lebih 198 kali kejadian (rata – rata kebakaran per bulan sebanyak 16,5 kejadian) dengan area kebakaran sebesar 3.316 m². Di kota Bandung sendiri khususnya kawasan Balubur Tamansari yang setiap tahunnya menjadi titik terjadinya arus urbanisasi para mahasiswa dengan kebutuhan bermukim. Peningkatan kepadatan penduduk ini tidak selalu disertai dengan kepedulian akan pentingnya keamanan dan keselamatan dari ancaman bencana, salah satunya yaitu bencana kebakaran. Dengan padatnya penduduk dan pemukiman akan membuat petugas pemadam kesulitan untuk menuju titik kebakaran yang sedang terjadi dengan terkendala kemacetan perjalanan dan lokasi yang sulit dijelajahi oleh petugas (Permana et al., 2019).

Dan terdapat data kebakaran dari pemerintah depok dengan kurun waktu 5 (lima) tahun hingga 2017 kebakaran yang diakibatkan gas LPG mempunyai persentas kedua terbesar yaitu 17%. Dengan presentase terbesar yaitu arus pendek sebesar 62% dan sisa persentasenya adalah penyebab selain gas dan arus pendek (Hakim & Yonatan, 2017). Oleh sebab itu sebuah sistem pencegah dan pemadam kebakaran harus dapat mendeteksi tanda-tanda kebakaran serta menanggulangnya secara otomatis. Semakin cepat dan akurat sebuah sistem mengetahui tanda – tanda kebakaran, maka akan semakin cepat pula sistem tersebut untuk mengambil keputusan dalam mencegah adanya api dan meluasnya api.

Pemanfaatan sistem teknologi yang otomatis dan dapat dipantau dari jarak yang jauh akan membantu sistem ini berfungsi lebih cepat. Sistem monitoring yang artinya sistem yang dapat memantau segala aktivitas atau kegiatan yang terjadi pada daerah tertentu dapat digunakan pada sistem ini (Noermala Prawira, 1992).

Hakim dan Yonatan (2017) menyatakan bahwa alat detektor yang digunakan dalam penelitian berhasil mendeteksi kebocoran gas LPG dengan baik dan mampu mengirimkan pesan singkat (SMS) kepada pengguna atau petugas pemadam. Akan tetapi seberapa cepat atau lambat SMS itu terkirim kepada pengguna tidak diketahui (tidak *real time*).

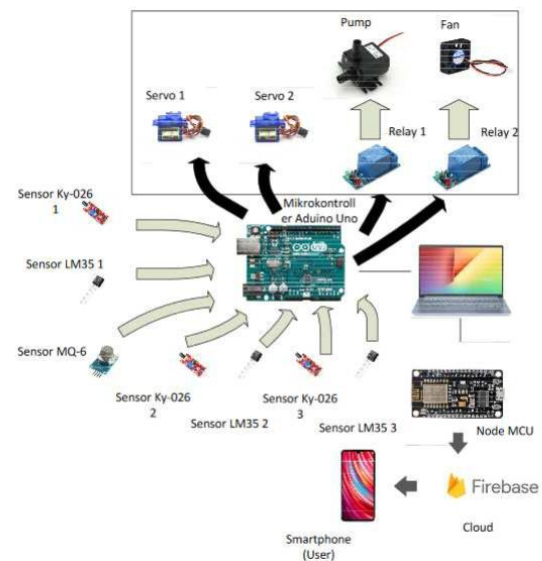
Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas tentang rancang bangun sistem pencegah dan pendeteksi kebakaran rumah atau gedung yang terintegrasi smartphone dengan aplikasi online untuk mengatasi bencana kebakaran.

II. METODE

Metode yang digunakan pada perancangan ini terbagi atas dua bagian utama yaitu, membuat perancangan sistem, dan pengujian sistem.

Perancangan Sistem

Pada Gambar. 1 dibawah menjelaskan secara umum sistem pencegah dan pemadam kebakaran. Dimana awalnya penulis hanya menggunakan 1 buah kontroler (Node MCU), akan tetapi jumlah pin dari Node MCU yang tidak sebanding dengan jumlah input dan output (sensor dan aktuator) yang digunakan mengakibatkan penulis menambahkan 1 buah kontroler lagi yaitu Arduino Uno. Sehingga fungsi kedua buah kontroler tadi berbeda dimana Arduino Uno fokus untuk mengontrol sensor dan aktuator dan Node MCU hanya digunakan sebagai modul wifi untuk mentransfer data ke *firebase* (*cloud*).

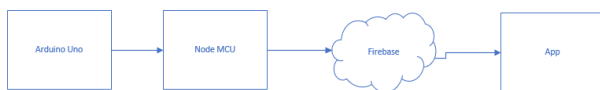


Gambar 1. Gambaran umum sistem

Gambaran sistem ini adalah akan mendeteksi keadaan suhu, kebocoran gas, dan adanya titik api yang ada disuatu ruangan, sensor LM35 digunakan untuk membaca keadaan terkini dari suhu ruangan, MQ-6 digunakan untuk membaca apakah ada kebocoran gas pada ruangan, dan KY-026 digunakan untuk melihat apakah ada lidah api yang muncul di ruangan, semua sensor yang dipasang akan memonitoring secara bersamaan apakah ruangan tersebut masih dinyatakan aman atau tidak. Nilai dari sensor-sensor tersebut akan dikirimkan ke mikrokontroler untuk dilakukan akuisisi data yang nantinya akan ditampilkan di halaman antarmuka pada aplikasi android smartphone pengguna yang berfungsi sebagai pemantau pada sistem ini.

Android sendiri merupakan sebuah sistem operasi yang menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi yang mereka inginkan untuk digunakan untuk bermacam piranti bergerak (Nurwulandari & Arifin, 2019).

Proses pemantauan pada yang akan ditampilkan di aplikasi yaitu dengan menganalisis suatu objek dengan melihat *indicator variable* yang sudah ditentukan. Sebagai parameter penentuan hasil pemantauan untuk dapat digunakan sebagai referensi untuk melakukan perbaikan atau mempertahankan kegiatan selanjutnya. Pemantauan dilakukan secara terus menerus untuk menentukan kondisi objek untuk meraih tujuan yang harus dicapainya (Muslih & Hasanah, 2019).



Gambar 2. Jalur komunikasi data

Pada Gambar. 2 dapat dijelaskan jalur komunikasi data yang terjadi pada sistem. Data setiap sensor dan data aktuator yang mempunyai tipe data yang berbeda beda akan dibaca menjadi satu buah string yang dijeda menggunakan simbol yang jarang digunakan pada *coding* Arduino contoh “#”, contoh data yang akan dikirimkan (“10#1#30#...#...”), selanjutnya satu data yang akan terus menerus terbaca akan dikirimkan dari Arduino Uno ke Node MCU menggunakan komunikasi serial memanfaatkan pin Tx dan Rx masing masing komponen. Dengan saling meminta data untuk dikirimkan ketika jumlah data yang dikirimkan telah terbaca dengan benar. Bersamaan dengan proses tersebut program pada Arduino akan mengolah data data sensor untuk mempengaruhi semua aktuator sesuai syarat yang sudah ditentukan. Data string yang terbaca pada node MCU akan dipisahkan kembali dengan melihat batas “#” yang akan memilah data mana yang harus menjadi data pertama, kedua dan seterusnya, setelah terpisah dan ditampilkan kembali menjadi beberapa data yang mempunyai informasi khusus maka data tersebut akan dikirimkan ke *database* setiap waktunya untuk diambil oleh aplikasi android dengan melihat *value* tiap *database* yang tersedia. Untuk mengirimkan data, node MCU menggunakan akses internet melalui Wi-Fi/ *hotspot* dari gawai yang tersedia sehingga proses komunikasi ke Firebase (*cloud*) akan sangat cepat.

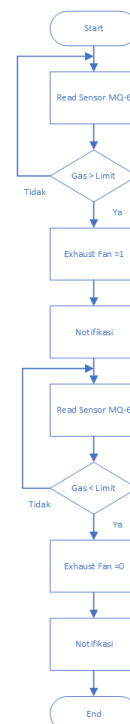
Pada Gambar. 3 dibawah terlihat bahwa terdapat dua prinsip yang akan bekerja pada alat ini yaitu pencegah kebakaran yang berfungsi untuk mencegah terjadinya kebakaran yang disebabkan

oleh kebocoran gas LPG. Dan prinsip kerja yang kedua adalah pemadam kebakaran yang berfungsi untuk memadamkan kebakaran yang terjadi di ruangan dan terdapat indikator bantuan untuk evakuasi menuju pintu darurat otomatis.

Pada penelitian ini penulis membagi ruangan pengujian menjadi tiga, dimana ruangan pertama dan ketiga hanya terdapat dua buah yaitu sensor suhu dan sensor KY-026, sedangkan di ruangan kedua terdapat dua buah sensor yaitu sensor suhu dan sensor gas. Dan ketiga ruangan tersebut dihubungkan dengan empat buah aktuator yaitu pompa air, fans, pintu darurat 1 dan pintu darurat 2.



Gambar 3. Diagram alir sistem



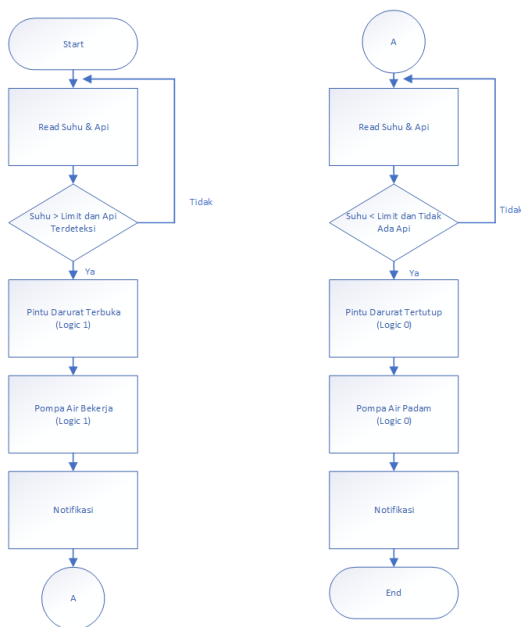
Gambar 4. Diagram alir pencegah kebakaran

Gambar. 4 diatas ini memperlihatkan keseluruhan alur kerja dari pencegah kebakaran pada alat yang dibuat, dimana sensor MQ-6 akan mendeteksi kebocoran jika gas di ruangan tersebut melebihi nilai 20 ppm, maka *exhaust fans* akan bergerak untuk membuangnya ke luar dan notifikasi pada antarmuka pun akan tampil dengan layar berwarna merah serta menunjukkan ruangan mana yang sedang mengalami kebocoran gas (dalam penelitian ini hanya di ruangan 2 saja).

Setelah *exhaust fans* berhasil membuang gas ke luar ruangan, sensor MQ-6 pun pasti akan mendeteksi kembali kadar gasnya, jika nilainya sudah di bawah 20 ppm maka *exhaust fans* akan berhenti bekerja dan notifikasi pada antarmuka pun akan berubah juga.

Untuk prinsip kerja pemadam kebakarannya dapat dilihat pada Gambar. 5 di bawah ini, dimana sensor LM35 dan sensor KY-026 akan mendeteksi suhu dan titik api di sebuah ruangan. Arduino sebagai kontroler yang telah diprogram akan merespon jika suhu di ruangan tersebut melebihi 35°C dan mendeteksi keberadaan api maka semua pintu darurat akan terbuka dan pompa air akan bekerja untuk memadamkan api yang menyala. Notifikasi pada antarmuka pun akan muncul karena aplikasi yang telah dibuat tersebut mengambil *database* dari *cloud*.

Selanjutnya kedua sensor tadi pun akan tetap bekerja untuk mendeteksi suhu dan titik api, jika suhu telah kembali normal (di bawah 35°C) dan api telah padam maka seluruh pintu darurat akan kembali tertutup disertai dengan padamnya pompa air.



Gambar 5. Diagram alir pemadam kebakaran

Pengujian Sistem

Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian yaitu pengujian karakteristik sensor – sensor yang digunakan dan pengujian keseluruhan sistem. Pengujian ini dilakukan dengan beberapa kondisi yang sudah ditentukan untuk mengetahui respon aktuator yang terjadi saat sensor mengambil data. Pada pengujian ini dapat dilihat bagaimana cara sistem ini bekerja.

Pengujian yang pertama yaitu pengujian respon sistem dengan melihat apabila keadaan yang dimonitoring di tiga ruangan, telah mencapai limit yang ditentukan. Pengujian kedua yaitu pengujian beberapa konflik dari tiap ruangan tersebut. Pengujian dilakukan menggunakan lilin di tiga ruangan.

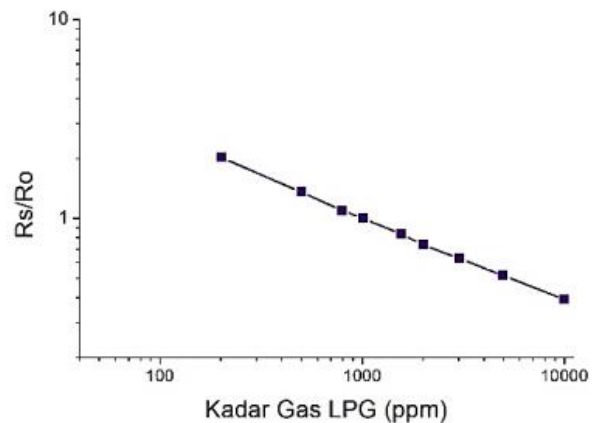
Dan pula menguji seberapa cepat data yang dikirimkan dapat ditampilkan pada aplikasi yang digunakan oleh pengguna. Tahap penujiannya yaitu menghitung lama *delay* setiap data terganti menggunakan bantuan stopwatch. Dari pengujiannya ini akan menghasilkan rata-rata lama *delay* yang terjadi pada pengiriman data sensor dan aktuator yang dikirimkan ke tampilan antarmuka aplikasi android.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor MQ-6

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan karakteristik sensor MQ-6 yang didapatkan dengan melakukan pengujian nilai tegangan keluaran sensor yang terbaca oleh mikrokontroler dengan tegangan yang terukur oleh Voltmeter.

Dikarenakan penelitian yang dilakukan ini tidak menggunakan alat ukur standar gas karbon monoksida sehingga sulit untuk mengkondisikan LPG pada 1000 PPM. Maka penulis mencoba mengasumsikan nilai tersebut menggunakan persamaan yang didapatkan dari *datasheet* pada grafik di bawah ini.



Gambar 6. Grafik pendekatan PPM dengan R_s/R_o (Widartiningsih et al., 2017)

Dengan menggunakan *trendline power* pada excel didapatkan persamaan grafik sebagai berikut.

$$y = 18,569 x^{-0.422} \tag{1}$$

Dimana:

$$y = R_s/R_o$$

$$x = PPM$$

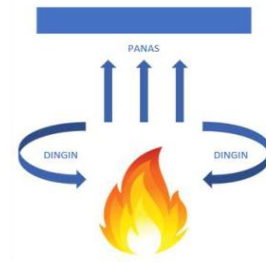
Dari Tabel. 1 di bawah ini, bisa dilihat bahwa laju perubahan nilai R_s , R_s/R_o , dan VRL cenderung linier dan menurun sesuai dengan Gambar. 6. Dimana semakin besar nilai PPM maka nilai R_s/R_o akan semakin kecil.

Tabel 1. Pengujian sensor MQ-6

No.	x (PPM)	R_s	V (R_s/R_o)	VRL
1.	0,71	38346,16	21,52	0,13
2.	3,35	19877,55	11,15	0,24
3.	7,34	14268,66	8,01	0,33
4.	8,82	13208,33	7,34	0,35
5.	11,18	11949,37	6,71	0,39
6.	15,21	10494,38	5,89	0,43
7.	17,53	10000,00	5,61	0,45
8.	19,03	9546,39	5,36	0,47
9.	21,16	9128,71	5,12	0,49
10.	21,71	9029,41	5,07	0,50
11.	23,44	8742,86	4,91	0,51
12.	25,25	8472,22	4,75	0,53
13.	27,16	8216,22	4,61	0,54
14.	27,81	8133,93	4,56	0,55
15.	29,84	7895,65	4,43	0,56
16.	33,45	7525,00	4,22	0,59
17.	39,80	6992,19	3,92	0,63
18.	50,82	6307,14	3,54	0,68
19.	78,94	5237,81	2,94	0,80
20.	111,37	4529,73	2,54	0,90
21.	137,78	4140,70	2,32	0,97
22.	146,11	4039,41	2,27	0,99
23.	168,58	3802,82	2,13	1,04
24.	170,96	3780,37	2,12	1,05
25.	207,05	3486,84	1,96	1,11
26.	265,07	3141,70	1,76	1,21
27.	360,00	2761,03	1,55	1,33
28.	438,81	2539,79	1,43	1,43
29.	549,01	2310,68	1,3	1,51
30.	703,36	2081,33	1,17	1,62
31.	978,79	1810,44	1,02	1,78

Pengujian sensor LM35

Pemasangan sensor LM35 ini sendiri melihat dari sifat perpindahan panasnya. Perpindahan panas dari satu titik atau dari satu benda ke benda lainnya merupakan konsep dasar dalam studi mengenai api. Energi panas dari api mempunyai sifat konveksi untuk memindahkan panas. Konveksi sendiri adalah perpindahan energi panas melalui pergerakan cairan-cairan atau gas-gas panas.



Gambar 7. Konveksi panas api

Ketika panas dipindahkan dengan cara konveksi, ada pergerakan atau sirkulasi cairan dan gas (yang akan mengalir) dari satu tempat ke tempat lain. Aliran panas tersebut berasal dari tempat yang lebih panas menuju ke tempat yang lebih dingin (Hammer, 1950).

Untuk pengujian sensor LM35 ini penulis mengambil data sebanyak 10 kali di setiap ruangan serta langsung mengkomparasinya dengan sebuah termometer dalam waktu yang bersamaan.

Tabel 2. Pengujian sensor LM35 di ruangan 1

No.	LM35 (°C)	Termometer (°C)	Gap	Error
1.	27,86	28,10	0,24	0,8541
2.	29,33	28,90	0,43	1,4879
3.	30,30	30,50	0,20	0,6557
4.	31,77	31,90	0,13	0,4075
5.	33,72	33,50	0,22	0,6567
6.	35,19	35,50	0,31	0,8732
7.	36,80	36,17	0,63	1,7418
8.	43,10	43,01	0,09	0,2093
9.	52,30	52,50	0,20	0,3810
10.	63,54	63,30	0,24	0,3791
Average error				0,7646

Pengujian dilakukan dengan cara sama-sama mengukur air yang suhunya berbeda beda. Dari hasil pengukuran yang didapat bahwa *error* sebesar 0,76%.

Tabel 3. Pengujian sensor LM35 di ruangan 2

No.	LM35 (°C)	Thermometer (°C)	Gap	Error
1.	27,76	27,90	0,14	0,5018
2.	28,45	28,30	0,15	0,5300
3.	31,56	31,40	0,16	0,5096
4.	33,63	33,40	0,23	0,6886
5.	35,27	35,00	0,26	0,7426
6.	36,73	36,50	0,23	0,6301
7.	38,23	38,10	0,13	0,3412
8.	42,57	42,40	0,17	0,4009
9.	51,65	51,50	0,15	0,2913
10.	65,47	65,30	0,17	0,2603
Average error				0,4897

Tabel 4. Pengujian sensor LM35 di ruangan 3

No.	LM35 (°C)	Thermometer (°C)	Gap	Error
1.	28,32	28,10	0,22	0,7829
2.	33,67	33,50	0,17	0,5075
3.	35,51	35,40	0,11	0,3107
4.	37,23	37,10	0,13	0,3504
5.	38,67	38,50	0,17	0,4416
6.	40,77	40,90	0,13	0,3178
7.	42,67	42,30	0,37	0,8747
8.	50,27	50,40	0,13	0,2579
9.	55,77	55,50	0,27	0,4865
10.	60,57	60,30	0,27	0,4478
Average error				0,4778

Hasil pengujian di ruangan 2 dan 3 menampilkan *error* sebesar $\pm 0,48\%$. Pengujian karakteristik sensor LM35 ini menunjukkan bahwa sensor di setiap ruangan mendeteksi suhu dengan rata-rata *error* 0,57% dibandingkan dengan alat ukur yang sudah dikalibrasi.

Pengujian Sensor KY-026

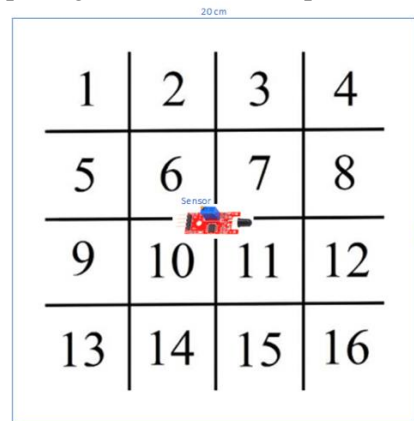
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dimana posisi sensor pada purwarupa ruangan yang mempunyai luas ruangan 20x20cm untuk dapat mendeteksi titik api di semua titik ruangan. Terdapat dua pengujian yaitu pengujian untuk mencari seberapa jauh sensor dapat mendeteksi titik api, dan pengujian kedua yaitu menguji posisi penempatan sensor.

Tabel 5. Pengujian jarak terjauh sensor KY-026

No.	Indikator Sensor	Jarak (cm)
1.	Terdeteksi Api	5 cm
2.	Terdeteksi Api	10 cm
3.	Terdeteksi Api	15 cm
4.	Terdeteksi Api	20 cm
5.	Terdeteksi Api	25 cm
6.	Terdeteksi Api	30 cm
7.	Terdeteksi Api	35 cm
8.	Terdeteksi Api	40 cm
9.	Terdeteksi Api	45 cm
10.	Terdeteksi Api	50 cm
11.	Terdeteksi Api	55 cm
12.	Terdeteksi Api	60 cm
13.	Terdeteksi Api	65 cm
14.	Terdeteksi Api	70 cm
15.	Terdeteksi Api	75 cm
16.	Tidak Terdeteksi Api	80 cm

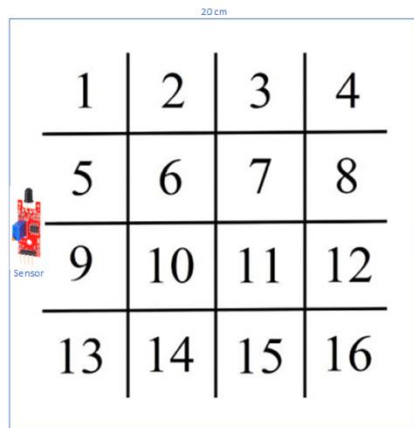
Berdasarkan Tabel. 5 diatas diketahui bahwa jarak terjauh sensor api tipe KY-026 yang dipakai pada purwarupa penelitian ini yaitu dengan jarak 75 cm. Dan perlu diingat pendeteksian api hingga jarak

tersebut hanya dapat mendeteksi keberadaan api yang dipasang horizontal terhadap sensor.



Gambar 8. Sketsa Posisi Titik Api di posisi 1

Pengujian kedua dari sensor api KY-026 ini adalah menentukan posisi yang dapat menjangkau keberadaan titik api pada ruangan prototype yang dibuat. Dari pengujian, posisi sensor yang pertama berposisi di samping tengah ruangan (Gambar. 8) dan yang kedua posisi sensor di atas tengah ruangan (Gambar. 9).



Gambar 9. Sketsa Posisi Titik Api di posisi 2

Tabel 6. Pengujian penempatan sensor KY-026 posisi 1

Posisi Api	Indikator Sensor
1.	Terdeteksi Api
2.	Terdeteksi Api
3.	Terdeteksi Api
4.	Terdeteksi Api
5.	Terdeteksi Api
6.	Terdeteksi Api
7.	Terdeteksi Api
8.	Terdeteksi Api
9.	Terdeteksi Api
10.	Terdeteksi Api
11.	Terdeteksi Api
12.	Terdeteksi Api
13.	Terdeteksi Api
14.	Terdeteksi Api
15.	Terdeteksi Api
16.	Terdeteksi Api

Tabel 7. Pengujian penempatan sensor KY-026 posisi 2

Posisi Api	Indikator Sensor
1.	Terdeteksi Api
2.	Terdeteksi Api
3.	Terdeteksi Api
4.	Terdeteksi Api
5.	Terdeteksi Api
6.	Terdeteksi Api
7.	Terdeteksi Api
8.	Terdeteksi Api
9.	Terdeteksi Api
10.	Terdeteksi Api
11.	Terdeteksi Api
12.	Terdeteksi Api
13.	Tidak Terdeteksi Api
14.	Terdeteksi Api
15.	Terdeteksi Api
16.	Tidak Terdeteksi Api

Berdasarkan Tabel. 6 dan Tabel. 7 diketahui peletakan sensor harus tepat agar pembacaan titik api pada tiap ruangan dapat terdeteksi. Sensor api tipe KY-026 yang digunakan pada tiap ruangan harus dapat mendeteksi api di 16 koordinat wilayah ruangan yang direncanakan. Dan akhirnya didapatkan posisi yang tepat untuk menjangkau keseluruhan area pada ruangan adalah menempatkan posisi sensor di atas tengah ruangan (posisi 1). Karena ketika sensor diposisikan di samping ruangan yang akan terjadi adalah api tidak terdeteksi pada koordinat ruangan nomor 13 dan 16.

Pengujian Sistem

Untuk mengetahui apakah program sudah bekerja dan memenuhi apa yang diinginkan oleh sistem, maka dilakukanlah pengujian integrasi dengan beberapa kombinasi. Yang pertama menguji kondisi darurat di tiap ruangan. Lalu menguji keadaan darurat dengan kombinasi beberapa ruangan.



Gambar 10. Pengujian integrasi, respon aktuator bila ruangan 1 diberi gangguan

Pengujian pada Gambar. 10 bertujuan untuk mengetahui respon aktuator jika terjadi kebakaran di

ruangan. Kebakaran akan terdefiniskan jika suhu ruangan naik dan melebihi batas suhu yaitu 35°C, dan terdapat titik api yang terbaca pada ruangan. Titik api sendiri disimulasikan menggunakan lilin yang menyala, dan sistem bekerja dimana api terdeteksi dan respon di antarmuka pun muncul.

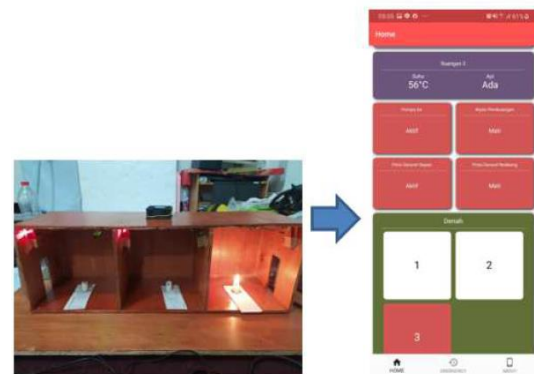
Tabel 8. Pengujian integrasi, respon aktuator bila ruangan 1 diberi gangguan

No.	Ruangan 1		Aktuator				Status
	Sensor 1	Sensor 2	1	2	3	4	
1	44°C	1	1	0	0	1	Terpenuhi
2	41°C	1	1	0	0	1	Terpenuhi
3	56°C	1	1	0	0	1	Terpenuhi
4	44°C	1	1	0	0	1	Terpenuhi
5	64°C	1	1	0	0	1	Terpenuhi
6	40°C	1	1	0	0	1	Terpenuhi
7	42°C	1	1	0	0	1	Terpenuhi
8	47°C	1	1	0	0	1	Terpenuhi
9	55°C	1	1	0	0	1	Terpenuhi
10	42°C	1	1	0	0	1	Terpenuhi

Dimana :

Nama Alat	Kondisi 0	Kondisi 1	Keterangan
Sensor 1	-	-	Suhu
Sensor 2	Not Detect	Detect	Titik Api
Aktuator 1	Tidak Aktif	Aktif	Pompa
Aktuator 2	Off	On	Ex-Fans
Aktuator 3	Closed	Open	Pintu 1
Aktuator 4	Closed	Open	Pintu 2

Berdasarkan Tabel. 8, setelah dilakukan percobaan sebanyak 10 kali dengan melihat respon dari setiap aktuator. Disetiap percobaan yang dilakukan status-nya dapat dikatakan terpenuhi. Terpenuhi disini dapat dilihat bahwa saat suhu sudah melebihi 35°C dan ada titik api yang terdeteksi, terdapat 3 buah aktuator yang akan aktif jika kondisi ruangan 1 terpenuhi yaitu pompa air aktif, pintu darurat 1 akan tertutup, dan pintu darurat 2 akan terbuka. Aktuator akan kembali mati dan kembali keposisi semula bila kondisi pada ruangan 1 kembali aman.



Gambar 11. Pengujian integrasi, respon aktuator bila ruangan 3 diberi gangguan

Pengujian pada Gambar. 11 bertujuan untuk mengetahui respon aktuator jika terjadi kebakaran di ruang 3. Kebakaran akan terdefiniskan jika suhu ruangan naik dan melebihi batas suhu yaitu 35°C, dan terdapat titik api yang terbaca pada ruangan.

Tabel 9. Pengujian integrasi, respon aktuator bila ruangan 3 diberi gangguan

No.	Ruangan 3		Aktuator				Status
	Sensor 1	Sensor 2	1	2	3	4	
1	38°C	1	1	0	1	0	Terpenuhi
2	40°C	1	1	0	1	0	Terpenuhi
3	40°C	1	1	0	1	0	Terpenuhi
4	44°C	1	1	0	1	0	Terpenuhi
5	37°C	1	1	0	1	0	Terpenuhi
6	60°C	1	1	0	1	0	Terpenuhi
7	66°C	1	1	0	1	0	Terpenuhi
8	55°C	1	1	0	1	0	Terpenuhi
9	37°C	1	1	0	1	0	Terpenuhi
10	42°C	1	1	0	1	0	Terpenuhi

Dimana :

Nama Alat	Kondisi 0	Kondisi 1	Keterangan
Sensor 1	-	-	Suhu
Sensor 2	Not Detect	Detect	Titik Api
Aktuator 1	Tidak Aktif	Aktif	Pompa
Aktuator 2	Off	On	Ex-Fans
Aktuator 3	Closed	Open	Pintu 1
Aktuator 4	Closed	Open	Pintu 2

Berdasarkan Tabel. 9, setelah dilakukan percobaan sebanyak 10 kali dan melihat respon dari setiap aktuator. Maka status dari ketiga aktuator dapat dikatakan terpenuhi jika terdeteksi titik api dan suhu melebihi 35°C. Terdapat 3 aktuator yang akan aktif jika kondisi ruangan 1 terpenuhi yaitu pompa air aktif, pintu darurat 2 akan tertutup, dan pintu darurat 1 akan terbuka. Aktuator akan kembali mati dan kembali keposisi semula bila kondisi pada ruangan 3 kembali aman.



Gambar 12. Pengujian integrasi, respon aktuator bila ruangan 2 diberi gangguan

Pengujian pada Gambar. 12 di atas bertujuan untuk mengetahui respon aktuator jika terjadi kebakaran di ruang 2. Selain terjadinya kondisi kebakaran pada ruangan 2 terdapat kondisi tambahan yaitu kebocoran kadar gas LPG. Dimana untuk pengujian kebocoran gas LPG ini dilakukan simulasi berupa pemberian gas hidrokarbon butana (C₄H₁₀) dari korek api gas (gas LPG dan gas dari korek api sama-sama mengandung butana).

Sehingga jika kondisi ruangan 2 tersebut kadar ppm dari gas telah melebihi batas yaitu 20 ppm, maka kipas pembuangan akan aktif agar gas yang sudah terlalu banyak terkumpul pada ruangan dapat dikeluarkan dari ruangan dan dapat mencegah adanya kebakaran yang disebabkan oleh kebocoran gas LPG.

Tabel 10. Pengujian integrasi, respon aktuator bila ruangan 2 diberi gangguan

No.	Ruangan 3			Aktuator			
	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	1	2	3	4
1	28°C	0	5537	0	1	0	0
2	28°C	0	157264	0	1	0	0
3	28°C	0	8840281	0	1	0	0
4	28°C	0	63562	0	1	0	0
5	27°C	0	2025873	0	1	0	0
6	29°C	0	40343	0	1	0	0
7	30°C	0	34368	0	1	0	0
8	28°C	0	329409	0	1	0	0
9	28°C	0	494823	0	1	0	0
10	28°C	0	2415673	0	1	0	0
11	60°C	1	0,72	1	0	1	1
12	45°C	1	1,24	1	0	1	1
13	43°C	1	0,73	1	0	1	1
14	66°C	1	0,72	1	0	1	1
15	57°C	1	0,70	1	0	1	1
16	41°C	1	0,72	1	0	1	1
17	52°C	1	0,68	1	0	1	1
18	60°C	1	0,82	1	0	1	1
19	42°C	1	0,72	1	0	1	1
20	60°C	1	0,72	1	0	1	1

Dimana :

Nama Alat	Kondisi 0	Kondisi 1	Keterangan
Sensor 1	-	-	Suhu
Sensor 2	Not Detect	Detect	Titik Api
Sensor 3	-	-	Gas
Aktuator 1	Tidak Aktif	Aktif	Pompa
Aktuator 2	Off	On	Ex-Fans
Aktuator 3	Closed	Open	Pintu 1
Aktuator 4	Closed	Open	Pintu 2

Berdasarkan Tabel. 10, percobaan dilakukan sebanyak 20 kali dengan melihat respon dari setiap aktuator. Pada setiap percobaan yang dilakukan terlihat bahwa jika suhu sudah melebihi 35°C dan ada titik api yang terdeteksi. Maka terdapat 3 aktuator yang akan aktif jika kondisi ruangan 1

terpenuhi yaitu pompa air aktif, pintu darurat 1 akan tertutup, dan pintu darurat 2 akan terbuka. Aktuator akan kembali mati dan kembali keposisi semula bila kondisi pada ruangan 2 kembali aman. Dan bila kadar gas LPG telah melebihi 20 ppm maka kipas pembuangan akan aktif hingga kadar gas menurun dan kurang dari 20 ppm.

Pengujian Antarmuka

Dilakukan pengujian *delay* penampilan data pada antarmuka aplikasi dengan bantuan stopwatch untuk melihat berapa lama data pada antarmuka akan terganti atau terbaru.

Tabel. 11 di bawah merupakan hasil pengujian *delay* yang diambil saat pengiriman data dari Node MCU ke *firebase (cloud)*. Dan jika dirata-ratakan maka jeda pergantian data pada tampilan antarmuka aplikasi yaitu selama 6,67 detik.

Tabel 11. Lama *delay* pergantian data pada antarmuka

Delay antarmuka	
Percobaan ke-	Delay pembacaan (sekon)
1.	6,99
2.	7,08
3.	7,46
4.	7,45
5.	6,57
6.	6,32
7.	6,60
8.	6,37
9.	6,54
10.	6,42
11.	6,53
12.	6,38
13.	6,43
14.	6,62
15.	6,34
rata-rata	6,67

Aplikasi seperti dapat dilihat pada Gambar. 13 dan 14 di bawah merupakan data terkini di *database* yang sudah dapat ditampilkan. Pada tampilan aplikasi terdapat tiga menu yang disediakan, yaitu menu pertama adalah tampilan untuk memantau keadaan terkini di tiap ruangan dan keadaan aktuator yang digunakan. Menu kedua adalah tampilan menu darurat yang menyediakan switch untuk menonaktifkan sistem saat kebakaran mulai menyebar terlalu luas. Menu ketiga yaitu tampilan mengenai penjelasan singkat dari aplikasi dan sistem yang dibuat.



Gambar 13. Tampilan *database*



Gambar 14. Tampilan aplikasi berupa menu utama, menu darurat, dan menu informasi

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil pengujian sensor-sensor, pengujian sistem dan pengukuran antarmuka didapatkan beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Dari hasil pembacaan sensor LM-35 di setiap ruangan, sensor dapat mendeteksi suhu dengan baik dengan rata-rata *error* sebesar 0,57%. Dan juga sensor MQ-6 dapat mendeteksi senyawa hidrokarbon (bau LPG) dengan baik.
2. Sistem mampu merespon dengan baik jika terjadi kebakaran maupun ada kebocoran gas LPG dengan menjalankan aktuator (2 pintu darurat, 1 pompa, 1 kipas pembuangan) serta mampu

memberikan indicator jalur evakuasi ketika terjadi kebakaran.

3. Sistem antarmuka pada aplikasi android yang dirancang pun cukup berjalan dengan baik dimana rata-rata *delay* selama 6,67 sekon.

MQ-6 Berbasis Mikrokontroler ATmega 328P. *PROSIDING SNIPS 2017*, 28–34. https://ifory.id/proceedings/2017/RFdrG9aTL/snips_2017_putri_mustika_widartiningsih_q xv28idgub.pdf

V. DAFTAR PUSTAKA

- Hakim, L., & Yonatan, V. (2017). Deteksi Kebocoran Gas LPG menggunakan Detektor Arduino dengan algoritma Fuzzy Logic Mandani. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 1(2), 114–121. <https://doi.org/10.29207/resti.v1i2.35>
- Hammer, E. W. (1950). Process heat transfer: by Donald Q. Kern. 871 pages, illustrations, 16 × 23 cm. New York, McGraw-Hill Book Co., Inc., 1950. Price, \$8.00. *Journal of the Franklin Institute*, 250(5), 462–463. [https://doi.org/10.1016/0016-0032\(50\)90609-0](https://doi.org/10.1016/0016-0032(50)90609-0)
- Muslih, M., & Hasanah, M. I. (2019). Penerapan Service Oriented Architecture (Soa) Guna Meningkatkan Pelayanan Monitoring Mahasiswa Beasiswa Di Perguruan Tinggi Berbasis Web Service. *Jurnal Tekno Insentif*, 13(2), 52–61. <https://doi.org/10.36787/jti.v13i2.137>
- Noermala Prawira, W. (1992). *Evaluasi dan Kejadian Api (Kebakaran)*. 8–32.
- Nurwulandari, T., & Arifin, T. (2019). Sistem Pakar Untuk Mendeteksi Tumbuh Kembang Anak Usia 0 Sampai 2 Tahun Berbasis Android. *Jurnal Tekno Insentif*, 12(2), 30–37. <https://doi.org/10.36787/jti.v12i2.72>
- Permana, A. Y., Susanti, I., & Wijaya, K. (2019). Kerentanan Bahaya Kebakaran di Kawasan Kampung Kota. Kasus: Kawasan Balubur Tamansari Kota Bandung. *Jurnal Arsitektur ZONASI*, 2(1), 32. <https://doi.org/10.17509/jaz.v2i1.15208>
- Rosyida, A., Nurmasari, R., & Suprpto. (2018). Indonesia Disaster Data 2017. In *Data Center, Information and Public Relation of The National Disaster Management Agency*. Data Center, Information and Public Relation of The National Disaster Management Agency.
- Saifullana, & Simatupang, J. W. (2018). Sistem Pendeteksi Kebakaran Rumah Terintegrasi Smartphone dan Aplikasi Online. *JREC (Journal of Electrical and Electronics)*, 6(2), 91–98. <http://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/jrec/article/view/1614/1384>
- Widartiningsih, P. M., Moh. Hamdan, & Hendro. (2017). Detektor LPG Menggunakan Sensor