

RANCANG BANGUN SIMULATOR SISTEM PEMADAMAN API OTOMATIS BERBASIS ARDUINO

Muhammad Musthafa¹, Setya Permana Sutisna², Edi Sutoyo³

^{1,2,3}Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

e-mail: musthafabogor@gmail.com

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SIMULATOR SISTEM PEMADAMAN API OTOMATIS BERBASIS ARDUINO. Perancangan simulator pemadaman api otomatis berbasis arduino, dimana sensor api yang digunakan merupakan *flame sensor 1 channel* untuk pendeteksi api, sensor asap yang digunakan MQ-7 untuk pendeteksi asap dan gas, sensor suhu LM-35 digunakan untuk pendeteksi suhu. Untuk dapat mengetahui kinerja sistem pemadaman api secara otomatis serta mengetahui kinerja pompa dalam memadamkan api dan mengidentifikasi fungsi jalur evakuasi. Hasil dari nilai *output* sensor asap MQ-7 menggunakan tiga jenis asap kain asap kertas dan asap kayu nilai ADC tertinggi dihasilkan dari jenis asap kayu dengan nilai ADC 312 sps. Nilai *output* sensor api saat menyala rata-rata sebesar 663 sps sedangkan nilai sensor suhu rata-rata 27°. Pompa berhasil memadamkan api dan pintu berhasil terbuka sebanyak empat kali dari lima kali percobaan yang dilakukan ketika sensor api sensor asap dan sensor suhu telah bekerja sesuai *input* yang sudah ditetapkan. Berdasarkan hasil yang diperoleh simulator sistem pemadaman api berhasil dirancang dan dapat bekerja memadamkan api secara otomatis.

Kata kunci : *Flame Sensor, LM-35, MQ-7, Sistem pemadaman Api*

ABSTRACT

ARDUINO-BASED AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING SYSTEM SIMULATOR DESIGN. Arduino-based automatic fire extinguishing simulator design, where the fire sensor used is a 1 channel flame sensor for fire detection, the smoke sensor used by the MQ-7 for smoke and gas detection, LM-35 temperature sensor used for temperature detection. To be able to find out the performance of the fire suppression system automatically as well as to find out the performance of the pump in extinguishing the fire and identifying the function of the evacuation route. The results of the MQ-7 smoke sensor output value using three types of paper smoke and wood smoke, the highest ADC value was produced from wood smoke with an ADC value of 312 sps. The fire sensor output value when ignited an average of 663 sps while the average temperature sensor value was 27 °. The pump succeeded in extinguishing the fire and the door was successfully opened four times out of five experiments conducted when the smoke sensor fire sensor and temperature sensor worked accordingly. Based on the results obtained, the fire suppression system simulator has been successfully designed and can work to extinguish the fire automatically.

Keywords : *Flame Sensor, LM-35, MQ-7, Fire suppression system*

1. PENDAHULUAN

Bencana kebakaran merupakan salah satu bencana yang kerap terjadi di Indonesia. Tidak hanya pada kawasan yang padat penduduk akan tetapi kawasan hutan pun merupakan salah satu kawasan yang tidak terlepas dari bencana kebakaran. Kebakaran sering kali terjadi khususnya di kawasan padat penduduk yang rata-rata dipengaruhi oleh adanya korslet listrik dan kebocoran gas dari dapur rumah tangga.

Banyak kasus kebakaran diketahui pada saat sudah terjadi kebakaran dan sedikit dapat dideteksi lebih awal. Informasi terjadinya kebakaran banyak didapat oleh warga sekitar lokasi kebakaran. Untuk mendapatkan bantuan pihak pemadam kebakaran maka diperlukan peran serta masyarakat untuk menghubungi pihak pemadam kebakaran untuk dapat mengantisipasi bencana kebakaran baik perumahan maupun bangunan gedung. Sistem informasi berbasis

masyarakat merupakan sistem konvensional yang sering dilakukan saat ini. Sistem ini mempunyai kelemahan dimana diperlukan waktu dalam proses informasi ke pihak pemadam kebakaran. Berdasarkan sistem informasi berbasis masyarakat yang telah dilakukan saat ini maka diperlukan sebuah sistem informasi bencana kebakaran yang dapat memberikan notifikasi dan informasi secara *real-time* dalam bentuk informasi dari awal kondisi sumber kebakaran dan lokasinya kepada pihak petugas pemadamkebakaran maupun masyarakat secara efektif dan efisien[1].

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju banyak yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Perkembangan teknologi yang pesat ini ditandai dengan banyaknya peralatan yang telah diciptakan dan dioperasikan baik secara manual maupun otomatis[2].

Sistem ini menggunakan sensor suhu (LM35) dan sensor asap (MQ-9) berbasis mikrokontroler untuk mengukur suhu dan asap kebakaran. Data yang diterima dari kedua sensor akan dikirimkan ke *server* menggunakan modul *wifi* (ESP8266). Sistem ini memanfaatkan aplikasi *mobile* dan *web* sebagai *interface* untuk memberikan informasi lokasi kebakaran kepada satuan pemadam kebakaran terdekat dengan menampilkannya pada *Google Maps*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat *error* pembacaan sensor suhu sebesar 1,48% dan sensor asap sebesar 4,85%. Modul mampu terkoneksi ke internet dengan stabil pada jarak 10 m. Sistem pendeteksi kebakaran ini mampu bekerja secara *realtime*, menampilkan notifikasi pada aplikasi *mobile* dan *web* pada saat bersamaan dengan data yang diterima dan menampilkan rute menuju lokasi pada *Google Maps*[3].

Maka dari itu untuk meminimalisir atau mencegah terjadinya kebakaran, di perlukan adanya sebuah alat yang dapat mendeteksi dan memadamkan api dengan cepat saat terjadinya kebakaran secara otomatis saat tidak berpenghuni atau saat tertidur lelap. Maka dari itu penulis bermaksud untuk membuat suatu sistem atau alat pemadam otomatis dan jalur evakuasi dengan menggunakan sistem *Arduino uno*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

Dalam melakukan penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini penulis melakukan beberapa penelusuran dengan beberapa sumber baik dari jurnal nasional maupun internasional dan juga laporan tugas akhir mengenai sensor yang digunakan dalam alat pemadaman kebakaran secara otomatis yang sebelumnya sudah pernah dilakukan penelitian. Setelah melakukan beberapa penelusuran dan menelaah beberapa sumber yang ada, terdapat beberapa keterkaitan antara sumber dan juga penelitian yang akan dilakukan penulis.

2.2 Sensor

Sensor adalah transduser yang berfungsi untuk mengolah variasi gerak, panas, cahaya atau sinar, magnetis, dan kimia menjadi tegangan serta arus listrik. Transduser sendiri memiliki arti mengubah, resapan dari bahasa latin *traducere* Bentuk perubahan yang dimaksud adalah kemampuan merubah suatu energi kedalam bentuk energi lain. Sensor yang sering menjadi digunakan dalam berbagai rangkaian elektronik antara lain sensor cahaya atau sinar, sensor suhu, serta sensor tekanan[7].

2.2.1 Sensor Api Flame Sensor

Sensor api merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan api. Sensor ini mampu mendeteksi posisi nyala api dengan ketelitian tinggi (hingga nyala api sekecil cahaya lain). Sensor ini dapat mendeteksi nyala api dalam rentang panjang gelombang 760 nm~1100 nm, sensor ini dapat mendeteksi suhu panas berkisar 25 °C–85 °C. Sensor ini dapat mendeteksi api dari jarak 100 cm dengan keluaran tegangan sebesar 0,5 V, dan pada jarak 20 cm dengan objek sensor ini dapat mengeluarkan keluaran tegangan sebesar 5 V[8]. Gambar 2.2 menunjukkan sensor api



Gambar 2.2 Sensor Api Flame Sensor v2

(Sumber: <http://www.grabcad.com>)

2.2.2 Sensor Asap MQ-7

Sensor MQ-7 merupakan sensor gas karbon monoksida (CO) yang berfungsi untuk

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan Dan Alat

Pelaksanaan Pengajuan tugas akhir ini memerlukan bahan dan alat untuk menunjang penelitian. Berikut adalah bahan dan alat yang diperlukan:

Tabel 3.1 Bahan Penelitian

No	Bahan	Jumlah	Satuan
1.	Arduino Uno R3	1	pcs
2.	Adaptor 9 v	1	pcs
3.	Adaptor 12 v	1	pcs
4.	Sensor Api 1 Channel	1	pcs
5.	Sensor Asap MQ7	1	pcs
6.	Sensor Suhu LM35	1	pcs
7.	Module Relay 4 Channel	1	pcs
8.	Motor Servo SG90	1	pcs
9.	Motor Servo Df Robot	2	Pcs
10.	Pompa	1	Pcs
11.	Nozzel	4	Pcs
12.	Kabel Jumper	15	Meter
13.	Selang PE	6	Meter
14.	Tangki Penampungan	1	Pcs
15.	Engsel Pintu besi	4	Pcs
16.	Engsel Pintu Nilon	2	Pcs
17.	Lampu	1	Pcs
18.	Box Kontrol.	1	Unit
19.	Sensor Buzzer	1	Pcs
20.	Tip Block Melamin	1	Lembar
21.	Akrilik	1	Lembar
22.	Ruangan	800 x 836	Mm

Tabel 3.1 merupakan kebutuhan untuk menunjang penulis dalam melakukan perancangan simulator sistem pemadaman otomatis dan jalur evakuasi berbasis Arduino. Penulis akan menjelaskan fungsi dan kegunaan bahan – bahan tersebut.

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis chip yang berfungsi menerima inputan dari sensor api, sensor asap MQ-7 dan sensor suhu LM35 yang kemudian akan di proses untuk mengambil

keputusan dan hasil pembacaan dari sensor tersebut arduino uno berfungsi sebagai pemroses dan juga kontrol untuk keluaran sesuai perintah. Bahan selanjutnya adaptor 9v berfungsi sebagai konektor *power supply* Arduino Uno R3 yang mempunyai arus DC dan mempunyai tegangan 9v dan mempunyai *pins* 14 dan PWM digital 6 serta *analog input* 6 dengan *flash memory* 32 kb. Adaptor 12v berfungsi sebagai konektor *power supply* pompa yang mempunyai tegangan arus 12v. Sensor api 1 Channel sensor api berfungsi sebagai *inputan* data mikrokontroler dimana sebagai pendeteksi adanya cahaya api dalam ruangan dan mempunyai spesifikasi sudut pembacaan 60° dan memiliki ketahanan panas pada suhu normal 25-85°C dengan *spectrum* cahaya dengan sistem *delay* 2-3 detik dan mendeteksi jarak pembacaan cahaya api maksimal 110 cm (*Digital output*). Sensor asap MQ-7 berfungsi untuk mendeteksi adanya asap pada ruangan, yang kemudian akan menjadi *inputan* yang akan menjadi keluaran yang akan di proses oleh arduino uno dan spesifikasi mendeteksi gas CO, *heating time high* 60 detik dan *heating time low* 90 detik, konsentrasi nilai ppm dari 200-1000 ppm. Sensor suhu LM35 berfungsi untuk mendeteksi temperatur suhu dalam ruangan, yang kemudian akan menjadi *inputan* ke mikrokontroler dengan spesifikasi kecepatan atau akurasi kalibrasi 0,5°C pada suhu 25°C, memiliki sensitivitas suhu dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu 10 mV/°C sehingga dapat di kalibrasi langsung dengan celcius. *Module Relay 4 Channel* sebagai saklar penghubung suatu rangkaian yang berfungsi menghidupkan atau mematikan pompa, lampu dan motor servo dan memiliki tegangan 5v. Motor servo SG90 berfungsi untuk membantu jangkauan area sensor api untuk mencari titik api dan mempunyai torsi maksimal 1,2 kg dan kecepatan putar maksimal 60°/0.12 detik. Motor servo Df Robot berfungsi untuk menggerakkan pintu terbuka dan tertutup secara otomatis. Pompa berfungsi untuk menghisap dan mendorong air ada pun spesifikasi pompa memiliki tegangan 12 volt aliran DC 4A maksimal *flow* 5L per menit dengan tekanan 100 PSI. *Nozzel spray* berfungsi untuk memecah air agar meyebar pada saat penyemprotan ada pun spesifikasi *nozzel* yang di gunakan ukuran *nozzel* 0.3 mm *flow* air 0,068-0,086 L/m. Kabel jumper berfungsi untuk menyambungkan pin pin atau *wiring*. Selang PE berfungsi untuk mengaliri air dari penampungan sampai ruangan yang di

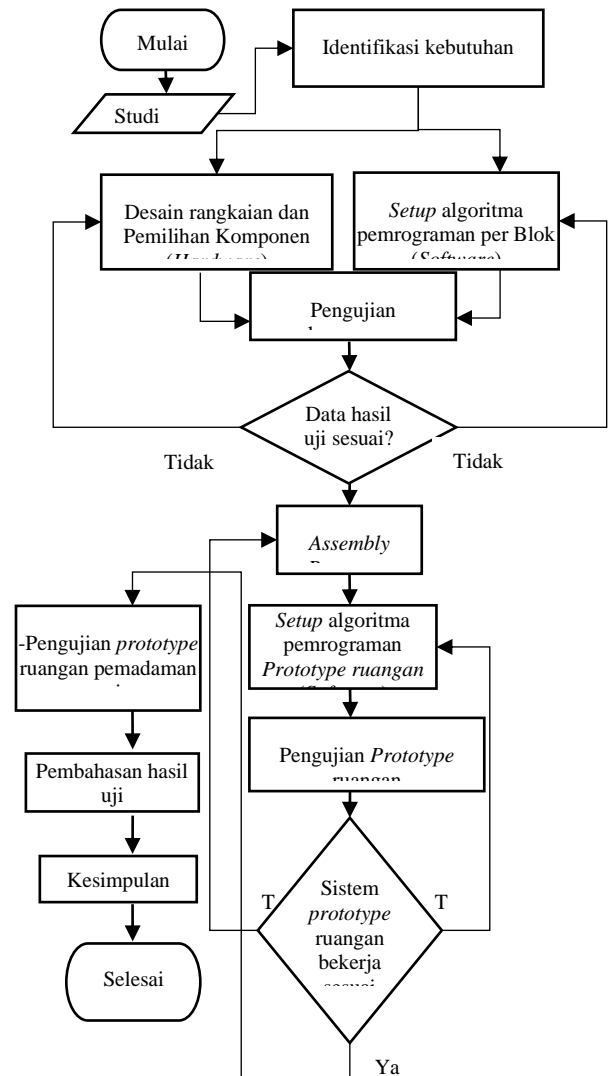
instalasi ada pun diameter selang PE yang di gunakan untuk instalasi dalam ruangan ukuran 6mm untuk selang PE pompa 16mm. Tangki penampungan yang di gunakan dapat menampung kapasitas air 19L yang berbahan poliester. Engsel di gunakan untuk menahan beban pintu yang berbahan besi. Engsel nilon PE berfungsi sebagai penghubung antara motor servo dan pintu agar bisa terbuka dan tertutup secara otomatis. Ada pun lampu sebagai penerangan ruangan lampu led 7w memiliki tegangan 5v. Box kontrol sebagai penempatan instalasi hardware dan komponen komponen lain nya agar terlihat rapi dan mudah untuk mengontrolnya bila mana ada terjadinya konsleting dan panel ini terbuat dari bahan plat besi memiliki tebal 1,6 mm. Buzzer berfungsi sebagai tanda peringatan memiliki tegangan 3-24v dengan diameter 3 cm tinggi 1,5 cm. Dan tip block melamin sebagi bahan utama *prototype* ruangan dengan bahan kayu, memiliki tebal 18 mm dan luar ruangan 800 x 836 mm. Akriik bening sebagai penutup atas ruangan agar terlihat proses kerja sistem dan memiliki tebal 5mm.

Tabel 3.2 Alat Penelitian

No	Bahan	Jumlah	Satuan
1.	Tang Potong Kabel	1	Unit
2.	Obeng Besar Plus	1	Unit
3.	Obeng Mini Minus	1	Unit
4.	Laptop	1	Unit
5.	Soldier	1	Unit
6.	Software Arduino IDE	1	Unit
7.	Meteran	1	Unit
8.	Handphone	1	Unit
9.	Bor	1	Unit

Alat penelitian pada tabel 3.2 diatas merupakan alat yang digunakan penulis sebagai penunjang agar pengembangan alat penelitian dapat dirancang dengan baik dan sesuai rencana. Adapun tang potong kabel, obeng besar plus, obeng mini minus dan sorder untuk merangkai instalasi ruangan. Selanjutnya laptop, handphone dan software Arduino IDE untuk memprogram algoritma serta melihat data hasil pengujian. Adapun bor di gunakan untuk proses melubangi bagaian yang akan di baut.

3.2 Diagram Alir Penelitian



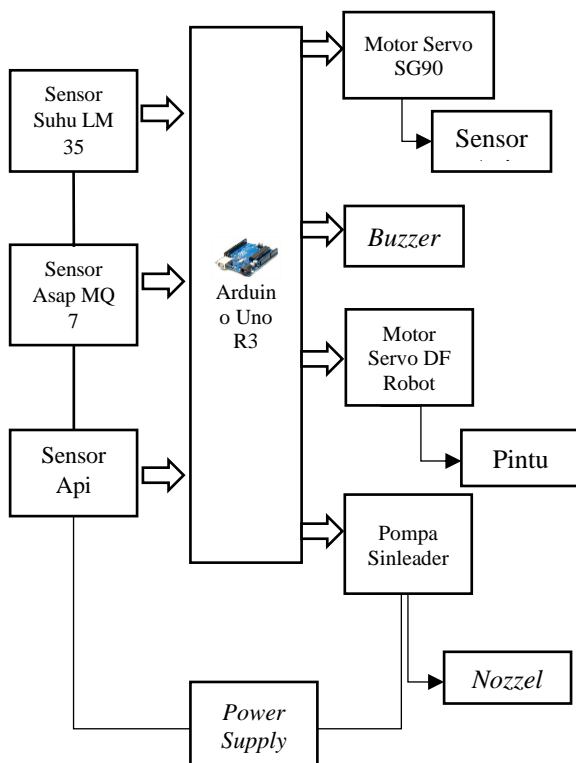
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian *Prototype* Ruang Pemadaman Api

Berdasarkan pada gambar diagram alir 3.1 di atas penulis dapat mendeskripsikan alur penelitian yang akan dilakukan penulis pada rancang bangun simulator sistem pemadaman api otomatis di mulai dengan studi literatur yaitu mencari sumber referensi berupa jurnal, Website dan buku yang berkaitan dengan judul skripsi penulis agar memudahkan dalam penelitian dan perancangan alat, serta apa saja yang harus di butuhkan saat perancangan, selanjutnya menggambar rangkaian serta memilih komponen-komponen apa saja yang akan di gunakan, dan selanjutnya melakukan *setup* algoritma pemrograman blok komponen sensor-sensor (*software*). Langkah berikutnya melakukan uji terhadap komponen tersebut apakah sudah sesuai dengan *setup* dan juga data

yang diinginkan penulis, setelah pengujian perkomponen yang dilakukan selanjutnya yaitu dengan *assembly prototype* ruangan (*hardware*) langkah ini merupakan perakitan rangkaian keseluruhan sistem rancangan *prototype* pemadaman api otomatis. Setelah proses *assembly prototype* ruangan telah dilakukan dilanjutkan dengan proses *setup* algoritma pemrograman sensor-sensor (*software*), setelah proses *setup* algoritma pemrograman dilakukan, langkah selanjutnya dengan pengujian *prototype* apakah hasil uji sesuai dengan *setup* algoritma pemrograman, jika hasil uji sesuai dengan *setup*, langkah berikutnya melakukan pengujian pemadaman api. Jika hasil pengujian tidak sesuai maka cek *wiring* dan *setup* algoritma pemrograman. Setelah pengujian pemadaman api telah dilakukan langkah berikutnya membahas hasil pengujian yang telah dilakukan penulis. Langkah berikutnya menyimpulkan hasil pengujian rancangan *prototype* pemadaman api otomatis.

3.4 Blok Diagram

Untuk menyederhanakan sistem agar lebih mudah dipahami maka disederhanakan dengan blok diagram. Berikut gambar 3.2 blok diagram dari alat rancang bangun sistem pemadam kebakaran otomatis dengan menggunakan Arduino uno.

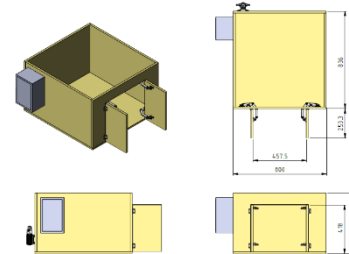


Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem pemadaman Api

3.5 Perancangan Sistem

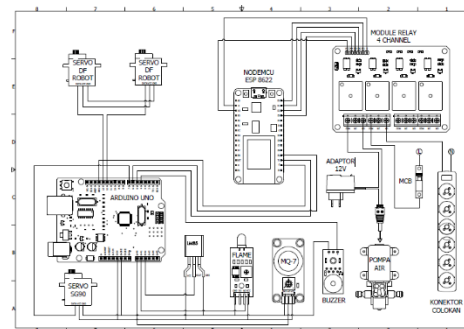
3.5.1 Perancangan Perangkat Keras

1. Perancangan prototipe



Gambar 3.3 Desain *Prototype* Ruangan

2. Perancangan rancangan *schematic* sistem keseluruhan



Gambar 3.4 Rangkaian Sistem Keseluruhan Pemadaman Api Otomatis

3.5.2 Perancangan Perangkat Lunak

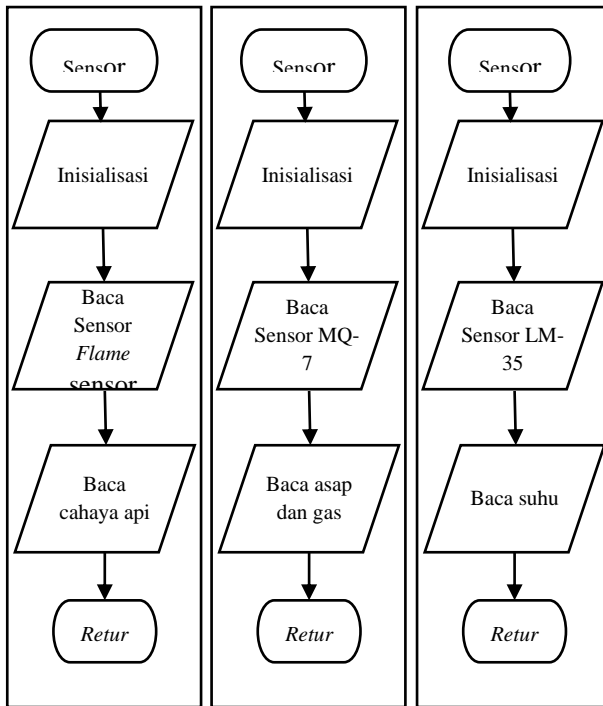
1. Membuat program

Dalam membuat pemrograman penulis menggunakan *software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) sebagai aplikasi untuk membuat suatu pemrograman /coding. Untuk bahasa pemrograman sendiri *software* Arduino menggunakan bahasa pemrograman C. Kelebihan *software* Arduino itu sendiri mudah untuk dipahami serta sangat efektif. *Software* ini juga sudah dominan digunakan dalam merancang dan membuat sebuah robot dan juga alat yang menggunakan Arduino sebagai mikrokontrollernya. Hal yang perlu dipahami pada saat melakukan pemrograman adalah *library* yang akan dimasukkan ke dalam pemrograman, seperti Modul yang digunakan serta menentukan pin-pin yang sebelumnya telah dilakukan *wiring*.

2. Perancangan algoritma sistem pemadaman api otomatis

Perancangan algoritma sistem pemadaman api otomatis dilakukan dengan menggunakan logika atau algoritma sehingga sensor – sensor mampu membaca dan mendeteksi jika adanya indikasi terjadinya adanya api. Mikrokontroler akan menerima *inputan* dari sensor-sensor yang mendeteksi api yang bisa menyebabkan kebakaran, setelah di proses mikrokontroler akan menghasilkan *output* di mana pompa menyala dan pintu akan terbuka secara otomatis. Untuk mempermudah pembacaan, penulis menyajikan gambar diagram alir algoritma sistem pemadaman api otomatis

a. Diagram alir pemrograman sistem perkomponen

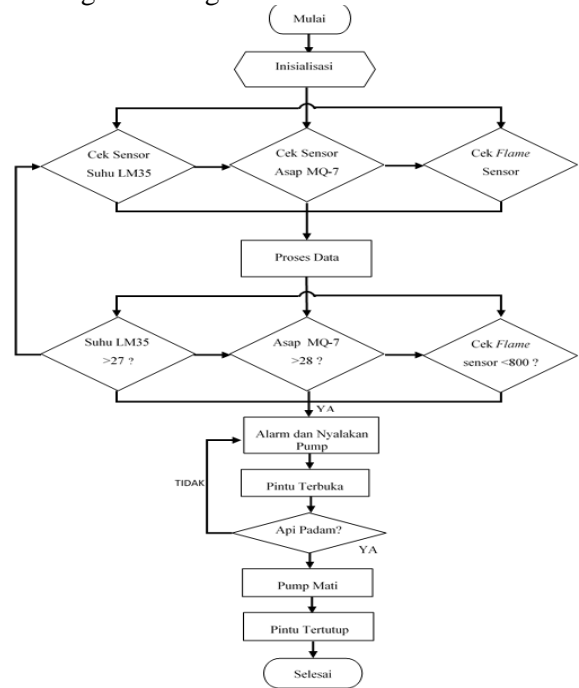


Gambar 3.5 Diagram Alir Algoritma Flame Sensor, Sensor MQ-7 Dan LM-35

Berdasarkan diagram alir algoritma pada gambar 3.5 pembacaan (*flame sensor*) atau sensor api di mulai dari inisialisasi, (*flame sensor*) atau sensor api akan membaca saat adanya cahaya api. (*flame sensor*) sensor api membaca dengan adanya suatu metode optik dimana pada sensor api ini terdapat transduser *infrared*, fungsi dari transduser sendiri sebagai penyerap cahaya pada

panjang gelombang tertentu. Selanjutnya pembaca sensor asap MQ-7 di mulai dari inisialisasi, Sensor asap MQ-7 akan membaca adanya asap dan gas dalam suatu ruangan. Lalu pembaca sensor suhu LM-35 di mulai dari inisialisasi, Sensor suhu LM-35 akan membaca suhu pada suatu ruangan atau prototipe.

b. Diagram alir algoritma sistem utama



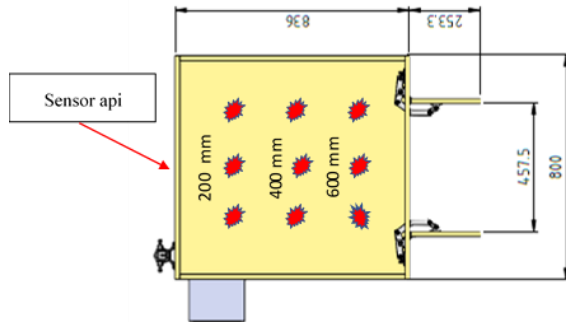
Gambar 3.6 Diagram Alir Algoritma Sistem Pemadaman Api Otomatis

Alur Algoritma Sistem Pemadaman Api Otomatis Inisialisasi sensor LM-35, Sensor MQ-7 dan *flame sensor*. Sensor LM-35 mendeteksi suhu ruangan pada simulator mencapai 27°. Sensor MQ-7 mendeteksi asap dan gas ketika nilai ADC mencapai 28 sps (*sampling per sccond*). *Flame sensor* mendeteksi cahaya api ketika nilai ADC mencapai 600 sps (*sampling per sccond*). Data di proses mikrokontroler, Selanjutnya ketika ke3 sensor tersebut mendeteksi indikasi terjadinya kebakaran maka pompa akan menyala dan menyembrotkan air dalam ruangan simulator dan pintu akan ikut terbuka secara otomatis. Bilamana ketika pompa tidak menyala maka sensor akan membaca ulang sampai benar-benar ke3 sensor tersebut mendeteksi indikasi terjadinya kebakaran. Selanjutnya ketika apa sudah benar benar padam maka pompa akan mati dan pintu pun akan tertutup, namun ketika api belum padam

maka pompa akan terus menyala dan pintu akan tetap terbuka.

3.6 Cara pengujian

1. Pengujian Flame sensor



Gambar 3.7 Sketsa 2D Matrik Pengujian Flame Sensor

Tabel 3.1 Matrik Pengujian Flame Sensor

N O.	Posi si	Jar ak (cm)	Kondisi		Nilai Pembac aan	Nilai Tegangan (V)
			Terdet eksi	Tidak Terdet eksi		
1	Kan an	20				
		40				
		60				
2	Tengah	20				
		40				
		60				
3	Kiri	20				
		40				
		60				

2. Pengujian sensor suhu LM-35

Tabel 3.2 Matrik Pengujian Sensor Suhu LM-35

NO.	Interval Waktu (Detik)	Pengukuran dengan Termometer Ruang	Suhu Terukur LM-35
1	20		
2	40		
3	60		
4	80		
5	100		

3. Pengujian sensor asap MQ-7

NO.	Jenis	Interval Waktu (Menit)	Nilai ADC	Nilai ppm	Nilai Tegangan
1	Asap Kain	2			
2	Asap Kertas	2			
3	Asap kayu	2			
4	Gas hi-cook	2			

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil rancangan ruangan pemadaman otomatis



Gambar 4.1 Hasil Rancangan Ruangan Pemadaman Api Otomatis

4.2 Hasil pengujian sistem perblok

a. Pengujian flame sensor

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Flame Sensor

Rumus mencari nilai tegangan :

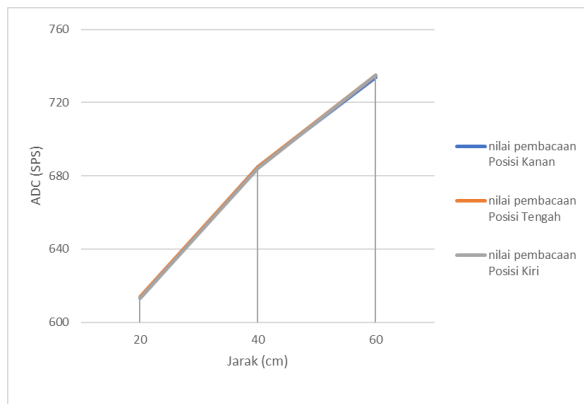
$$V = \text{Nilai ADC} \times \frac{5}{1023}$$

Nilai tegangan pada tabel 4.1 di hasilkan dari perhitungan menggunakan Excel agar mempercepat perhitungan. Berdasarkan gambar

N O.	Posi si	Jar ak (cm)	Kondisi		Nilai Pembac aan	Nilai Tegangan (V)
			Terdet eksi	Tidak Terdet eksi		
1	Kan an	20	√		613	2,996
		40	√		685	3,348
		60	√		734	3,587
2	Tengah	20	√		614	3,001
		40	√		685	3,348
		60	√		735	3,592
3	Kiri	20	√		613	2,996
		40	√		684	3,343
		60	√		735	3,592

tabel 4.1 dari jarak yang diuji oleh penulis terhadap flame sensor dimana dari tiga kali pengujian dengan jarak dan posisi yang berbeda flame sensor berhasil mendeteksi adanya api tanpa adanya kegagalan adapun nilai pembacaan yang di hasilkan ketika jarak 20 cm pada posisi kanan sensor nilai pembacanya 613 ADC dan nilai output tegangan 2,996 volt,Adapun ketika jarak 40 cm pada posisi kanan sensor nilai pembacanya

685 ADC dan nilai *output* tegangan 3,348 volt, Sedangkan ketika jarak 60 cm pada posisi kanan sensor nilai pembacanya 734 ADC dan nilai *output* tegangan 3,587 volt. Pengujian ke dua *flame* sensor berhasil mendeteksi adanya api tanpa adanya kegagalan adapun nilai pembacaan yang di hasilkan ketika jarak 20 cm pada posisi tengah sensor nilai pembacanya 614 ADC dan nilai *output* tegangan 3,001 volt, Adapun ketika jarak 40 cm pada posisi tengah sensor nilai pembacanya 685 ADC dan nilai *output* tegangan 3,348 volt, Sedangkan ketika jarak 60 cm pada posisi tengah sensor nilai pembacanya 735 ADC dan nilai *output* tegangan 3,592 volt. Pengujian ke tiga *flame* sensor berhasil mendeteksi adanya api tanpa adanya kegagalan adapun nilai pembacaan yang di hasilkan ketika jarak 20 cm pada posisi kiri sensor nilai pembacanya 613 ADC dan nilai *output* tegangan 2,996 volt, Adapun ketika jarak 40 cm pada posisi kiri sensor nilai pembacanya 684 ADC dan nilai *output* tegangan 3,343 volt, Sedangkan ketika jarak 60 cm pada posisi kiri sensor nilai pembacanya 735 ADC dan nilai *output* tegangan 3,592 volt



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian *Flame* Sensor

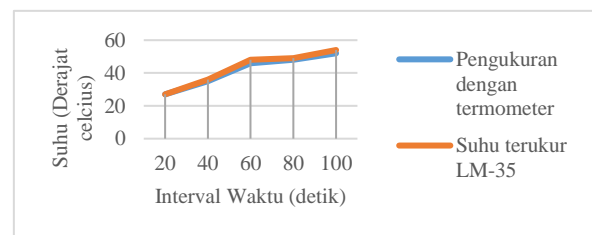
Grafik diatas dapat dikatakan bahwa dari ketiga posisi kanan, tengah dan kiri dengan jarak yang berbeda dapat dikatakan semakin jauh jarak titik api dengan *flame* sensor maka semakin besar nilai ADC (*Analog Digital Converter*) yang di hasilkan. Adapun semakin dekat jarak titik api dengan *flame* sensor maka semakin kecil nilai ADC (*Analog Digital Converter*) nya dan sensor api dapat membaca api dari berbagai posisi kanan, tengah dan kiri.

b. Hasil pengujian sensor suhu LM-35

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Suhu LM-35

NO.	Interval Waktu (Detik)	Pengukuran dengan Termometer Ruang (C)	Suhu Terukur LM-35 (C)
1	20	27°	27°
2	40	35°	36°
3	60	46°	48°
4	80	48°	49°
5	100	52°	54°

Berdasarkan gambar tabel diatas pada saat 20 detik pengukuran suhu ruangan menggunakan termometer menghasilkan nilai suhu 27°C sedangkan mengukur suhu ruangan dengan sensor suhu LM-35 diperoleh nilai suhu 27° C. Adapun pada saat detik 40 pengukuran suhu ruangan menggunakan termometer menghasilkan nilai 35° C sedangkan mengukur suhu ruangan dengan sensor suhu LM-35 diperoleh nilai suhu 36° C. Sedangkan pada saat detik 60 pengukuran suhu ruangan menggunakan termometer menghasilkan nilai 46° C sedangkan mengukur suhu ruangan menggunakan sensor suhu LM-35 menghasilkan nilai 48° C. Disaat detik 80 pengukuran menggunakan termometer menghasilkan nilai 48° C sedangkan mengukur suhu ruangan menggunakan sensor suhu LM-35 menghasilkan nilai 49° C. Dan pada saat detik ke 100 pengukuran suhu menggunakan termometer menghasilkan nilai suhu 52° C sedangkan mengukur suhu ruangan menggunakan sensor suhu LM-35 menghasilkan nilai suhu ruangan sebesar 54° C. Dari nilai yang di hasilkan dapat ketahui bahwa suhu ruangan yang dapat mendeteksi suhu pada nilai suhu ruangan 27° C menggunakan termometer sedangkan nilai suhu sensor LM-35 mendeteksi ketika pada suhu 27° C pada interval waktu detik ke 20.



Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Sensor Suhu LM-35

Grafik diatas dapat dikatakan bahwa semakin lama api menyala semakin tinggi juga nilai suhu yang dihasilkan termometer dan pembacaan sensor suhu LM-35. Begitu pun sebaliknya semakin kecil nilai waktu ketika api menyala

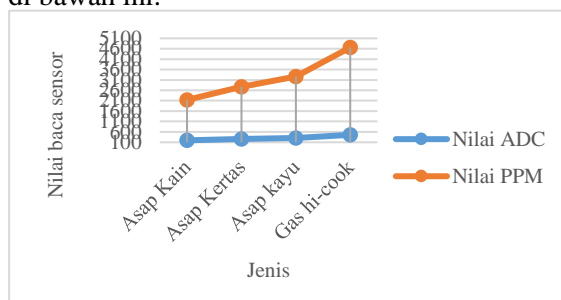
semakin rendah nilai suhu yang dihasilkan termometer dan pembacaan sensor suhu LM-35. Adapun nilai yang di hasilkan antara termometer dengan sensor suhu LM-35 nilai yang di hasilkan tidak terlalu jauh perbedaannya.

C. Hasil Pengujian Sensor Asap MQ-7

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor Asap MQ-7

NO.	Jenis	Interval Waktu (Menit)	Nilai ADC	Nilai ppm	Nilai Tegangan (v)
1	Asap Kain	2	194	2139	0,948
2	Asap Kertas	2	260	2765	1,271
3	Asap kayu	2	312	3258	1,525
4	Gas hi-cook	2	460	4661	2,248

Berdasarkan gambar tabel 4.3 diatas dari beberapa jenis asap yang digunakan untuk pengujian dengan interval waktu masing-masing 2 menit. Jenis asap dari kain diperoleh nilai keluaran ADC (*Analog Digital Converter*) 194 dengan nilai PPM (*Part Per Million*) 2139, sedangkan jenis asap kertas yang digunakan untuk pengujian diperoleh nilai keluaran ADC (*Analog Digital Converter*) 260 dengan nilai PPM (*Part Per Million*) 2765, untuk jenis asap kayu yang digunakan untuk pengujian terhadap sensor asap MQ-7 di peroleh nilai ADC (*Analog Digital Converter*) 312 dengan nilai PPM (*Part Per Million*) 3258, selanjutnya pengujian terhadap sensor asap MQ-7 menggunakan gas Hi-cook diperoleh nilai ADC (*Analog Digital Converter*) 460 dan nilai PPM (*Part Per Million*) 4661. Untuk lebih memperjelas penulis menyajikan gambar grafik di bawah ini.



Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian Sensor Asap MQ-7

Grafik diatas nilai ADC (*Analog Digital Converter*) dan PPM (*Part Per Million*) tertinggi diperoleh dari jenis gas Hi-cook dan juga dari jenis asap kayu sedangkan nilai ADC (*Analog*

Digital Converter) dan PPM (*Part Per Million*) terendah dari jenis asap kain. Dari ke empat jenis tersebut sensor asap MQ-7 mampu mendeteksi, dan juga dapat di katakan sensor asap MQ-7 dapat berfungsi dan bisa digunakan.

4.3 Hasil pengujian sistem keseluruhan

4.3.1 Hasil pengujian sebelum api menyala

Percobaan	Sensor Api		Sensor Asap		Sensor Suhu		Kondisi Pintu	Kondisi Pompa	Kondisi Alarm	
	Nilai Bobotakan	Nilai Tegangan (V)	Nilai Bobotakan	Nilai Tegangan (V)	Nilai Bobotakan	Nilai Tegangan (V)	Tertutup	Tidak Menyala	Menyala	Tidak Menyala
1	842	4,115	22	0,108	25°	0,122	√		√	√
2	841	4,110	21	0,103	25°	0,122	√		√	√
3	842	4,115	22	0,108	25°	0,122	√		√	√
4	841	4,110	22	0,108	25°	0,122	√		√	√
5	842	4,115	21	0,103	25°	0,122	√		√	√
Rata-Rata	841,6	4,113	21,6	0,106	25°	0,122				

Gambar 4.5 Tabel Hasil Pengujian Sebelum Api Menyala

Melihat dari tabel 4.4 diatas dapat dilihat dari 5 kali percobaan sensor api sebelum api menyala memperoleh nilai ADC (*Analog Digital Converter*) rata-rata 841,6 sps (*sampling per second*), sensor asap memperoleh nilai ADC (*Analog Digital Converter*) rata-rata 21,6 sps (*sampling per second*) dan sensor suhu memperoleh nilai rata-rata 25°C, dengan kondisi pintu tertutup dan pompa yang tidak menyala beserta alarm tidak berbunyi hal ini dikarenakan sensor asap dan sensor suhu nilai yang diperoleh sensor kurang dari nilai yang sudah ditetapkan penulis dalam algoritma pemrograman, sedangkan nilai sensor api lebih dari nilai yang ditetapkan dalam algoritma pemrograman. Dengan demikian sistem sudah bekerja dengan baik dan tidak terdapat *error*.

4.3.2 Hasil Pengujian Saat Api Menyala

Percobaan	Sensor Api		Sensor Asap		Sensor Suhu		Kondisi Pintu	Kondisi Pompa	Kondisi Alarm	
	Nilai Bobotakan	Nilai Tegangan (V)	Nilai Bobotakan	Nilai Tegangan (V)	Nilai Bobotakan	Nilai Tegangan (V)	Tertutup	Menyala	Tidak Menyala	Tidak Menyala
1	652	3,187	28	0,137	27°	0,132	√		√	√
2	661	3,231	29	0,142	28°	0,137	√		√	√
3	678	3,314	29	0,142	26°	0,127	√	√	√	√
4	658	3,216	29	0,142	27°	0,132	√		√	√
5	666	3,255	28	0,137	27°	0,132	√		√	√
Rata-Rata	663	3,240	28,6	0,140	27°	0,132				

Gambar 4.6 Tabel Hasil Pengujian Saat Api Menyala

Melihat dari tabel 4.6 diatas dapat dilihat dari lima kali percobaan sensor api saat api menyala memperoleh nilai ADC rata-rata 663 sps (*sampling per second*), sensor asap memperoleh nilai ADC rata-rata 28,6 sps (*sampling per second*) dan sensor suhu memperoleh nilai rata-rata 27°. Dengan kondisi pintu terbuka dan pompa yang menyala beserta *alarm* yang berbunyi dengan empat kali berhasil dan satu kali gagal, sistem berhasil bekerja dikarenakan sensor asap dan sensor suhu lebih dari nilai yang sudah ditetapkan dalam algoritma pemrograman, sedangkan nilai sensor api kurang dari nilai yang sudah ditetapkan. Sedangkan satu kali sistem tidak memadamkan dan pintu tidak terbuka serta alarm tidak berbunyi dikarenakan salah satu dari sensor tidak memenuhi syarat yang ditetapkan. Dengan demikian sensor dapat bekerja dengan baik.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Simulator sistem pemadaman api otomatis berbasis arduino telah berhasil dirancang dan bekerja melakukan pemadam api. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sensor api dapat mendeteksi api pada berbagai posisi yang sudah ditentukan yaitu kanan, tengah dan kiri pada jarak masing-masing 20,40 dan 60 cm, sensor suhu dengan interval waktu 20 sampai 100 detik dapat mengukur suhu ruangan dengan baik, dan sensor asap mendeteksi adanya asap dan gas dari tiga jenis asap kain asap kertas dan asap kayu, nilai yang paling tinggi adalah asap kayu dengan nilai ADC 312.
2. Dalam lima kali percobaan pemadaman api yang dilakukan, empat kali percobaan pompa berhasil menyala dan memadamkan api sedangkan satu kali percobaan tidak berhasil dan pompa tidak menyala dan memadamkan api.
3. Pintu jalur evakuasi berfungsi dan dapat terbuka empat kali dari lima kali percobaan saat semua sensor bekerja sesuai program yang sudah ditetapkan.

5.2. Saran

Saran penulis untuk peneliti selanjutnya agar dapat mengembangkan penelitian yang telah penulis lakukan, diantaranya sebagai berikut:

1. Penggunaan sensor api yang mampu membaca area titik api sampai 360° agar tidak lagi menggunakan motor servo sebagai alat bantu pergerakan sensor.
2. Pengujian sistem pemadaman api dapat dikembangkan diruangan yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. Dewi, D. Satria, E. Yusibani, and D. Sugiyanto, "Prototipe Sistem Informasi Monitoring Kebakaran Bangunan Berbasis Google Maps dan Modul GSM," *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 1, no. 1, p. 33, 2017.
- [2] M. Misfaul, M. Dana, W. Kurniawan, and H. Fitriyah, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Titik Kebakaran Dengan Metode Naive Bayes Menggunakan Sensor Suhu dan Sensor Api Berbasis Arduino," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 9, pp. 3384–3390, 2018.
- [3] G. C. Palevi, A. Qustoniah, D. U. Effendi, and U. Widyagama, "Prototipe Sistem Pemadaman Kebakaran Otomatis Berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA16," no. September, pp. 676–685, 2018.
- [4] M. D. Tobi, "Rancang Bangun Robot Beroda Pemadam Api Menggunakan Arduino Uno Rev.1.3," *Electro Luceat*, vol. 1, no. 1, pp. 52–61, 2015.
- [5] Api dan kebakaran, "Pengertian Definisi Kebakaran," 2021. [Online]. Tersedia: URL <https://upp.ac.id/>.