

Pengembangan Robot Pemadam Kebakaran Cerdas Menggunakan Integrasi Sensor Untuk Deteksi Kebakaran Secara Real-Time

Alya Shaumi *¹

Lutfi Fajar Salladin ²

Luthfi Putra Pratama ³

Muhammad Rafli Fajar Batubara ⁴

Rafli Haikal ⁵

Salma Khairunnisa Azzahra ⁶

^{1,2,3,4,5,6} Universitas Siliwangi

*e-mail: 237006109@student.unsil.ac.id¹, 237006095@student.unsil.ac.id²,
237006119@student.unsil.ac.id³, 237006094@student.unsil.ac.id⁴, 237006099@student.unsil.ac.id⁵,
237006097@student.unsil.ac.id⁶

Abstrak

Kebakaran adalah salah satu ancaman serius yang dapat menyebabkan kerugian yang sangat besar baik secara ekonomi maupun keselamatan jiwa. Untuk mengatasi hal tersebut, teknologi robot pemadam kebakaran cerdas menjadi solusi potensial, karena dapat meminimalisir segala risiko yang dialami dalam situasi darurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan robot pemadam kebakaran cerdas yang mampu mendeteksi dan menangani kebakaran secara real-time melalui sensor api dengan sistem pemrosesan data untuk meningkatkan akurasi deteksi kebakaran. Metodologi pengembangan mencakup desain robot, algoritma pengolahan data sensor, serta pengujian di lingkungan simulasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot yang dibuat mampu untuk mendeteksi sumber kebakaran dan merespon secara otomatis untuk memadamkan api. Dengan demikian, robot pemadam kebakaran ini dapat menjadi solusi efektif dalam membantu pemadaman api dan juga meningkatkan keselamatan dalam penanganan kebakaran.

Kata kunci: Deteksi Kebakaran, Real-time, Robot Pemadam Kebakaran, Sensor Cerdas, Sistem Pemadam Otomatis.

Abstract

Fire is one of the serious threats that can cause huge losses both economically and life safety. To overcome this, intelligent fire fighting robot technology is a potential solution, because it can minimize all the risks experienced in emergency situations. This research aims to develop an intelligent fire fighting robot capable of detecting and dealing with fires in real-time through fire sensors with a data processing system to improve fire detection accuracy. The development methodology includes robot design, sensor data processing algorithms, and testing in a simulated environment. The development methodology includes robot design, sensor data processing algorithms, as well as testing in a simulated environment. The test results show that the robot is able to detect the source of fire and respond automatically to extinguish the fire. Thus, this fire fighting robot can be an effective solution in assisting fire fighting and also improving safety in fire handling.

Keywords: Fire Detection, Real-Time, Fire Fighting Robot, Smart Sensor, Automatic Extinguishing System.

PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang mengakibatkan kerugian besar di berbagai bidang, baik secara ekonomi, maupun korban jiwa. Dalam berbagai situasi, kebakaran sering kali sulit untuk dipadamkan terutama jika kebakaran tersebut berada di lokasi yang jauh dari jangkauan manusia seperti gedung yang tinggi, pabrik, ataupun hutan. Oleh karena itu kecepatan dalam mendeteksi dan merespon kebakaran sangatlah penting guna meminimalisir dampak yang ditimbulkan nantinya. Pengembangan teknologi pemadam kebakaran menjadi semakin relevan dan juga krusial, khususnya yang berfokus pada sistem pendeteksi kebakaran secara real-time yang dapat mengidentifikasi titik terjadinya api lebih awal dan melakukan penanganan dengan cepat.

Tak dapat dipungkiri bahwa ilmu pengetahuan dan teknologi terus mengalami kemajuan pesat. Dengan pencapaian ini, berbagai aspek kehidupan telah menjadi mudah, cepat, dan efektif. Teknologi saat ini memungkinkan banyak peralatan beroperasi secara otomatis, berbeda dengan

masa lalu, ketika sebagian besar peralatan harus dioperasikan secara manual dan membutuhkan banyak tenaga dan waktu. Orang tidak hanya dapat menghemat tenaga dengan otomatisasi ini, tetapi mereka juga dapat mengalokasikan waktu dan energi mereka pada aktivitas yang lebih produktif. Masa depan tampaknya menjanjikan dengan banyak inovasi baru yang dapat terus meningkatkan kualitas hidup manusia.

Salah satu teknologi yaitu berupa robot yang sudah banyak ditemukan di berbagai bidang, Robot merupakan suatu mesin yang dapat menyerupai manusia dan mampu melakukan segala jenis tugas kompleks yang bervariasi (Narayana et al., 2022). Dalam penelitian ini, robot ini dibuat untuk membantu manusia memadamkan api dengan aman dan efektif dengan teknologi baru. Dia dapat menemukan sumber api dan secara otomatis menuju lokasi api untuk membantu. Diharapkan robot ini akan membantu pemadam kebakaran dengan mengurangi risiko yang dihadapi manusia dalam situasi berbahaya. Inovasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pemadaman api, tetapi juga mengurangi dampak buruk kebakaran terhadap masyarakat dan lingkungan.

Robot ini dirancang untuk mendeteksi dan mengendalikan api secara otomatis di lokasi-lokasi yang mungkin berbahaya atau bahkan tidak memungkinkan bagi para petugas pemadam untuk menjangkanya dengan aman. Dengan memanfaatkan integrasi sensor api sebagai elemen utama dalam mendeteksi, robot ini mampu merespon kebakaran dengan lebih efektif dan efisien yang untuk mengidentifikasi parameter kebakaran dan memberikan data real-time kepada pengguna, sehingga segala tindak lanjut dapat segera dilakukan.

Jurnal ditujukan untuk mengkaji lebih dalam mengenai teknologi dan metode integrasi sensor yang digunakan dalam mengembangkan robot pemadam kebakaran. dalam jurnal ini membahas aspek desain sistem robot, mekanisme deteksi dan pemadaman, serta hasil uji dan performa robot saat menghadapi situasi. berdasarkan hasil penelitian ini, diharapkan dapat memberi kontribusi mengenai teknologi pemadam api serta menjadi landasan untuk penelitian lanjutan nantinya.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan perangkat robotik untuk merancang dan menguji robot pemadam kebakaran yang mampu mendeteksi serta merespons api secara real-time. Subjek dalam penelitian ini adalah robot yang dikendalikan menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler utama, dilengkapi dengan berbagai sensor, seperti sensor api, suhu, dan asap, untuk mendeteksi parameter kebakaran. Lingkungan simulasi kebakaran yang variatif digunakan untuk menguji performa robot, terutama dalam hal akurasi deteksi kebakaran dan respons terhadap berbagai kondisi, seperti jarak dan intensitas api yang berbeda. Desain penelitian ini berbasis eksperimen untuk memudahkan pengukuran performa serta evaluasi efektivitas robot dalam memadamkan api.

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah perancangan perangkat keras yang mencakup perakitan komponen utama, termasuk pompa air, motor penggerak, dan sensor. Sensor-sensor tersebut dipasang di posisi strategis pada rangka robot untuk memaksimalkan deteksi suhu, asap, dan nyala api. Pompa air yang dihubungkan dengan motor servo dirancang untuk menyemburkan air pada sudut yang tepat, memungkinkan pemadaman api dari jarak aman. Penggunaan Arduino sebagai pengendali utama memungkinkan pemrosesan data sensor secara real-time, mengaktifkan respon otomatis sesuai data yang diperoleh dari lingkungan sekitar.

Pemrograman perangkat lunak dilakukan pada Arduino menggunakan bahasa C untuk mengontrol setiap komponen robot secara otomatis. Algoritma pemrosesan data sensor dirancang untuk meningkatkan akurasi deteksi kebakaran dan respons robot yang efisien. Dalam pengumpulan data, penelitian ini mencatat waktu respons, tingkat akurasi deteksi, serta efektivitas penyempunan air pada titik api. Data tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif guna mengevaluasi stabilitas dan keandalan robot dalam berbagai skenario kebakaran simulasi. Hasil analisis ini selanjutnya digunakan untuk menyempurnakan desain robot, meningkatkan algoritma, dan memastikan performa robot dalam aplikasi kebakaran nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tinjauan Pustaka

Robot Pemadam kebakaran merupakan perangkat cerdas otomatis yang dibuat untuk mendeteksi serta dapat merespons api secara real time, sehingga dapat mengurangi resiko terhadap keselamatan manusia. Menurut Peneliti, Robot pemadam kebakaran menggunakan teknologi robotika untuk menjalankan fungsi-fungsi yang biasanya dilakukan oleh manusia dalam kondisi berbahaya. Dalam hal ini, teknologi seperti robot pemadam kebakaran cerdas ini diperlukan untuk membantu mendeteksi dan merespons api secara efisien tanpa resiko terhadap keselamatan manusia.

Robot pemadam kebakaran adalah perangkat otomatis yang dirancang untuk mendeteksi, navigasi, dan memadamkan api. Teknologi ini biasanya dilengkapi dengan berbagai sensor, seperti sensor suhu, asap, dan api, yang memungkinkan robot mengenali kondisi kebakaran dari parameter lingkungan di sekitarnya. Integrasi berbagai sensor pintar menjadi elemen penting dalam memperkuat kemampuan robot pemadam kebakaran untuk mendeteksi api. Menurut Narayana et al. (2022), penggunaan sensor-sensor tersebut membantu robot untuk merespons kebakaran secara otomatis di lokasi yang sulit dijangkau manusia, sehingga mengurangi risiko yang dihadapi oleh petugas pemadam kebakaran. Sistem ini ditunjang oleh algoritma pengolahan data secara real-time yang membantu mengenali pola-pola kebakaran yang berbeda, sehingga robot dapat mengadaptasi strategi pemadamannya berdasarkan situasi yang teridentifikasi.

Robot pemadam kebakaran menggunakan sensor yang terintegrasi untuk mendeteksi kebakaran dengan lebih akurat dan cepat secara real-time. Menurut Zhang et al. (2023), sistem robot yang menggunakan teknologi deteksi berbasis Lidar dan algoritma seperti YOLO v4 dapat menemukan dengan tepat lokasi kebakaran bahkan di lingkungan yang rumit. Untuk mendeteksi sumber api dengan lebih baik, sistem ini memiliki sensor inframerah dan termal yang memungkinkan pemadaman otomatis dalam berbagai situasi.

Algoritma pemrosesan data sensor yang efektif diperlukan agar robot pemadam api dapat mendeteksi dan merespons api secara cepat. Algoritma pemrosesan gambar berbasis jaringan saraf konvolusional (CNN) dapat mendeteksi api dengan lebih akurat dari gambar real-time, robot pemadam api dapat mengenali kebakaran lebih akurat.

Perangkat pemrosesan data seperti Arduino atau mikroprosesor lainnya dapat mendukung sistem ini, yang dapat mengatur respons otomatis robot berdasarkan data yang dikumpulkan. Untuk memastikan keandalannya, teknologi ini sering diuji dalam lingkungan simulasi kebakaran. Pengujian dilakukan untuk menguji kemampuan pemadaman otomatis, akurasi deteksi api, dan waktu respon robot. Robot yang berhasil dalam uji simulasi dapat digunakan di dunia nyata, seperti di bangunan dan area industri, untuk mengurangi risiko yang dihadapi manusia dan meningkatkan efisiensi penanganan kebakaran.

Teknologi robot pemadam kebakaran yang cerdas diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih efektif untuk memadamkan api dan mengurangi potensi bahaya yang dihadapi oleh petugas pemadam kebakaran maupun masyarakat. Robot ini juga memungkinkan tim pemadam kebakaran lebih banyak waktu untuk evaluasi dan membuat keputusan strategis, yang sangat membantu dalam situasi darurat. Oleh karena itu, teknologi robot pemadam kebakaran sangat penting untuk meningkatkan keselamatan, efisiensi, dan kecepatan dalam menangani kebakaran.

B. Perancangan

a. Komponen

Tabel 1. Komponen Robot

No	Nama Komponen	Fungsi
1	Arduino Mega	Menyimpan Modul

2	Chassis + Ban	Pergerakan Robot
3	L298 Motor Driver	Menggerakkan Robot
4	Modul Relay 5V	Mengontrol Perangkat
5	Breadboard	Menghubungkan Rangkaian
6	Mini Servo	Mengarahkan Nozzle
7	Water Pump + Selang	Menghisap dan Mengeluarkan air
8	Water Tank	Menampung Air
9	Baterai	Sumber Listrik
10	Kabel Jumper	Menyambungkan rangkaian listrik
11	Nozzle	Menyemprotkan Air
12	Sensor Api	Mendeteksi Api
13	Korek	Menguji Sensor

● Arduino Mega

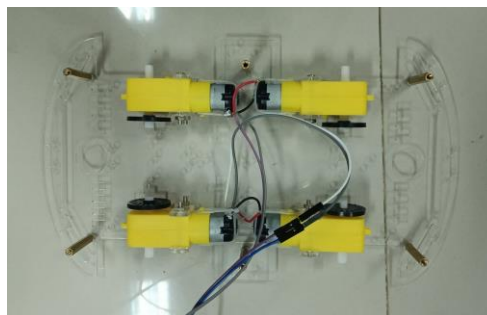
Arduino Mega 2560 merupakan papan sirkuit yang menggunakan chip mikrokontroler Atmega2560, yang memiliki jumlah pin tertinggi dari semua jenis Arduino lainnya, sehingga berguna untuk proyek dengan kapasitas ruang besar di sirkuit. Karena kapasitas memorinya yang besar dibandingkan jenis Arduino lainnya, Arduino Mega cocok untuk proyek yang menggunakan banyak modul dalam waktu bersamaan (Elga Aris Prastyo, 2023).



Gambar 1. Arduino Mega.

● Chassis + Ban

Chassis merupakan kerangka utama robot yang berfungsi sebagai struktur penyangga untuk semua komponen, termasuk motor, sensor, pompa air, dan modul elektronik. Dalam robot pemadam kebakaran, chassis biasanya terbuat dari bahan ringan namun kokoh, seperti aluminium atau akrilik, untuk mendukung mobilitas tanpa mengorbankan kekuatan. Chassis didesain agar mampu menahan beban komponen serta menyesuaikan dengan medan operasional. Ban berfungsi sebagai alat penggerak, dengan jenis yang dipilih berdasarkan medan, seperti ban karet untuk permukaan datar atau roda khusus dengan traksi tinggi untuk medan kasar (Gonzalez et al., 2021).



Gambar 2. Chassis.

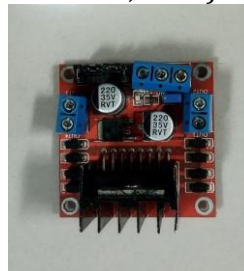


Gambar 3. Ban.

- **L298 Motor Driver**

L298 Motor Driver merupakan modul pengendali motor berbasis IC L298N yang sering digunakan dalam aplikasi robotik, termasuk robot pemadam kebakaran. Modul ini berfungsi sebagai pengendali motor DC atau motor stepper, memungkinkan pengaturan arah dan kecepatan rotasi motor. Dengan desain H-Bridge, L298 dapat mengontrol dua motor DC secara independen, serta mendukung arus hingga 2A per saluran dengan tegangan kerja antara 5V hingga 46V (Akkaya et al., 2012).

Modul ini dilengkapi dengan pin kontrol untuk logika masukan, pin PWM untuk pengaturan kecepatan, serta fitur proteksi terhadap lonjakan arus, sehingga cocok untuk aplikasi robotik yang membutuhkan pengendalian motor secara presisi dan efisien, seperti pada sistem penggerak robot pemadam kebakaran (Mahmud et al., 2015).



Gambar 4. Motor Driver.

- **Modul Relay 5V**

Modul Relay 5V merupakan saklar elektromekanis yang memungkinkan kontrol perangkat berdaya tinggi, seperti pompa udara atau motor, menggunakan sinyal berdaya rendah dari mikrokontroler. Modul ini bekerja dengan prinsip elektromagnetik, di mana arus listrik pada kumparan memicu pergerakan saklar. Modul Relay 5V biasanya mencakup fitur-fitur seperti diode flyback untuk melindungi sirkuit dari efek elektromotif balik, transistor switching untuk meningkatkan daya dari sinyal mikrokontroler, serta indikator LED untuk menunjukkan status operasionalnya. Modul ini memastikan isolasi listrik yang aman antara sirkuit daya rendah dan tinggi, membuatnya ideal untuk robot pemadam kebakaran (Microcontrollers Lab, 2023; Watelectronics, 2023)



Gambar 5. Modul Relay 5V.

- **Breadboard**

Breadboard merupakan sebuah alat yang digunakan untuk membuat rangkaian elektronik sementara yang ditujukan untuk tujuan uji coba atau prototype tanpa harus menyolder. Dengan memanfaatkan breadboard, komponen-komponen elektronik yang dipakai tidak akan rusak dan dapat digunakan kembali untuk membuat rangkaian yang lain (Alvan A. N. & Viki R, 2022).



Gambar 6. Breadboard.

- **Motor Servo**

Servo merupakan perangkat atau aktuator yang dirancang dengan sistem kontrol feedback loop tertutup (close loop), sehingga dapat memastikan dan menentukan posisi sudut dari poros output motor. Servo memiliki daya yang bervariasi mulai dari beberapa watt sampai ratusan watt. Motor servo digunakan untuk berbagai keperluan seperti sistem pelacakan, peralatan mesin dan lain sebagainya.

prinsip kerja servo dikendalikan dengan memberikan *Pulse Wide Modulation* / PWM melalui kabel kontrol. Durasi "denyut" (pulse) yang diberikan yang kemudian menentukan posisi sudut putaran dari poros *motor servo*. Poros motor servo bergerak dan bertahan di posisi yang telah diperintahkan ketika durasi "denyut" nya telah diberikan. *Motor servo* akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya apabila ada yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut.

motor servo terdiri dari beberapa bagian diantaranya berupa Motor DC, Serangkaian gir yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran, Rangkaian kontrol, dan potensiometer yang berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran (Elga Aris Prastyo, 2023).



Gambar 7. Motor Servo.

- **Water Pump + Selang**

Water pump (pompa air) adalah komponen yang berfungsi untuk menyedot dan menyemburkan air ke area yang terbakar. Pada robot pemadam kebakaran, sering digunakan pompa mini DC yang memiliki aliran air cukup kuat namun hemat daya. Selang digunakan untuk mengalirkan air dari pompa ke nozzle penyemprot, dengan bahan yang fleksibel namun tahan terhadap tekanan air. Kombinasi pompa dan selang harus dirancang agar mampu memberikan tekanan dan aliran air yang memadai untuk memadamkan api secara efisien (Sharma et al., 2018).



Gambar 8. Water Pump.



Gambar 9. Selang.

- **Water Tank**

Water tank adalah tangki penyimpanan air pada robot pemadam kebakaran yang berfungsi sebagai sumber air untuk memadamkan api. Tangki ini biasanya dibuat dari bahan ringan seperti plastik ABS atau akrilik yang tahan bocor dan korosi. Kapasitas tangki dirancang sesuai dengan kebutuhan operasi robot, memastikan cukup untuk memadamkan api namun tidak terlalu berat agar tidak mengurangi mobilitas (Sharma et al., 2018).



Gambar 10. Water Tank.

- **Baterai**

Baterai adalah sumber daya utama robot, menyediakan listrik untuk motor, pompa air, sensor, dan modul kontrol. Jenis baterai yang umum digunakan adalah Li-ion atau LiPo karena kapasitasnya yang besar, bobot ringan, dan efisiensi energi. Voltase dan kapasitas baterai harus disesuaikan dengan kebutuhan komponen robot untuk memastikan operasional yang stabil selama misi (Gonzalez et al., 2021).



Gambar 11. Baterai.

- **Kabel Jumper**

Kabel jumper adalah salah satu jenis kabel elektronik yang memiliki fungsi untuk menghubungkan beberapa komponen elektronik pada breadboard tanpa perlu melakukan proses penyolderan. Pada setiap ujung kabel, kabel jumper dilengkapi dengan konektor khusus. Jika konektor tersebut yang berbentuk pin yang dirancang untuk memasangkan konektor lain, maka disebut dengan male connector. Sementara itu, jika konektor tersebut dirancang untuk menerima pin, maka disebut dengan female connector.

(Kalengkongan, T. S., Mamahit, D. J., & Sompie, S. R. 2018).i



Gambar 12. Kabel Jumper.

- **Nozzle**

Nozzle adalah perangkat mekanis yang berfungsi untuk mengarahkan dan mengontrol aliran fluida, biasanya dengan mengonversi energi tekanan

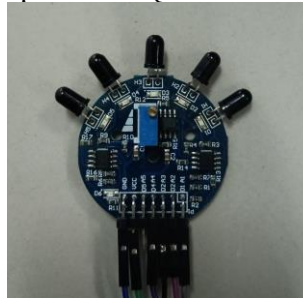
menjadi energi kinetik untuk meningkatkan kecepatan fluida (Munson et al., 2009).



Gambar 16. Nozzle.

- **Sensor Api**

Sensor api adalah komponen utama untuk mendeteksi keberadaan api dalam robot pemadam kebakaran. Sensor yang sering digunakan adalah flame sensor atau modul inframerah, yang mampu mendeteksi spektrum cahaya inframerah dari nyala api. Beberapa robot juga menggunakan kombinasi sensor termal untuk mendeteksi suhu panas. Data dari sensor ini kemudian digunakan untuk mengarahkan robot menuju sumber api dan mengaktifkan sistem pemadam (Sharma et al., 2018).



Gambar 17. Sensor Api.

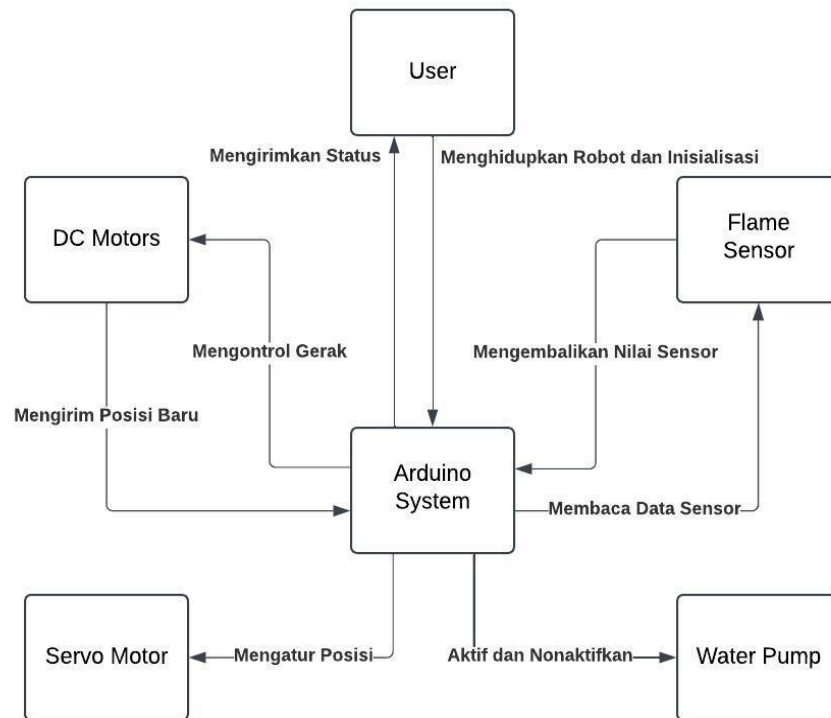
- **Korek**

Korek pada robot pemadam kebakaran digunakan sebagai perangkat simulasi untuk memulai api dalam pengujian atau demonstrasi. Biasanya, korek ini berupa pemantik listrik atau elemen pemanas kecil yang diaktifkan secara terkontrol untuk menciptakan api kecil, memungkinkan robot untuk mendeteksi dan menanganinya dengan sistem pemadamannya (Mahmud et al., 2015).



Gambar 18. Korek.

b. Blok Diagram

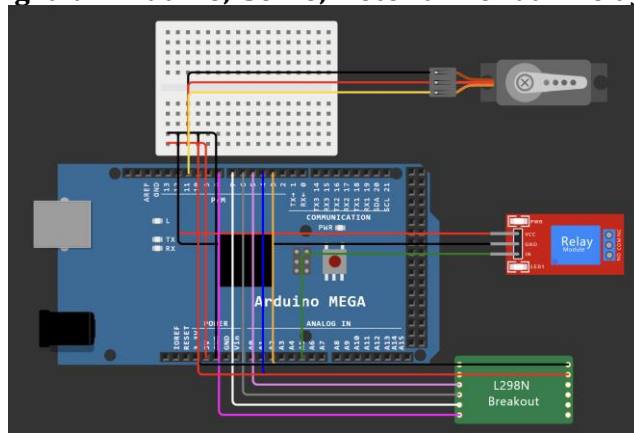


Gambar 19. Block Diagram.

Block Diagram menggambarkan mengenai semua bagian yang ikut serta dalam melakukan pemadaman api yang berisikan bagian bagian dan juga fungsi dari tiap bagian tersebut.

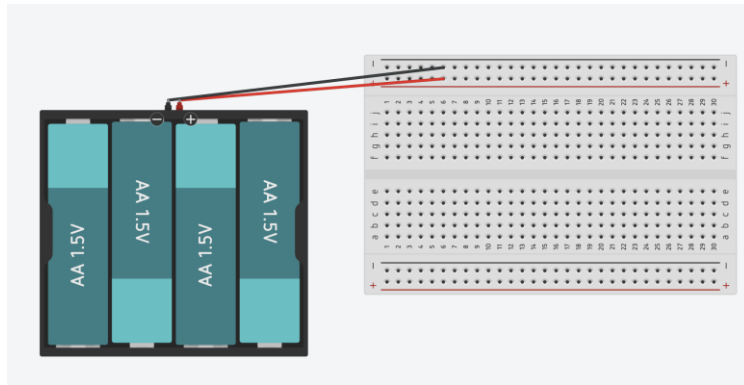
c. Skema Rangkaian

● Skema Rangkaian Arduino, Servo, Motor driver dan Relay



Gambar 20. Rangkaian Arduino, Servo, Motor Driver, dan Relay.

● Skema Rangkaian Baterai



Gambar 21. Rangkaian Baterai.

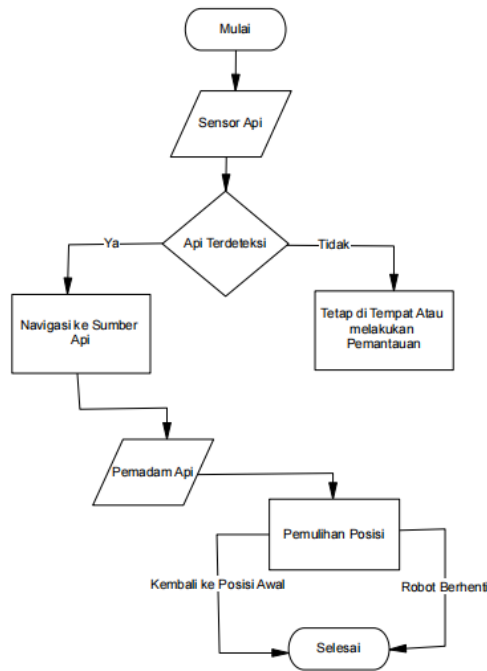
● **Tabel Rangkaian Flame Sensor 5 V**

Pin Sensor	Pin Arduino
GND	GND
VCC	5v
A1	A0
A2	A1
A3	A2
A4	A3
A5	A4

● **Tabel Rangkaian Water Pump**

Water Pump	Relay	Arduino
Negatif	NO	-
-	COM	GND
Positif	-	5V

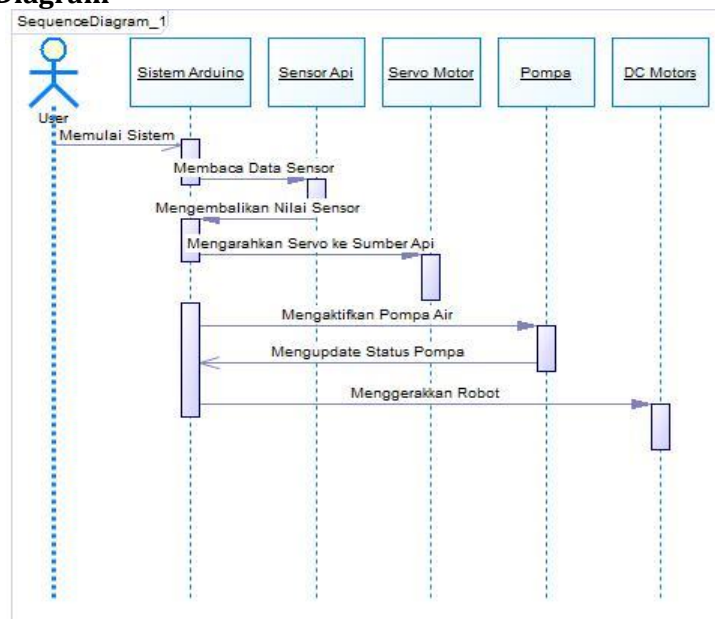
d. Flowchart



Gambar 22. Flowchart Kerja Robot.

Flowchart yang menggambarkan alur kerja robot pemadam kebakaran, dimulai dari pengaktifan sistem hingga penyelesaian tugas. Sensor api mendeteksi keberadaan api melalui pancaran inframerah dan mengirimkan sinyal ke Arduino Mega, yang mengontrol pergerakan robot menuju sumber api menggunakan motor DC. Sesampainya di lokasi, motor servo mengarahkan nozzle, dan pompa udara diaktifkan untuk mengomunikasikan api. Setelah api padam, robot berhenti atau kembali ke posisi awal.

e. Sequence Diagram

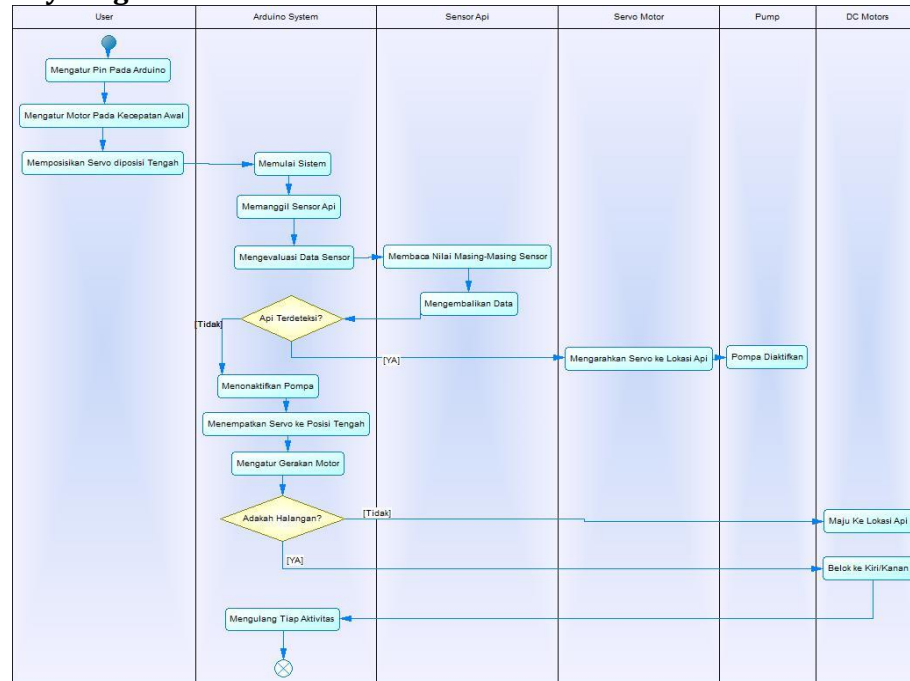


Gambar 23. Sequence Diagram.

Sequence Diagram menggambarkan bagaimana alur interaksi antar komponen dan juga aktor dalam sistem yang digunakan robot pemadam ini, dimana sequence

diagram ini menunjukkan urutan pesan yang dikirim dan diterima yang dimulai dari aktor yang memulai atau menginisialisasi sistem hingga bagaimana sistem pada robot menggerakkan seluruh komponen yang terlibat seperti Sensor, Servo, Pompa, hingga DC Motors.

f. Activity Diagram



Gambar 24. Activity Diagram.

Activity diagram berguna untuk menggambarkan aliran kerja atau proses yang ada dalam sistem yang berfokus untuk setiap tindakan yang terjadi, dimulai dari proses inisialisasi hingga mengambil keputusan berdasarkan data yang dikirimkan oleh sensor.

C. Cara Kerja

- Deteksi Api**
Sensor api mendeteksi api berdasarkan pancaran inframerah dan mengirimkan sinyal ke Arduino Mega.
- Navigasi ke Sumber Api**
Robot bergerak menuju titik sumber api dengan bantuan motor driver dan motor DC.
- Pemadaman Api**
Arduino menggerakkan servo motor untuk mengarahkan nozzle ke sumber api, kemudian memerintahkan pompa air untuk menyemburkan air.
- Pemulihan Posisi**
Setelah api padam, robot berhenti atau kembali ke posisi awal.

D. Pengujian

a. Sistem Deteksi Api

Dalam pengujian, pada jarak 3 sampai dengan 5 meter sensor akan mendeteksi adanya api dan sensor akan otomatis mengarahkan semprotan ke arah yang api yang terdeteksi oleh sensor tersebut.

b. Respon Robot

Robot dapat bergerak menuju sumber api dengan kecepatan 10-15 cm/detik. Sistem navigasi berfungsi optimal pada permukaan datar.

E. Source Code

```

1 // Define pin connections for motors and sensors
2 #define enA 3 // Enable1 L298 Pin enA
3 #define in1 4 // Motor1 L298 Pin in1
4 #define in2 5 // Motor1 L298 Pin in2
5 #define in3 6 // Motor2 L298 Pin in3
6 #define in4 7 // Motor2 L298 Pin in4
7 #define enB 8 // Enable2 L298 Pin enB
8
9 // Flame sensor pins
10 #define flame_L2 A0 // Flame sensor (right-most)
11 #define flame_L1 A1 // Flame sensor (right-middle)
12 #define flame_C A2 // Flame sensor (center)
13 #define flame_R1 A3 // Flame sensor (left-middle)
14 #define flame_R2 A4 // Flame sensor (left-most)
15
16 // Servo and Pump pins
17 #define servo 11 // Servo motor pin
18 #define pump A5 // Pump pin
19
20 int Speed = 160; // Motor speed (0 to 255)
21 int flame_R2_val, flame_R1_val, flame_C_val, flame_L1_val, flame_L2_val; // Sensor readings
22
23 void setup() {
24     Serial.begin(9600); // Start serial communication
25
26     // Set flame sensor pins as INPUT
27     pinMode(flame_R2, INPUT);
28     pinMode(flame_R1, INPUT);
29     pinMode(flame_C, INPUT);
30     pinMode(flame_L1, INPUT);
31     pinMode(flame_L2, INPUT);
32
33     // Set motor control pins as OUTPUT
34     pinMode(enA, OUTPUT);
35     pinMode(in1, OUTPUT);

```

Gambar 25. Source Code.

```

36     pinMode(in2, OUTPUT);
37     pinMode(in3, OUTPUT);
38     pinMode(in4, OUTPUT);
39     pinMode(enB, OUTPUT);
40
41     // Set servo and pump pins as OUTPUT
42     pinMode(servo, OUTPUT);
43     pinMode(pump, OUTPUT);
44
45     // Initialize motor speed
46     analogWrite(enA, Speed);
47     analogWrite(enB, Speed);
48
49     // Initialize servo position
50     moveServo(90); // Center position
51     delay(500);
52 }
53
54 void loop() {
55     // Read flame sensor values
56     flame_R2_val = analogRead(flame_R2);
57     flame_R1_val = analogRead(flame_R1);
58     flame_C_val = analogRead(flame_C);
59     flame_L1_val = analogRead(flame_L1);
60     flame_L2_val = analogRead(flame_L2);
61
62     // Print sensor values for debugging
63     Serial.print("R2: ");
64     Serial.print(flame_R2_val);
65     Serial.print("\tR1: ");
66     Serial.print(flame_R1_val);
67     Serial.print("\tC: ");
68     Serial.print(flame_C_val);
69     Serial.print("\tL1: ");

```

Gambar 26. Source Code.

```

70 Serial.print(flame_l1_val);
71 Serial.print("\t\t2: ");
72 Serial.println(flame_l2_val);
73
74 delay(50);
75
76 // Check for flame detection
77 if (flame_R2_val < 300 || flame_R1_val < 300 || flame_C_val < 300 || flame_l1_val < 300 || flame_l2_val < 300) {
78   Stop(); // Stop motors
79   digitalWrite(pump, HIGH); // Turn on pump
80
81   // Move servo to find flame direction
82   if (flame_R2_val < 300) {
83     // Flame detected on the far right
84     moveServo(120); // Turn servo to the far right
85     Serial.println("Flame detected on the far right!");
86   } else if (flame_R1_val < 300) {
87     // Flame detected on the right-middle
88     moveServo(110); // Turn servo slightly right
89     Serial.println("Flame detected on the right-middle!");
90   } else if (flame_C_val < 300) {
91     // Flame detected at the center
92     moveServo(90); // Center servo
93     Serial.println("Flame detected at the center!");
94   } else if (flame_l1_val < 300) {
95     // Flame detected on the left-middle
96     moveServo(70); // Turn servo slightly left
97     Serial.println("Flame detected on the left-middle!");
98   } else if (flame_l2_val < 300) {
99     // Flame detected on the far left
100    moveServo(60); // Turn servo to the far left
101    Serial.println("Flame detected on the far left!");
102  }

```

Gambar 27. Source Code.

```

103 } else {
104   // No flame detected
105   digitalWrite(pump, LOW); // Turn off pump
106   moveServo(90); // Keep servo at the center
107   Serial.println("No flame detected.");
108 }
109
110 // Movement logic
111 if (flame_C_val >= 300) {
112   forward();
113 } else if (flame_R2_val >= 300 && flame_R1_val >= 300) {
114   backward();
115   delay(100);
116   turnRight();
117   delay(200);
118 } else if (flame_l2_val >= 300 && flame_l1_val >= 300) {
119   backward();
120   delay(100);
121   turnLeft();
122   delay(200);
123 } else {
124   Stop();
125 }
126
127 delay(10);
128 }
129
130 // Function to control servo
131 void moveServo(int angle) {
132   int pwm = (angle * 11) + 500; // Convert angle to pulse width in microseconds
133   digitalWrite(servo, HIGH);
134   delayMicroseconds(pwm);
135   digitalWrite(servo, LOW);
136   delay(20); // Allow servo to stabilize
137 }

```

Gambar 28. Source Code.

```
139 // Motor control functions
140 void forward() {
141     digitalWrite(in1, HIGH);
142     digitalWrite(in2, LOW);
143     digitalWrite(in3, HIGH);
144     digitalWrite(in4, LOW);
145 }
146
147 void backward() {
148     digitalWrite(in1, LOW);
149     digitalWrite(in2, HIGH);
150     digitalWrite(in3, LOW);
151     digitalWrite(in4, HIGH);
152 }
153
154 void turnRight() {
155     digitalWrite(in1, LOW);
156     digitalWrite(in2, HIGH);
157     digitalWrite(in3, LOW);
158     digitalWrite(in4, HIGH);
159 }
160
161 void turnLeft() {
162     digitalWrite(in1, HIGH);
163     digitalWrite(in2, LOW);
164     digitalWrite(in3, HIGH);
165     digitalWrite(in4, LOW);
166 }
167
168 void Stop() {
169     digitalWrite(in1, LOW);
170     digitalWrite(in2, LOW);
171     digitalWrite(in3, LOW);
172     digitalWrite(in4, LOW);
173 }
```

Gambar 29. Source Code.

KESIMPULAN

Robot pemadam kebakaran cerdas ini dapat menjadi solusi efektif dalam membantu proses pemadaman api dan juga meningkatkan keselamatan dalam proses keselamatan pada proses penanganan kebakaran. Robot pemadam kebakaran ini menggunakan teknologi integrasi sensor api algoritma pemrosesan data secara real-time, yang dimana sensor api dapat mendeteksi keberadaan api yang nantinya robot akan menyemburkan air pada api yang terdeteksi oleh sensor.

Pengujian simulasi pada robot pemadam ini telah menunjukkan bahwa robot ini mampu mendeteksi sumber api secara real-time dan merespon secara otomatis untuk memadamkan api. Bahkan robot ini mampu bergerak menuju titik api yang terdeteksi oleh sensor api yang dimana robot ini tidak hanya berbekal sensor api saja, tetapi disertai dengan adanya ban pada chasis dengan tujuan robot tersebut dapat bergerak menuju api yang terdeteksi oleh sensor API tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyelesaian jurnal ini. Terima kasih juga kepada institusi, tim penelitian, dan rekan sejawat yang telah memberikan masukan berharga selama proses penelitian dan penulisan. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat dan menjadi landasan bagi pengembangan teknologi robot pemadam kebakaran di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

Alfan, A. N, dan Viki, R. (2022). *PROTOTYPE DETEKTOR GAS DAN MONITORING SUHU BERBASIS ARDUINO UNO*, 9(2), 65.

Febrianto, S. D., Kapasitor, Diakses Pada 18 November 2024, Melalui <https://www.sdf-aviation.com/Kapasitor>.

IDTE,. (2022). Pengertian Transistor dan Jenis-jenis Transistor. Diakses pada 18 November 2024, Melalui <https://ldte.stei.itb.ac.id/2022/04/06/pengertian-transistor-dan-jenis-jenis-transistor/>.

Narayana, V. A., Archana, B., Ram, B. S., Akhil, K., & Balla, R. (2022). *ARDUINO BASED AUTONOMOUS FIRE FIGHTING ROBOT*, 28(4), 2243. DOI: 10.47750/cibg.2022.28.04.180.

Prastyo, E. A., (2023). Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo, Diakses pada 18 November 2024, melalui <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-servo.html>.

Prastyo, E. A., (2023). Penjelasan tentang Arduino Mega 2560, Diakses pada 18 November 2024, melalui <https://www.arduino.biz.id/2023/01/penjelasan-tentang-arduino-mega-2560.html>.

Telkom University., (2023). Simak Pengertian Resistor dan Jenis-Jenisnya dalam Elektronika, Diakses Pada 18 November 2024, Melalui <https://it.telkomuniversity.ac.id/simak-pengertian-resistor-dan-jenis-jenisnya/>.