

KARYA ILMIAH TERAPAN

**RANCANG BANGUN KONTROL PEMADAM
KEBAKARAN MENGGUNAKAN SENSOR MQ-2 DAN
FLAME SENSOR 5 CHANNEL BERBASIS
*FUZZY LOGIC***



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan dan Pelatihan Pelaut Diploma IV

ARDIN FAJAR TRI ADMAJA

07 19 004 1 03

TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL

PROGRAM DIPLOMA IV

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA

TAHUN 2024

KARYA ILMIAH TERAPAN

RANCANG BANGUN KONTROL PEMADAM
KEBAKARAN MENGGUNAKAN SENSOR MQ-2 DAN
FLAME SENSOR 5 CHANNEL BERBASIS
FUZZY LOGIC



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan dan Pelatihan Pelaut Diploma IV

ARDIN FAJAR TRI ADMAJA

07 19 004 1 03

TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL

PROGRAM DIPLOMA IV
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
TAHUN 2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ARDIN FAJAR TRI ADMAJA

Nomor Induk Taruna : 07 19 004 1 03

Program Diklat : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya tulis dengan judul :

**RANCANG BANGUN KONTROL PEMADAM KEBAKARAN
MENGUNAKAN SENSOR MQ-2 DAN FLAME SENSOR 5 CHANNEL
BERBASIS *FUZZY LOGIC***

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 17....APRIL...2024



ARDIN FAJAR TRI ADMAJA

NIT.0719004103

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**Judul : RANCANG BANGUN KONTROL PEMADAM
KEBAKARAN MENGGUNAKAN SENSOR MQ-2
DAN FLAME SENSOR 5 CHANNEL BERBASIS
FUZZY LOGIC**

Nama Taruna : Ardin Fajar Tri Admaja

NIT : 07 19 004 1 03

Program Diklat : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

Surabaya, 17..Apr..2024

Menyetujui:

Pembimbing 1



Edi Kurniawan, SST, MT.
Penata (III/c)
NIP. 198312022019021001

Pembimbing 2



Dian Junita Arisusanty, S.S.T.
Penata (III/c)
NIP. 197606292010122001

Mengetahui:

Ketua Program Studi
Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal
Politeknik Pelayaran Surabaya



Akhmad Kasan Gupron, M.Pd
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198005172005021003

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN KONTROL PEMADAM KEBAKARAN MENGUNAKAN SENSOR MQ-2 DAN *FLAME SENSOR 5 CHANEL* BERBASIS *FUZZY LOGIC*

Disusun dan Diajukan oleh :

ARDIN FAJAR TRI ADMAJA

07 19 004 1 03

D-IV TRKK

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan

Pada tanggal, 19 April 2024

Menyetujui :

Penguji I



Dr. Agus Dwi Santoso, S.T., M.T., M.Pd.
Penata Tk.I (III/d)
NIP. 197808192000031000

Penguji II



Intan Skanturi, S.E., M.M. Tr.
Penata (III/c)
NIP. 199402052019022003

Penguji III



Edi Kurniawan, SST, MT.
Penata (III/c)
NIP. 198312022019021001

Mengetahui :

Ketua Program Studi
Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal
Politeknik Pelayaran Surabaya



Akhmad Kasan Gufron, M.Pd.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 198005172005021003

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini yang berjudul “RANCANG BANGUN KONTROL PEMADAM KEBAKARAN MENGGUNAKAN SENSOR MQ-2 DAN *FLAME SENSOR 5 CHANNEL* BERBASIS *FUZZY LOGIC*” dengan tepat waktu.

Dalam proses penulisan Karya Ilmiah Terapan ini tidak terlepas dari berbagai pihak yang telah membantu memberi arahan sehingga memperlancar penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini. Oleh karena itu, dengan rasa hormat perkenalkan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Moejiono, M.T M.Mar.E, selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd selaku Ketua Prodi Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal..
3. Bapak Edi Kurniawan, SST, MT. dan Ibu Dian Junita Arisusanty, S.S.T. selaku dosen pembimbing.
4. Rekan Taruna Politeknik Pelayaran Surabaya yang selalu memberikan motivasi dan masukan.
5. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan semangat dan doa.

Meskipun telah berusaha menyelesaikan penulisan Karya Ilmiah Terapan ini dengan sebaik mungkin, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan baik dari cara penulisan maupun penyajian materi, oleh karena itu penulis dengan senang hati menerima saran dan kritik yang bersifat membangun agar bisa menjadi pembelajaran untuk kedepannya agar bisa lebih baik lagi.

Akhir kata, penulis berharap semoga karya ilmiah terapan ini dapat bermanfaat dan memberikan pengetahuan bagi pembaca dan penulisnya.

Surabaya, 17 April 2021


ARDIN FAJAR TRI ADMAJA

ABSTRAK

ARDIN FAJAR TRI ADMAJA, Rancang Bangun Kontrol Pemadam Kebakaran Menggunakan Sensor MQ-2 dan *Flame Sensor 5 Channel* Berbasis *Fuzzy Logic*. Dibimbing oleh Bapak Edi Kurniawan, SST, MT. dan Ibu Dian Junita Arisusanty, S.S.T.

Kebakaran adalah peristiwa yang banyak terjadi disebabkan oleh kelalaian manusia, kerugian dari kebakaran diantaranya kerusakan barang, terhambatnya usaha dan bahkan dapat menyebabkan korban jiwa. Untuk penanganan dini adanya kebakaran telah dibuat “Rancang Bangun Kontrol Pemadam Kebakaran Menggunakan Sensor MQ-2 dan *Flame Sensor 5 Channel* Berbasis *Fuzzy Logic*”. Alat ini menggunakan Sensor MQ-2 digunakan untuk mendeteksi gas-gas yang terkait dengan kebakaran, seperti gas hidrokarbon. *Flame sensor 5 channel* digunakan untuk mendeteksi nyala api. Aturan *fuzzy logic* yang telah ditentukan akan digunakan untuk mengendalikan pemadam kebakaran dan diimplementasikan menggunakan mikrokontroler Arduino Atmega 2560 sebagai otak sistem. Selanjutnya, mikrokontroler akan mengirimkan sinyal kontrol ke *output* pompa DC 12V sebagai sistem penyemprot air untuk mengatasi kebakaran. Hasil pengujian sistem ini menunjukkan bahwa alat dapat mendeteksi dini adanya titik api dan respon pemadaman titik api dengan baik sesuai keputusan aturan *fuzzy* yang dilakukan pengujian alat dengan 30 titik api dengan jarak berbeda-beda.

Kata kunci: Kebakaran, Arduino Atmega 2560, *flame sensor 5 channel*, sensor MQ-2, *fuzzy logic*.

ABSTRACT

ARDIN FAJAR TRI ADMAJA, Fire Fighting Control Design Using MQ-2 Sensor and Fuzzy Logic Based 5 Channel Flame Sensor. Supervised by Mr. Edi Kurniawan, SST, MT. and Mrs. Dian Junita Arisusanty, S.S.T.

Fire is an event that often occurs due to human negligence. Losses from fire include damage to goods, business delays and can even cause loss of life. For early handling of fires, a "Fire Fighting Control Design Using MQ-2 Sensor and Fuzzy Logic Based 5 Channel Flame Sensor" has been created. This tool uses the MQ-2 sensor to detect gases related to fires, such as hydrocarbon gas. A 5 channel flame sensor is used to detect flames. The predetermined fuzzy logic rules will be used to control the fire extinguisher and implemented using the Arduino Atmega 2560 microcontroller as the brain of the system. Next, the microcontroller will send a control signal to the 12V DC pump output as a water spray system to deal with fires. The test results of this system show that the tool can detect early fire hotspots and respond well to fire extinguishing according to the fuzzy rule decisions carried out by testing the tool with 30 fire spots at different distances.

Keywords: Fire, Arduino Atmega 2560, 5 channel flame sensor, MQ-2 sensor, fuzzy logic.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. RUMUSAN MASALAH	3
C. BATASAN MASALAH	3
D. TUJUAN PENELITIAN	4
E. MANFAAT PENELITIAN.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA	5
B. LANDASAN TEORI	7
1. Arduino ATmega 2560.....	7
2. <i>Flame Sensor 5 Channel</i>	13
3. <i>Pompa DC 12 Volt</i>	14
4. Sensor Asap MQ-2.....	15

5.	Driver Motor IRF520.....	16
6.	Relay 2 <i>Channel</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN.....		19
A.	PERANCANGAN SISTEM.....	19
1.	Perancangan Perangkat Keras.....	19
2.	Perancangan Sistem Perangkat Lunak.....	20
B.	PERANCANGAN ALAT	22
C.	RENCANA PENGUJIAN.....	24
1.	Secara Statis.....	24
2.	Secara Dinamis	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
A.	HASIL PENGUJIAN	27
1.	Pengujian Statis.....	27
2.	Pengujian Dinamis.....	37
3.	Perakitan Komponen.....	41
4.	Pemrograman <i>Software</i>	41
B.	ANALISA PENGUJIAN	42
BAB V PENUTUP.....		43
A.	SIMPULAN.....	43
B.	SARAN	43
DAFTAR PUSTAKA		45

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Review Jurnal Penelitian Sebelumnya	5
Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino ATmega 2560	8
Tabel 3. 1 <i>Rule Fuzzy</i>	21
Tabel 3. 2 Koneksi Pin Skema Rangkaian Sistem	23
Tabel 3. 3 Koneksi Pin Arduino Ke <i>Actuator</i>	23
Tabel 4. 1 Hasil Respon Bacaan Flame Sensor 5	29
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Driver Mosfet IRF520N	33
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sistem Sebelum Ada Fuzzy Logic	36
Tabel 4. 4 Hasil Respon Jarak Api Dari Sisi Kiri Dengan Bacaan Sensor	38
Tabel 4. 5 Hasil Respon Jarak Api Dari Depan Dengan Bacaan Sensor	39
Tabel 4. 6 Hasil Respon Jarak Api Dari Sisi Kanan Dengan Bacaan Sensor	39
Tabel 4. 7 Hasil Uji Sensor Asap	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino ATmega 2560	7
Gambar 2. 2 <i>Flame Sensor 5 Channel</i>	13
Gambar 2. 3 Pompa DC 12 <i>Volt</i>	14
Gambar 2. 4 Sensor Gas MQ-2	16
Gambar 2. 5 Modul <i>Driver</i> IRF520	17
Gambar 2. 6 Relay 5V 2 <i>Channel</i>	18
Gambar 3. 1 Blok Diagram	19
Gambar 3. 2 Alur <i>fuzzy logic</i>	20
Gambar 3. 3 Skema Rangkaian Sistem	23
Gambar 3. 4 Peletakan Komponen Pemadam Kebakaran	26
Gambar 4. 1 Pengujian Arduino ATmega	28
Gambar 4. 2 Pengujian <i>Flame Sensor 5 Channel</i>	28
Gambar 4. 3 Pengujian Setiap <i>Flame</i> Sensor	29
Gambar 4. 4 Grafik Pembacaan Setiap <i>Flame</i> Sensor	30
Gambar 4. 5 Pengujian Sensor Asap MQ-2	31
Gambar 4. 6 Pengujian Pompa Air	31
Gambar 4. 7 Pengujian <i>Driver</i> Mosfet IRF520N Pada Posisi Potensio 100%	32
Gambar 4. 8 Pengujian <i>Driver</i> Mosfet IRF520N Pada Posisi Potensio 20%	32
Gambar 4. 9 <i>Membership Fuction</i> Pada Api	34
Gambar 4. 10 <i>Membership Fuction</i> Pada Asap	35
Gambar 4. 11 <i>Membership Fuction</i> Pada PWM <i>Driver</i> Mosfet	35
Gambar 4. 12 Grafik Pengujian PWM Sebelum Ada <i>Fuzzy</i>	35
Gambar 4. 13 Grafik Pengujian PWM Setelah Ada <i>Fuzzy</i>	36
Gambar 4. 14 Pengujian Titik Api Dari Sisi Kiri <i>Flame Sensor 5 Channel</i>	38
Gambar 4. 15 Pengujian Titik Api Dari Depan <i>Flame Sensor 5 Channel</i>	38
Gambar 4. 16 Pengujian Titik Api Dari Sisi Kanan <i>Flame Sensor 5 Channel</i>	39
Gambar 4. 17 Hasil Perakitan Komponen	41

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kebakaran merupakan peristiwa yang dapat disebabkan oleh kesalahan manusia. Kerugian dari kebakaran diantaranya kerusakan barang, rumah, terhambatnya usaha dan bahkan dapat menyebabkan korban jiwa (Setiani, 2015). Kebakaran dibagi menjadi 3 kelas, yaitu kelas A,B, dan C. kebakaran jenis A disebabkan oleh kertas, karet, kayu, plastic dsb. Kebakaran B disebabkan oleh cairan yang mudah untuk terbakar seperti sprtus, bensin, solar, minyak tanah dan kebakaran jenis C disebabkan oleh saluran listrik (Saberindo, 2017).

Tanda-tanda terjadinya kebakaran adalah dengan munculnya nyala api pada lokasi kebakaran. Kebakaran disebabkan oleh berbagai faktor seperti kebocoran bahan bakar, malfungsi pada sistem kelistrikan kapal, sistem pencegah kebakaran yang rusak, dan kelalaian manusia. Terjadinya kebakaran dapat dipadamkan jika terdeteksi tepat waktu. Kebakaran sering terjadi pada interior atau koridor kapal karena kurangnya pemantauan dan deteksi dini adanya asap. Keterbatasan alat pemadam kebakaran di kapal juga mempengaruhi kondisi api yang menjadi pemicu kebakaran. Ketika api telah menyebar dan keluar asap hitam, akan terjadi kebakaran yang menimbulkan korban jiwa yang serius. Kebakaran di kapal menyebabkan kerusakan dan korban jiwa yang besar. Oleh karena itu, *International Maritime Organization* (IMO) telah menerbitkan beberapa aturan yang bertujuan untuk memastikan keselamatan operasi kapal dan pencegahan polusi, termasuk SOLAS 74

(Keselamatan Kehidupan di Laut) II-2 yang mengatur tentang pencegahan kebakaran, deteksi kebakaran, pemadaman kebakaran dan berisi peraturan tentang sekat tahan api, sistem deteksi kebakaran dan peralatan pemadam kebakaran untuk berbagai jenis dan jumlah kapal.

Kebakaran juga banyak terjadi di kapal, contohnya kapal kargo Fortuner terjadi kebakaran di perairan Gresik yang diduga diakibatkan oleh korsleting pada mesin kapal (Purwodianto, 2023). Secara umum, masih kurangnya kesadaran akan pentingnya pencegahan dan penanggulangan dini terhadap bahaya kebakaran. Dalam mencegah situasi kebakaran di kapal, alarm kebakaran dan alat pemadam api ringan sering digunakan bersamaan dengan alat pemadam api manual atau sering disebut dengan Alat Pemadam Api Ringan (APAR). Menggunakan alat pemadam kebakaran membutuhkan waktu dan upaya manusia untuk mencegah kebakaran. Terkadang, mengakses area yang terbakar dari kapal bisa jadi sulit. Koridor yang sempit, tangga yang curam, atau halangan lain dapat menghambat proses pemadaman kebakaran.

Untuk mengatasi permasalahan pencegahan terjadinya kebakaran diperlukan suatu inovasi untuk menggantikan pemadaman api secara manual yaitu menggagas rancang bangun pemadam kebakaran dengan menggunakan logika *fuzzy logic* untuk melindungi *crew* kapal dan harta benda dari bahaya kebakaran. Tujuan sistem kontrol pemadam kebakaran adalah untuk mendeteksi kebakaran, memberikan peringatan, dan mengaktifkan sistem pemadam kebakaran dengan cepat dan efisien.

Dalam sistem kontrol pemadam kebakaran, penggunaan logika *fuzzy* memiliki banyak keuntungan, salah satunya adalah kemampuan untuk

menyesuaikan diri dengan kondisi yang berubah-ubah. Sulit untuk memprediksi lingkungan kebakaran, yang seringkali tidak konsisten. Logika *fuzzy* memungkinkan sistem untuk memberikan tingkat pemadaman yang tepat dan beradaptasi dengan perubahan kondisi.

Logika *fuzzy* dapat digunakan oleh sistem kontrol pemadam kebakaran untuk meningkatkan efektivitas dan akurasi pembakaran serta mengurangi kemungkinan kesalahan manusia. Hal ini dapat menyelamatkan kehidupan manusia dan mengurangi kerugian akibat kebakaran. Berdasarkan uraian di atas dilakukan penelitian dengan mengambil judul Rancang Bangun Kontrol Pemadam Kebakaran Menggunakan Sensor MQ-2 dan *Flame Sensor 5 Channel* Berbasis *Fuzzy Logic*.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian di atas, penulisan penelitian ini tidak menyimpang dan memudahkan penyelesaian masalahnya. Oleh karena itu, penulis membuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem kontrol pemadam kebakaran yang menggunakan *fuzzy logic* sebagai metode pengambilan keputusan?
2. Bagaimana kinerja sitem pemadam kebakaran sebelum menggunakan metode *fuzzy logic* dan sesudah menggunakan metode *fuzzy logic*?

C. BATASAN MASALAH

Dalam membatasi masalah dan pembahasan, maka telah ditetapkan batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat menggunakan *fuzzy logic* sebagai metode pengambilan keputusan dalam sistem kontrol pemadam kebakaran

2. Alat menggunakan sensor MQ-2 dan *Flame Sensor 5 Channel* sebagai pendeteksi kebakaran
3. Alat menggunakan *sprinkler* atau sistem semprot air sebagai mekanisme pemadaman berdasarkan keputusan *fuzzy* yang dihasilkan
4. Alat menggunakan 2 pompa DC 12 *Volt* sebagai *actuator*

D. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penulisan karya tulis ini adalah merancang sistem kontrol pemadam kebakaran yang dapat mendeteksi kebakaran secara dini dengan menggunakan metode *fuzzy logic* untuk mengolah data sensor dan menghasilkan keputusan pemadaman yang tepat dan efektif berdasarkan bahaya kebakaran.

E. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat penulisan karya tulis ini adalah:

1. Secara teoritis
 - a. Menambah wawasan tentang metode *fuzzy logic* pada mikrokontroler
 - b. Menambah pemahaman yang lebih dalam tentang sistem kontrol pemadam kebakaran, termasuk metode deteksi kebakaran, strategi pemadaman dengan mikrokontroler
2. Secara praktis
 - a. Respon pemadaman yang cepat dan efektif dapat membatasi penyebaran api dan mengurangi kerugian akibat kebakaran
 - b. Implementasi *fuzzy logic* berbasis mikrokontroler dalam sistem pemadam kebakaran dapat membantu mengoptimalkan penggunaan sumber daya air atau bahan pemadam

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

Dalam hal ini, review penelitian sebelumnya sangat membantu untuk mengetahui apa saja hasil dan perbedaannya dengan penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, penulis memerlukan informasi dari beberapa penelitian sebelumnya. Gambaran penelitian terdahulu yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Review Jurnal Penelitian Sebelumnya

Nama	Metode	Hasil
Hartanto Dwi Cahyadi, Yulian Mirza, Ema Laila (Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Flame Sensor dan Sensor Asap Berbasis Arduino) Jurnal Laporan Akhir Teknik Komputer, Vol. 2 No. 1, 2022	Perancangan sistem alarm kebakaran ini menggunakan dua sensor sebagai input yaitu sensor MQ-135 untuk mendeteksi keberadaan gas/asap dan sensor api untuk mendeteksi lokasi penyalaaan api. Input dari kedua sensor ini diproses oleh Arduino Uno R3 dan hasil pengukuran sensor dikirim ke buzzer yang mengaktifkan dan mengirimkan SMS ke ponsel pengguna melalui SMS gateway dengan GSM SIM900A pemberitahuan.	Flame merupakan sensor api yang dapat mendeteksi ada tidaknya api atau percikan api pada rentang 0° hingga 60° dengan jarak 0 hingga 100 cm dan jarak pengukuran sudut 10 cm. Ketika sensor api mendeteksi adanya kebakaran, semakin dekat titik api ke sensor, semakin kecil tegangan ADC yang melintasi sensor. Sebaliknya semakin jauh titik nyala dari sensor maka tegangan ADC sensor semakin besar. Sensor MQ135 dapat mendeteksi nilai kepadatan asap (PPM). Ketika nilai sensor melebihi 25, buzzer akan berbunyi dan SIM900A akan mengirimkan notifikasi ke ponsel pengguna melalui SMS gateway. Terlihat juga bahwa semakin tinggi nilai PPM yang terdeteksi oleh sensor, maka semakin tinggi pula tegangan ADC sensor tersebut. SIM900A dapat mengeluarkan hasil masukan dari sensor berupa notifikasi SMS dan mengirimkannya langsung ke ponsel pengguna.

Fithry Tahel, Muhammad Hafis, Siti Aliyah (Rancang Bangun Alat Penanganan Kebakaran Otomatis pada Rumah Menggunakan Arduino Atmega 2560) Jurnal Komputer, Elektronik dan Komunikasi, Vol. 2 No. 1, 2021	Perancangan alat ini terdiri dari komponen utama Arduino Atmega 2560 yang berperan sebagai pengontrol dan komponen lainnya seperti sensor kebakaran KY-260, buzzer, pompa air 12 volt, relay 12 volt dan 12 volt.	Alat ini dirancang untuk memperingatkan penghuni rumah tentang kebakaran, mendeteksi kejadian kebakaran sejak dini, dan memadamkan api di rumah.
Nur Yanti, Fathur Zaini Rachman, Taufik Nur, Bobby Ade Saputra (Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Dini Berbasis Logika <i>Fuzzy Logic</i> Menggunakan Multisensor) Jurnal Manajemen Teknik Industri, JIEM Vol. 4. No. 2, 2019	Sistem ini mengadopsi metode aplikasi sistem multi-sensor untuk mendeteksi api, asap, dan suhu dalam ruangan. Sensor yang digunakan antara lain sensor api KY-026, sensor asap MQ-9, dan sensor suhu DS18B20. Sistem ini juga mengintegrasikan sistem cerdas, atau logika fuzzy, untuk memproses data pembacaan sensor. Ketiga masukan sensor tersebut diproses melalui tahap fuzzifikasi, evaluasi aturan, dan defuzzifikasi.	Hasil keluaran sistem ini berupa nilai tetap yaitu nilai yang berkisar antara 1 sampai dengan 5 dari hasil defuzzifikasi multisensor setiap modul. Oleh karena itu, rata-rata kesalahan defuzzifikasi dibandingkan dengan keluaran MATLAB adalah 0,99%. Sistem ini dapat memberikan peringatan dini terhadap bahaya kebakaran, mengurangi risiko kematian, dan dapat diterapkan dalam skala yang lebih besar.

Berikut adalah perbedaan KIT yang penulis rancang dan teliti dari penelitian sebelumnya, dari jurnal pertama memiliki outputan yang berupa notifikasi SMS yang akan langsung dikirimkan ke handphone user sedangkan penelitian ini memiliki *output water pump* sebagai pemadaman kebakaran.

Pada jurnal kedua memiliki perbedaan yang mana penelitian yang saat ini dilakukan menggunakan sistem logika *fuzzy logic* untuk mengendalikan tingkat pemadaman seperti intensitas air dan durasi pemadaman.

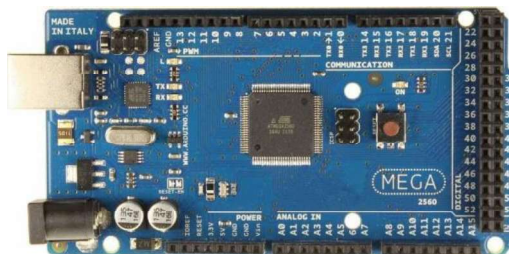
Pada jurnal ketiga memiliki perbedaan yang mana penelitian ini memiliki *output* berupa *water pump* sebagai tindakan jika adanya kebakaran secara dini dan menggunakan logika *fuzzy logic* sebagai pengendali tingkat pemadaman.

B. LANDASAN TEORI

Landasan teori dijadikan sebagai sumber teori yang menjadi dasar penelitian ini dalam menyempurnakan alat pemadam api kapal, sehingga ide penelitian digunakan sebagai alat pemadam api agar pemadaman api tidak lagi memerlukan campur tangan manusia. Alat ini dapat mendeteksi dan memadamkan api sejak dini. Atas landasan teori tersebut, penulis memaparkan pemahaman tentang perancangan alat pemadam api di atas kapal menggunakan sensor MQ-2 dan *flame sensor 5 channel* berbasis logika *fuzzy logic*.

1. Arduino ATmega 2560

Arduino adalah papan elektronik berbasis *mikrokontroler* atau *open source* yang komponen utamanya berupa *chip* mikrokontroler tipe Atmel AVR (Yuhardiansyah, 2016). Mikrokontroler sendiri merupakan sebuah *chip* atau *IC (integrated circuit)* yang dapat diprogram oleh komputer. Tujuan penyematan program ke dalam mikrokontroler adalah agar sirkuit elektronik dapat membaca *input*, memprosesnya, dan kemudian menghasilkan *output* yang diinginkan. Jadi mikrokontroler berperan sebagai otak yang mengontrol proses *input* dan *output* dari rangkaian elektronik tersebut.



Gambar 2. 1 Arduino ATmega 2560

(Sumber: https://images-na.ssl-imagesamazon.com/images/I/61cCxD3iLL._SL1000_.jpg)

Gambar 2.1 memperlihatkan Arduino Mega tipe 2560. Arduino Mega 2560 merupakan *development board* berbasis Arduino dengan 6 buah mikrokontroler yang menggunakan *chip* Atmega 2560. Papan ini memiliki seluruh rangkaian pin I/O, total 54 pin I/O digital (15 di antaranya adalah pin PWM), 16 pin *input* analog, dan 4 pin *UART* (*Hardware Serial Port*). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan osilator 16MHz, konektor USB, konektor daya DC, *header ICSP*, dan tombol *reset*. Board ini sangat lengkap, sudah berisi semua yang dibutuhkan untuk mikrokontroler.

a. Spesifikasi Arduino ATmega 2560

Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino ATmega 2560

Keterangan	Spesifikasi
<i>Chip</i> mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan operasi	5V
Tegangan <i>input</i> (yang direkomendasikan, via jack DC)	7V – 12V
Tegangan <i>input</i> (limit, via jack DC)	6V – 20V
Digital I/O pin	54 buah, diantaranya menyediakan PWM
Analog <i>input</i> pin	16 buah
Arus DC per pin I/O	20 Ma
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori <i>Flash</i>	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk <i>bootloader</i>
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
<i>Clock speed</i>	16 Mhz

Dimensi	101.5 mm x 53.4 mm
Berat	37 g

(Sumber: <https://www.arduinoindonesia.id/2019/01/arduino-mega-2560.html>)

b. Catu Daya

Arduino Mega ditenagai oleh *port* USB atau sumber daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Daya eksternal (*non-USB*) dapat disediakan oleh adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker positif tengah 2.1mm ke antarmuka listrik. Kabel baterai dapat dihubungkan ke pin *GND* dan *VIN* dari konektor daya.

Papan dapat berjalan pada sumber daya 6-20 *volt*. Namun, jika disuplai dengan kurang dari 7V, pin 5V dapat memasok kurang dari 5V dan papan dapat menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 *volt*, pengatur tegangan dapat menjadi terlalu panas dan merusak papan. Kisaran yang disarankan adalah 7-12 *volt*. Pin daya adalah sebagai berikut:

- 1) VIN. Tegangan *input* ke papan Arduino saat menggunakan sumber daya eksternal (berlawanan dengan 5 *volt* dari *port USB* atau sumber daya lain yang diatur). Dapat menyuplai daya dengan pin ini atau, jika menyuplai daya dengan pin daya, akses dengan pin ini.
- 2) 5V. Catu daya yang diatur digunakan untuk memberi daya pada mikrokontroler dan komponen papan lainnya. Ini dapat

bersumber dari *VIN* melalui *regulator internal*, atau diberi daya melalui *USB* atau sumber daya 5V yang diatur lainnya.

- 3) 3V3. Pasokan 3,3 *volt* dengan regulator bawaan. *Input* arus maksimum 50 mA.
- 4) GND. *Ground pins*.

c. *Memory*

ATMega 2560 memiliki 256 KB memori flash untuk menyimpan kode (8 KB digunakan untuk *booting*), 8 KB SRAM, dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis menggunakan pustaka EEPROM).

d. *Input dan Output*

Setiap dari 54 pin digital Mega dapat digunakan sebagai *input* atau *output* menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Mereka berjalan di 5 *volt*. Setiap pin dapat sumber atau menerima hingga 40 mA dan memiliki resistansi *pull-up* internal (dinonaktifkan secara *default*) 20-50 Kohm. Selain itu, beberapa permukaan memiliki fungsi khusus: Seri 0 (RX) dan 1 (TX); Seri 1: 19 (RX) dan 18 (TX); Seri 2: 17 (RX) dan 16 (TX); Seri 3: 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pin 0 dan 1 juga terhubung ke pin USB-TO-TTL ATmega8U2.

- 1) Interupsi eksternal: 2 (interupsi 0), 3 (interupsi 1), 18 (interupsi 5), 19 (interupsi 4), 20 (interupsi 3) dan 21 (interupsi 2). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai rendah, sisi

naik, sisi turun, atau perubahan nilai. Untuk informasi selengkapnya, lihat fungsi *attachmentInterrupt()*.

- 2) PWM: 0, 13. Memberikan output PWM 8-bit dengan fungsi *analogWrite()*.
- 3) SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Pin tersebut mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga rusak pada *header* ICSP yang secara fisik kompatibel dengan Uno, *duemilanove* dan *diecimila*.
- 4) LED: 13. Ada *built-in* LED terhubung ke pin digital 13. Ketika nilai pin tinggi maka LED menyala dan ketika nilai pin rendah LED akan mati.
- 5) I2C: 20 (SDA) dan 21 (SCL). Mendukung komunikasi I2C (TWI) menggunakan perpustakaan *wire* (dokumentasi di situs *wiring*). Perhatikan bahwa pin ini tidak berada di lokasi yang sama dengan pin *duemilanove* atau *diecimila* I2C.

Arduino Mega 2560 memiliki 16 *input* analog, masing-masing menawarkan resolusi 10-bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara *default* mereka mengukur dari ground ke 5 volt, meskipun dimungkinkan untuk mengubah batas atas jangkauan mereka menggunakan pin AREF dan fungsi *analogReference()*. Ada beberapa pin lainnya di papan:

- 1) AREF. Tegangan referensi untuk *input* analog. Digunakan dengan *analogReference()*.

- 2) *Reset*. Bawa baris ini *LOW* untuk mengatur ulang mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol *reset* ke perisai, mencegah tombol *reset* di papan tulis.

e. Komunikasi

Arduino Mega 2560 memiliki beberapa cara untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain atau mikrokontroler lainnya. Atmega 2560 menyediakan *port* UART perangkat keras untuk komunikasi serial TTL (5V). Atmega 8U2 sebagai saluran adalah salah satu konektor USB terbaik dan menawarkan *port* COM virtual untuk perangkat lunak PC (mesin Windows memerlukan *file .inf*, tetapi mesin OSX dan Linux akan secara otomatis mendeteksi papan sebagai *port* COM. Perangkat lunak Arduino mencakup tampilan serial yang memungkinkan data teks sederhana dikirim ke dan dari papan. LED RX dan TX di papan akan berkedip saat data ditransfer melalui Atmega 8U2. Koneksi *chip* dan USB ke PC (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Pustaka perangkat lunak serial memungkinkan komunikasi serial pada setiap pin digital Mega2560. ATmega 2560 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan *wire*, yang disederhanakan menggunakan bus I2C; Lihat dokumentasi di halaman kabel untuk informasi lebih lanjut. Untuk komunikasi SPI gunakan perpustakaan SPI.

2. *Flame Sensor 5 Channel*

Sensor flame 5 saluran merupakan *sensor* api yang digunakan untuk mendeteksi sarang api dengan memanfaatkan lima buah penerima inframerah (IR) yang terdapat dalam modul sensor (Mudjiono, 2017). Sensor ini memiliki lima indikator LED (light emitting diode) yang berfungsi sebagai indikator pendeteksi.

Flame sensor 5 channel Juga disebut sebagai sensor yang mampu mendeteksi api dan mengubah representasinya menjadi besaran analog. Sensor ini berbeda dengan sensor panas. Parameter yang diukur oleh sensor api adalah suhu sedangkan suhu yang diukur oleh *flame sensor 5 channel* adalah panjang gelombang cahaya.

Flame sensor 5 channel mendeteksi api menggunakan metode optik. Sensor ini menggunakan sensor *infrared* (IR) sebagai sensornya. Sensor ini merekam penyerapan cahaya pada panjang gelombang antara 760 nm dan 1100 nm. Memungkinkan spektrum cahaya dalam api dipisahkan dari spektrum cahaya benda lain. Sensor ini memiliki keluaran analog dan digital serta potensiometer bawaan.



Gambar 2. 2 *Flame Sensor 5 Channel*

(Sumber: <https://leobot.net/viewproduct.aspx?id=2693>)

Berkat desain sensor ini, sensor dapat mendeteksi titik fokus 120° . Sensor ini juga dilengkapi dengan resistor 1% agar keluaran sinyal yang dihasilkan lebih akurat.

3. *Pompa DC 12 Volt*

Pompa adalah salah satu peralatan yang dipakai untuk mengubah energi mekanik (dari mesin penggerak pompa) menjadi energi tekan pada cairan yang dipompa. Pada umumnya pompa digunakan untuk memindahkan air dari suatu tempat ke tempat yang lain yang lebih tinggi tempatnya, ataupun tekananya (Irwansyah, 2013).

Pompa juga dikenal sebagai mesin atau alat mekanis yang digunakan untuk memindahkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi, atau untuk mengalihkan cairan dari area bertekanan rendah ke area bertekanan tinggi, serta untuk meningkatkan laju aliran dalam jaringan pipa. Ini dicapai dengan menciptakan tekanan rendah pada sisi masuk atau *suction* pompa dan tekanan tinggi pada sisi keluar atau *discharge* dari pompa.



Gambar 2. 3 Pompa DC 12 Volt

(Sumber: <https://www.jakartanotebook.com/p/cn-pompa-air-mini-brushless-submersible-aquarium-dc-12v-30w-zyw890-black>)

4. Sensor Asap MQ-2

Sensor MQ2 merupakan sebuah sensor yang dapat mendeteksi adanya polutan gas di udara, diantaranya adalah gas LPG, alkohol, asap, propana, hidrogen, metana, dan karbon monoksida, aplikasinya bisa diterapkan untuk mendeteksi kebocoran gas LPG dan asap untuk mencegah kebakaran (Suryana, 2021).

Sensor MQ-2 terdiri dari elemen pemanas dan sensor gas. Tujuan elemen pemanas adalah untuk memanaskan area penginderaan sensor untuk mencapai suhu operasi yang optimal. Elemen sensor gas terdiri dari lapisan yang peka terhadap gas yang disebutkan sebelumnya.

Saat sensor MQ-2 terkena gas sensitif, karakteristik resistansi sensor berubah. Perubahan ini disebabkan oleh fakta bahwa gas-gas ini dapat menyerap atau mengoksidasi bahan sensor yang sensitif. Perubahan resistansi dapat diukur dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas di sekitar sensor.

Sensor MQ-2 biasanya menggunakan sirkuit elektronik tambahan seperti penguat sinyal dan konverter analog ke digital untuk memproses dan menginterpretasikan data sensor. Rangkaian mengubah perubahan resistansi menjadi sinyal listrik yang dapat dibaca dan diinterpretasikan oleh mikrokontroler atau perangkat lain.

Penting untuk dicatat bahwa sensor MQ-2 tidak dapat secara akurat membedakan gas apa yang dideteksi. Sensor hanya merespon gas sensitif pada umumnya. Respon kemudian harus ditafsirkan lebih lanjut untuk mengidentifikasi jenis gas yang terdeteksi.

Sensor asap MQ-2 sering digunakan dalam sensor asap atau gas sederhana, seperti sensor api portabel atau sensor kebocoran gas. Namun, penggunaan sensor ini mungkin memerlukan penyesuaian dan kalibrasi yang tepat untuk memastikan keandalan dan akurasi pendeteksian gas yang diinginkan.



Gambar 2. 4 Sensor Gas MQ-2

(Sumber: <https://zunixe.com/product/mq-2-mq2-smoke-gas-lpg-butane-hydrogen-gas-sensor-detector-module/>)

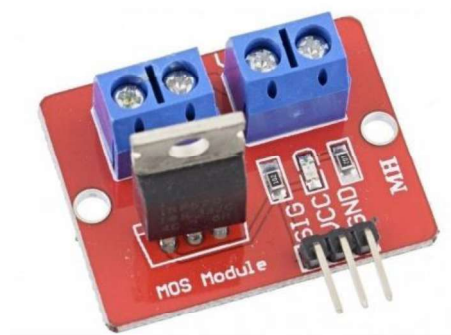
5. Driver Motor IRF520

Modul mosfet IRF520 memiliki *switching time* yang cepat, dimana perubahan keluaran daya dari *low* ke *high* dan sebaliknya terjadi dalam waktu singkat. Ini membuat modul mosfet IRF520 banyak digunakan untuk kontrol daya menggunakan PWM dari mikrokontroler seperti Arduino atau NodeMCU (Halawa, 2021).

Fitur utama dari modul MOSFET IRF520 ini adalah kemampuannya untuk mengendalikan beban dengan arus hingga 3 amper pada tegangan yang cukup tinggi. IRF520 sendiri adalah nama MOSFET yang terdapat

pada modul ini, yang merupakan jenis MOSFET *N-channel* dengan kapasitas daya tinggi.

Cara pemakaian dari modul ini yakni menghubungkan pin SIG ke pin PWM Arduino, kemudian hubungkan pin VCC ke 5V, dan GND ke GND. Terminal VIN dihubungkan ke sumber tegangan catu daya dan Terminal GND dihubungkan ke GND catu daya. V+ dihubungkan ke kabel positif (merah) motor, sedangkan V- dihubungkan ke kabel negatif (hitam) motor.



Gambar 2. 5 Modul *Driver* IRF520

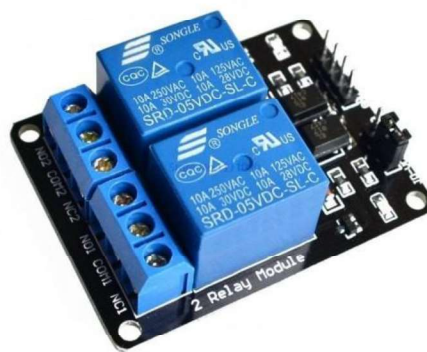
(Sumber: <https://electropeak.com/learn/interfacing-irf520-mosfet-driver-module-switch-button-hcmodu0083-with-arduino/>)

6. Relay 2 Channel

Relay adalah *output* yang dapat digunakan sebagai *switch* atau saklar untuk perangkat lain. Relay dikontrol dengan tegangan dari pin Arduino sehingga dapat melakukan *switch*. Terdapat 3 koneksi utama yaitu COM untuk *input* dari perangkat lain. NC (*Normaly Close*) pada keadaan biasa com akan terhubung ke pin NC. NO (*Normaly Open*) pada keadaan biasa tidak terhubung, namun saat relay mendapat tegangan dari Arduino maka COM akan berpindah dari NC dan terhubung dengan NO. (Roghib, 2018)

Relay ini memungkinkan agar kita mengendalikan beban yang lebih tinggi dengan mikrokontroler yang menggunakan tegangan dan daya rendah seperti Arduino. Penyalan relay menggunakan aktuasi tegangan 5V pada bagian inputnya dan diberikan daya 5V agar relay mampu bekerja.

Kerja relay berupa menyalakan dan mematikan (*ON* dan *OFF*) sehingga lebih cocok untuk beban yang hanya perlu dikendalikan secara perlahan dan kondisi tetap (*ON* atau *OFF*).



Gambar 2. 6 Relay 5V 2 Channel

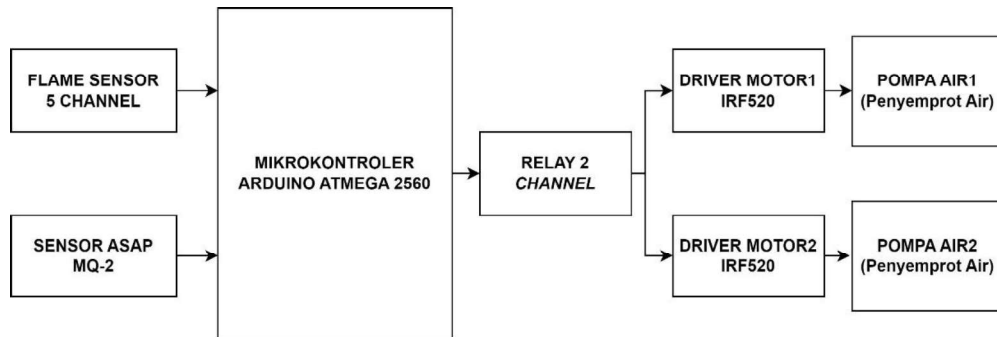
(Sumber: <https://store.ichibot.id/product/modul-relay-2-channel-2ch-5v/>)

BAB III

METODE PENELITIAN

A. PERANCANGAN SISTEM

1. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 3. 1 Blok Diagram

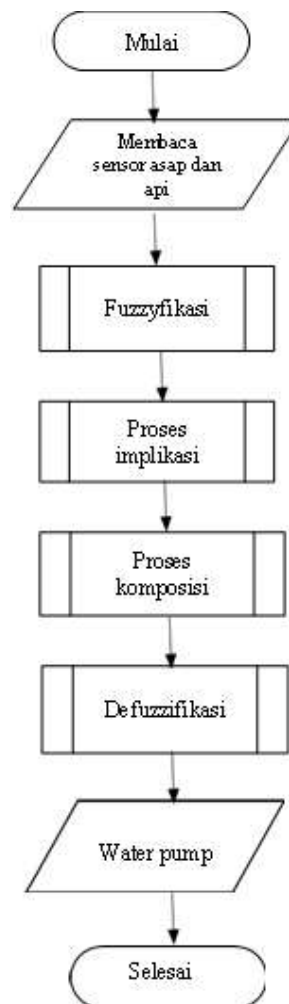
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Keterangan blok diagram:

- a. *Flame Sensor 5 Channel* digunakan sebagai input pendeteksi api.
- b. Sensor Asap MQ-2 digunakan untuk *input* pendeteksi asap.
- c. Arduino Atmega 2560 berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan dapat menyimpan program dari komponen elektronika.
- d. Relay 2 *channel* untuk menyalakan *driver* dan *safety*.
- e. *Driver Motor* IRF520 digunakan untuk *output* penggerak pompa.
- f. Pompa 1 dan 2 digunakan sebagai *output* penghisap air dari tangki untuk pemadaman api.

2. Perancangan Sistem Perangkat Lunak

Pada perancangan sistem perangkat lunak ini menjelaskan rancangan sistem menggunakan metode *fuzzy* memerlukan beberapa proses agar sistem mendapatkan keputusan yang dihasilkan sesuai dengan perhitungan *fuzzy*. Proses-proses ini meliputi fuzzifikasi, implikasi, komposisi, dan defuzzifikasi. *Flowchart* desain kontrol *fuzzy* ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Alur *fuzzy logic*

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Sistem yang dibangun memiliki 2 jenis *input* yaitu data kadar asap dan data api di sekitar prototipe, dan *output* berupa durasi pompa. Informasi data api memiliki 4 fungsi keanggotaan yaitu dekat, cukup dekat, jauh dan tidak ada api. Informasi data asap memiliki 3 fungsi keanggotaan, yaitu tipis, sedang, dan tebal. Semua data *input* diperiksa nilai keanggotaan untuk menentukan grup *input*. Variabel *output* yaitu durasi pompa memiliki 4 fungsi keanggotaan yaitu mati, pelan, sedang dan kencang.

Ketika proses *fuzzyfikasi* selesai, akan dilanjutkan dengan proses implikasi metode *Min*. Proses ini dilakukan setelah menentukan nilai setiap derajat keanggotaan dari setiap parameter dan menentukan nilai minimum dari setiap *rule*. Dibentuk 7 himpunan *fuzzy* sebagai *input*, yaitu: tipis, sedang, tebal dan dekat, cukup dekat, jauh, tidak ada api. Ditambah *output* gabungan adalah 4 himpunan kondisi, yaitu: mati, pelan, sedang, kencang. Sistem *fuzzy* dibangun menggunakan pernyataan "*IF*" dan "*AND*", membuat pernyataan "*THEN*". Aturan dasar *fuzzy* yang digunakan tercantum pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 *Rule Fuzzy*

Rule No	Asap	Api	Kondisi Pompa 1	Kondisi Pompa 2
1	Tipis	Tidak ada api	Mati	Mati
2	Tipis	Jauh	Pelan	Pelan
3	Tipis	Cukup Dekat	Sedang	Sedang
4	Tipis	Dekat	Kencang	Kencang
5	Sedang	Tidak ada api	Mati	Mati

6	Sedang	Jauh	Sedang	Sedang
7	Sedang	Cukup Dekat	Sedang	Sedang
8	Sedang	Dekat	Kencang	Kencang
9	Tebal	Tidak ada api	Mati	Mati
10	Tebal	Jauh	Sedang	Sedang
11	Tebal	Cukup Dekat	Kencang	Kencang
12	Tebal	Dekat	Kencang	Kencang

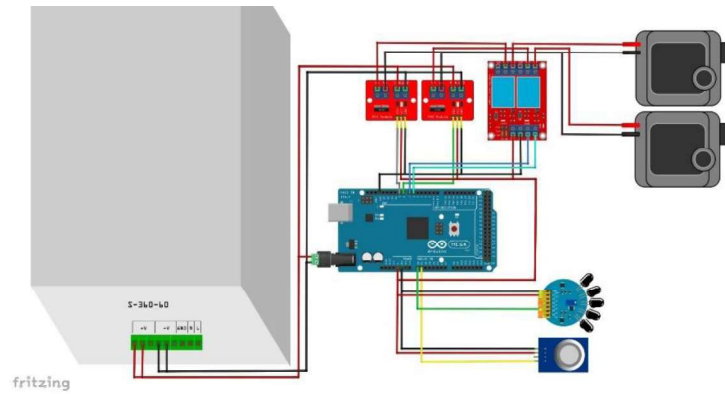
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Berdasarkan 12 aturan *fuzzy*, nilai *Min* ditentukan untuk setiap aturan. Setelah mengetahui nilai *minimum* untuk setiap aturan, proses komposisi metode *Max* menentukan nilai *maksimum*. Proses ini dilakukan dengan mengelompokkan hasil yang sama dari semua aturan. Langkah terakhir adalah defuzzifikasi, dimana nilai *output* logika *fuzzy* diubah menjadi nilai keluaran nyata. Metode defuzzifikasi yang digunakan adalah metode centroid atau dikenal juga dengan *center of area* atau *center of gravity*.

B. PERANCANGAN ALAT

Perancangan alat pada penelitian “Rancang Bangun Kontrol Pemadam Kebakaran Menggunakan Sensor MQ-2 dan *Flame Sensor 5 Channel* Berbasis *Fuzzy Logic*” menjelaskan cara merancang prototipe sistem. Model ini memiliki *input* berupa sensor suhu sensor api 5 channel dan sensor asap MQ-2 serta diproses oleh mikrokontroler Arduino Atmega 2560 dan *output* berupa alarm dan kompresor air. Jika api terdeteksi, alarm peringatan akan berbunyi

dan kompresor air menyala untuk memadamkan api. Skema rangkaian sistem sesuai Gambar 3.3. Informasi koneksi pin yang digunakan tercantum pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.



Gambar 3. 3 Skema Rangkaian Sistem
(Sumber: Dokumen Pribadi)

Tabel 3. 2 Koneksi Pin Skema Rangkaian Sistem

Pin Arduino Atmega 2560	Pin <i>Flame Sensor</i> <i>5 channel</i>	Pin Sensor MQ- 2
VCC	VCC	VCC
GND	GND	GND
A0	A2	
A1	A3	-
A2	A4	-
A5	-	A0

(Sumber: Dokumen Pribadi)

Tabel 3. 3 Koneksi Pin Arduino Ke *Actuator*

Pin Arduino Atmega 2560	Pin <i>Driver</i> <i>Motor 1</i>	Pin <i>Driver</i> <i>Motor 2</i>	Pin Water Pump 1	Pin Water Pump 2
VIN	12V	12V	-	-
VCC	-	-	-	-

GND	GND	GND	-	-
3	SIG	-	-	-
2	-	SIG	-	-
-	V+		VCC	-
-	V-	-	GND	-
-	-	V+	-	VCC
-	-	V-	-	GND

(Sumber: Dokumen Pribadi)

C. RENCANA PENGUJIAN

Rencana pengujian adalah konsep pengujian alat yang dirancang untuk mengetahui masalah yang dihadapi dengan alat tersebut. Rencana pengujian yang dibuat pada penelitian ini menggunakan dua metode yaitu statis dan dinamis.

1. Secara Statis

a. Pengujian Fungsi *Fuzzy Logic*

Memastikan keakuratan model logika *fuzzy* saat memproses data sensor dan menghasilkan keputusan pemadaman kebakaran. Pastikan fungsi anggota dan aturan *fuzzy* benar dan masuk akal.

b. Pengujian Sensor MQ-2

Pengujian sensor MQ-2 dilakukan dengan menghubungkan mikrokontroler Arduino Atmega 2560 dan menyemprotkan gas tepat di depan sensor MQ-2. Untuk melihat data yang terbaca oleh sensor menggunakan serial monitor pada *software* Arduino IDE.

c. Pengujian *Flame Sensor 5 Channel*

Pengujian ini bertujuan untuk menguji jarak maksimal jangkauan api yang dapat dibaca oleh *flame sensor 5 channel*. Pengujian dilakukan dengan cara dihubungkan mikrokontroler Arduino Atmega 2560 dan menyalakan api tepat di depan *flame sensor 5 channel* dari pembacaan sensor dapat dilihat melalui lampu indikator yang terdapat pada *flame sensor 5 channel*.

d. Pengujian *Driver Mosfet*

Pengujian ini untuk memastikan apakah *driver* mosfet dapat bekerja dengan baik untuk mengontrol putaran pompa DC 12V dengan cara dihubungkan dengan pompa DC 12V dan menggunakan sumber tegangan dari PSU 12VDC.

e. Pengujian Kontroler

Pengujian kontroler ini dilakukan dengan cara menghubungkan Arduino Atmega dengan *power supply* yang bertujuan untuk menguji bahwa Arduino Atmega 2560 mendapatkan suplai tegangan listrik yang baik dengan melihat lampu indikator *power* pada Arduino.

f. Pengujian Pompa DC 12 *Volt*

Pengujian pompa dilakukan dengan memberikan tegangan *input* 12V untuk mengecek apakah pompa dapat berputar dengan baik.

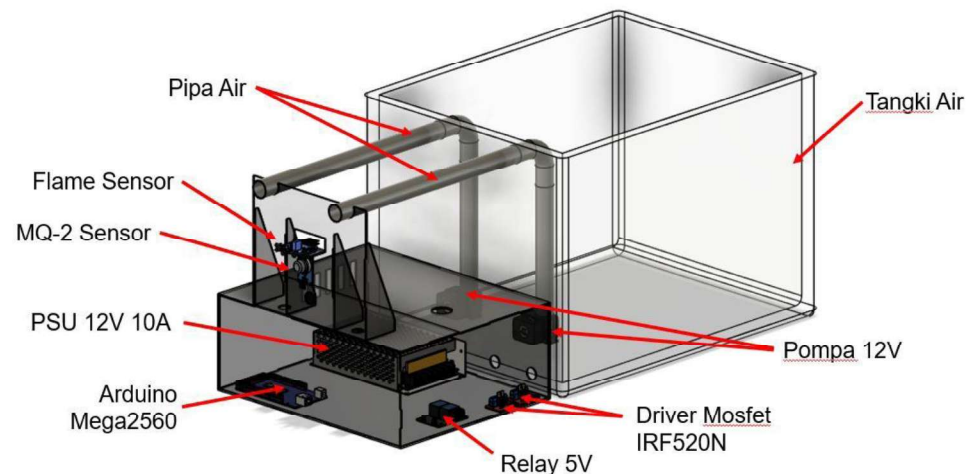
2. Secara Dinamis

Memastikan semua komponen dapat beroperasi dengan cepat dan tepat sesuai dengan perintahnya untuk menciptakan alat yang memungkinkan prosedur penanganan awal yang cepat dan mengurangi

risiko kebakaran menjadi situasi yang lebih berbahaya, serta melindungi kru kapal dan meningkatkan keselamatan di peristiwa kebakaran yang sedang berlangsung.

Rencana pengujian dinamis ini akan dilakukan pengujian terhadap nilai analog *flame sensor 5 channel* dengan menggunakan lilin untuk mendapatkan titik api yang di ambil dari sisi samping kiri, samping kanan, depan dengan 30 titik api dan jarak yang berbeda-beda. Untuk pengujian nilai sensor asap MQ-2 dilakukan dengan menggunakan kertas yang dibakar untuk menghasilkan asap.

Berikut adalah gambar rencana rancangan peletakkan komponen sistem kontrol pemadam kebakaran yang terdiri dari *flame sensor 5 channel*, sensor MQ-2, pompa DC 12 volt, Arduino Atmega 2560 yang tercantum pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Peletakan Komponen Pemadam Kebakaran

(Sumber: Dokumen Pribadi)