

## PROTOTYPE PENERAPAN ALGORITMA PENENTUAN JALUR ROBOT PEMADAM KEBAKARAN

Ryan Erron Dase <sup>1</sup>, Wahyu Widji Pamungkas <sup>2</sup>, Mohamad Amin HD <sup>3</sup>,  
Akalily Mardhiyya <sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup> Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Borobudur,  
Jl Raya Kalimalang No. 1 Jakarta Timur  
email: ryanerrondase@gmail.com<sup>1</sup>, wahyu\_widji@borobudur.ac.id<sup>2</sup>,  
akalily@borobudur.ac.id <sup>4</sup>

<sup>3</sup> Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Borobudur,  
Jl. Raya Kalimalang No.1 Jakarta Timur  
email: muhammad\_amin@borobudur.ac.id<sup>3</sup>

**Abstract.** *This research involves the development of firefighting robot prototype using Arduino Uno as the microcontroller to control all the robot's components and ESP32 as the communication tool between the robot and each room. The prototype robot is designed to search for a path to rooms with fire and extinguish it. The robot prototype moves using wheels with DC motors as actuators and is supported by several sensors to determine the path and direction, including infrared sensors and fire sensors. The result of this research is a firefighting robot prototype that can detect the path to rooms with fire and extinguish them. The research utilizes the Sequential prototyping method, which involves structured sequential steps in prototype development. Initially, a rough or low-fidelity prototype is created to test the concept and gather feedback. Then, the prototype is gradually improved by adding more details and complete functionality.*

**Keywords:** *Robot Prototype, Fire Sensor, Path Detector*

### PENDAHULUAN

Perkembangan pada bidang robotika sangat cepat, kini telah merambah ke berbagai aspek kehidupan manusia. Perkembangan tersebut didukung oleh tersedianya perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*) yang semakin canggih dan meningkat kemampuannya. Kerusakan yang terjadi pada sistem dapat dilacak dan diperbaiki melalui *software* dengan cara menghapus dan mengganti dengan *software* yang baru tanpa mengeluarkan biaya lagi. Munculnya berbagai macam sensor yang semakin canggih di bidang elektronika saat ini dapat menunjang manusia untuk mengembangkan *software* dan *hardware* dalam bidang robotika. Hal tersebut diharapkan bahwa dimasa yang akan datang dapat dibangun sebuah sistem yang sangat canggih dan tentunya akan sangat berguna dalam memudahkan pekerjaan manusia.

Salah satu pekerjaan manusia yang dapat dilakukan oleh robot adalah kegiatan pemadaman kebakaran. Jenis pekerjaan ini membutuhkan reaksi cepat karena kebakaran dapat dihindari apabila api dapat dipadamkan ketika belum menyebar. Ketika api telah menyebar pekerjaan pemadam kebakaran akan menjadi pekerjaan yang sulit dan beresiko tinggi. Masalah kebakaran dapat dikurangi apabila sumber api dapat memberi info dengan cepat beserta tanda-tanda terjadi kebakaran dan dimatikan dalam waktu yang cepat. Telah banyak kasus yang telah didengar dan dibaca mengenai kebakaran. Masalah ini sudah menjadi masalah klasik masyarakat yang sampai sekarang telah banyak menimbulkan kerugian baik kerugian materi ataupun kerugian yang lain bahkan kehilangan nyawa. Dikaitkan dengan teknologi, pemanfaatan teknologi yang baik harusnya digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang ada di sekitar masyarakat seperti masalah kebakaran. Dengan memanfaatkan teknologi, diharapkan dapat memberikan

solusi yang tepat untuk memecahkan masalah yang ada. Seperti halnya perkembangan teknologi robotika dalam proses penanganan kebakaran dari segi kecepatan maupun akuratnya proses pemadaman. Robot dapat menjadi solusi untuk membantu pekerjaan manusia yang sulit menjadi mudah, penggunaan robot juga dapat meminimalisir kegagalan pekerjaan karena kecerdasan buatan yang dimiliki robot dan kemampuannya bekerja tanpa memiliki rasa lelah.

## LANDASAN TEORI

### Robot Pemadam Kebakaran

Menurut buku *The Robot Builder's Bonanza* yang ditulis oleh Gordon McComb dalam (Oktaviandri, 2017), secara umum robot dapat didefinisikan sebagai peranti mekanik yang mampu melakukan pekerjaan manusia atau berperilaku seperti manusia. Hal tersebut diharapkan bahwa dimasa yang akan datang dapat dibangun sebuah sistem yang sangat canggih dan tentunya akan sangat berguna dalam memudahkan pekerjaan manusia. Sistem juga merupakan suatu jaringan kerja dari prosedur – prosedur yang saling berhubungan, menjadi satu bersama – sama untuk melakukan kegiatan atau menyelesaikan suatu tujuan tertentu.

### Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah *chip* yang dapat digunakan untuk mengendalikan suatu sistem, baik yang bersifat sederhana maupun kompleks. *Chip* ini dibuat dengan beberapa ciri khasnya, yaitu memiliki memori *internal* yang relatif sedikit dengan beberapa varian seperti memiliki unit *input/output* langsung, memproses bit, memiliki program relatif sederhana yang berhubungan langsung dengan *input/output*. Sedangkan untuk aplikasinya, sistem ini memiliki karakteristik tersendiri, yaitu memiliki program khusus yang disimpan dalam memori untuk aplikasi tertentu, mengkonsumsi sedikit daya, murah, memiliki rangkaian dan unit *input/output* yang sederhana dan kompak, serta tahan lama (Lumban Tobing, 2015). Pada dasarnya, sebuah IC Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (CPU), Memori (RAM dan ROM) serta perangkat *INPUT* dan *OUTPUT* yang dapat diprogram.

### Arduino Uno

Arduino adalah papan rangkaian elektronik (*electronic board*) *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler berbasis ATmega 2560. Mikrokontroler itu sendiri adalah suatu chip atau IC (Integrated circuit) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Program yang direkam bertujuan agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses dan kemudian menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan. *Output*nya bisa berupa sinyal, tegangan, lampu, suara, getaran, gerakan dan sebagainya (Lufita, 2016).

### Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*.



Gambar 1. ESP32

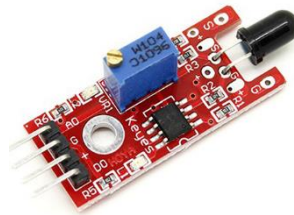
#### Fitur dan Spesifikasi

- Processors:
  - Main processor: Tensilica Xtensa 32-bit LX6 microprocessor

- Cores: 2 or 1 (depending on variation)
  - Clock frequency: up to 240 MHz
  - *PerFormance*: up to 600 DMIPS
  - Ultra *LOW* power co-processor: *aLOWs* you to do ADC conversions, computation, and level thresholds while in deep sleep.
2. Wireless connectivity:
- Wi-Fi: 802.11 b/g/n/e/i (802.11n @ 2.4 GHz up to 150 Mbit/s)
  - *Bluetooth*: v4.2 BR/EDR and *Bluetooth LOW* Energy (BLE)

### Flame Sensor

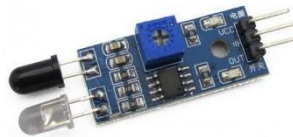
*Flame* sensor merupakan sebuah modul yang sensitif terhadap cahaya dengan panjang gelombang 760 nm sampai 1100 nm yaitu sumber api. Sensor ini dapat mendeteksi api dengan jarak hingga 100 cm dengan sudut deteksi 60 derajat. Catu daya yang dibutuhkan untuk perangkat ini adalah 3,3 volt hingga lima volt. Ada dua macam *output* pada sensor ini yaitu digital *output* dan analog *output* (Lukas, 2018).



Gambar 2. Flame Sensor

### IR Sensor

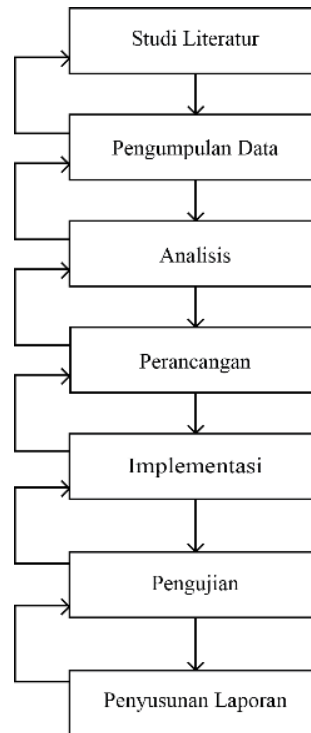
*IR* (Infrared) sensor adalah perangkat yang menggunakan inframerah untuk mendeteksi objek atau lingkungan sekitarnya. *IR* sensor dapat mengukur panas atau mengidentifikasi objek melalui perbedaan intensitas cahaya inframerah yang diterima. *IR* sensor sering digunakan dalam aplikasi seperti pengendalian jarak jauh, deteksi benda, dan deteksi pergerakan (Jamaaluddin, 2021).



Gambar 3. IR Sensor

### METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan melalui beberapa tahapan, diantaranya studi literatur, pengumpulan data, analisis, perancangan, implementasi, pengujian, dan penyusunan laporan. Setiap tahap diilustrasikan pada gambar 4 dan akan dijelaskan rinci dibawah ini.



Gambar 4. Metode Penelitian

### Tahap Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah dengan cara studi literatur. Yaitu melakukan pengumpulan data dengan mempelajari referensi buku-buku, jurnal dan artikel yang ada di internet yang berhubungan dengan robot pemadam kebakaran. Tujuan digunakannya studi literatur ini yaitu untuk mencari data – data mengenai sistem perancangan robot pemadam kebakaran.

### Tahap Analisis

Metode yang digunakan adalah teknik analisis berdasarkan eksperimen, mengacu pada pendekatan dalam analisis di mana keputusan atau penilaian dibuat berdasarkan pengetahuan dan wawasan yang diperoleh dari eksperimen sebelumnya.

### Tahap Perancangan

Metode perancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Sequential prototyping*. Metode ini melibatkan langkah-langkah berurutan dalam pengembangan prototipe. Awalnya, prototipe kasar atau rendah dibuat untuk menguji konsep dan mengumpulkan umpan balik. Kemudian, prototipe ditingkatkan secara bertahap dengan menambahkan detail dan fungsionalitas yang lebih lengkap. Langkah-langkah ini diulang sampai prototipe mencapai tingkat akhir yang diinginkan.

### Tahap Implementasi

Tahap implementasi dilakukan menjadi 2 kegiatan yaitu dengan implementasi *software* dan implementasi *hardware*.

### Tahap Pengujian

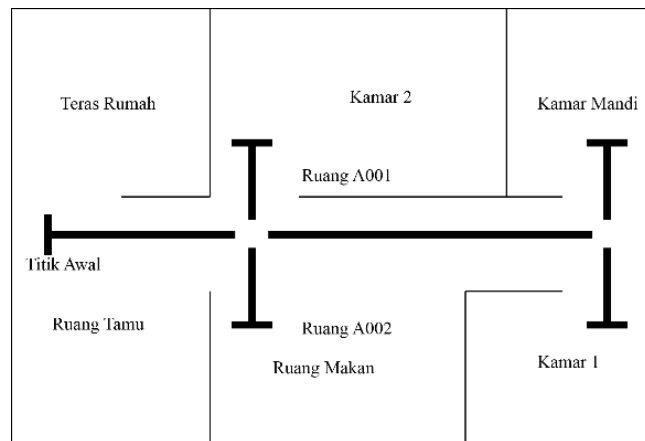
#### 1. Pengujian Tiap Blok (Parsial)

Pengujian per blok dilakukan dengan tujuan untuk menyesuaikan nilai masukan dan nilai keluaran tiap-tiap blok sesuai dengan perancangan yang dilakukan sebelumnya.

2. Pengujian Keseluruhan Sistem (Terintegrasi)  
 Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui unjuk kerja alat setelah perangkat keras dan perangkat lunak diintegrasikan bersama.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam penelitian ini objek yang akan diteliti adalah robot pemadam kebakaran sebagai usaha meminimalisir kerugian material maupun korban jiwa dalam kasus kebakaran yang terjadi di masyarakat. Penelitian ini dilaksanakan dirumah pribadi peneliti yang beralamat di Jalan Pondok Gede, Bekasi, Jawa Barat sebagai representasi objek penelitian. Di rumah tersebut terdapat beberapa ruangan yaitu: ruang teras, ruang tamu, kamar tidur, dapur, ruang makan sebagaimana ditunjukkan dalam gambar layout ruang di bawah ini.



Gambar 5. Layout Bangunan

Berdasarkan layout diatas robot akan ditempatkan di titik awal pada bagian ruang tamu, dan mulai bergerak menuju ruangan yang ditentukan saat terjadi kebakaran. Pada penelitian ini, penulis mengambil 2 ruangan sebagai bahan dasar uji coba yaitu ruang A001 dan ruang A002. Luas ruangan yang digunakan adalah 16m<sup>2</sup>, dengan garis diagonal 16m, mengingat keterbatasan sumber daya penelitian, objek penelitian di reduksi dalam skala *prototype*.

**Pengujian Jarak Deteksi Flame Sensor**

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jarak baca sensor api ketika mendeteksi titip api.

Tabel 1 Pengujian Deteksi Sensor Api KY-026

NO	Jarak (cm)	Keterangan
1	2 cm	Terdeteksi
2	3 cm	Terdeteksi
3	4 cm	Terdeteksi
4	5 cm	Terdeteksi
5	10 cm	Terdeteksi
6	15 cm	Terdeteksi
7	20 cm	Terdeteksi
8	25 cm	Terdeteksi
9	50 cm	Tidak Terdeteksi
10	100 cm	Tidak Terdeteksi

Hasil pengujian pada Tabel 1 membuktikan bahwa sensor api tipe KY-026 memiliki jarak akses efektif kurang dari 25 cm. Sistem ini dapat berjalan cukup dengan menyalakan api disekitar ruangan maka sensor api akan mulai mendeteksi dan mengolah data, kemudian akan dikirimkan pada robot. Dengan demikian pengujian jarak baca sensor api KY-026 mempunyai akurasi pembacaan 100% yang berkisar pada jarak 2 – 25 cm.

### Pengujian IR Sensor

Tabel 2 Pengujian IR Sensor Pada Jalur

No	Sensor Kiri		Sensor Tengah		Sensor Kanan		Arah
	Putih	Hitam	Putih	Hitam	Putih	Hitam	
1	Y	N	N	Y	Y	N	Maju
2	N	Y	Y	N	Y	N	Kiri
3	N	Y	N	Y	Y	N	Kiri
4	Y	N	Y	N	N	Y	Kanan
5	Y	N	N	Y	N	Y	Kanan
6	N	Y	N	Y	N	Y	Stop

### Pengujian Ruang A001

Pada tahap ini dilakukan uji coba pada robot dalam menentukan jalur menuju ruangan, pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan hasil keseluruhan pengujian. Uji coba yang pertama dilakukan saat robot mendeteksi adanya titik api di ruang A001. Hasil Uji coba ruang A001 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Waktu Perjalanan Menuju Ruang A001

No	Waktu Perjalanan	Hasil
1	15 detik	BERHASIL
2	16 detik	BERHASIL
3	15 detik	BERHASIL
4	17 detik	BERHASIL
5	15 detik	BERHASIL
6	17 detik	BERHASIL
7	16 detik	BERHASIL
8	15 detik	BERHASIL
9	14 detik	BERHASIL
10	14 detik	BERHASIL

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata waktu perjalanan} &= \text{Total Waktu Percobaan} / \text{Jumlah Percobaan} \\ &= 15+16+15+17+15+17+16+15+14+14 / 10 \\ &= 15,4 \text{ detik} \end{aligned}$$

### Pengujian Ruang A002

Uji coba yang kedua dilakukan saat robot mendeteksi adanya titik api di ruang A002. Hasil Uji coba ruang A001 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Waktu Perjalanan Menuju Ruang A002

No	Waktu Perjalanan	Hasil
1	16 detik	BERHASIL
2	15 detik	BERHASIL
3	17 detik	BERHASIL
4	15 detik	BERHASIL
5	16 detik	BERHASIL
6	15 detik	BERHASIL
7	15 detik	BERHASIL
8	15 detik	BERHASIL
9	14 detik	BERHASIL
10	16 detik	BERHASIL

Rata-rata waktu perjalanan = Total Waktu Percobaan / Jumlah Percobaan  
=  $16+15+17+15+16+15+15+15+14+16 / 10$   
= 15,4 detik

Hasil dari pengujian waktu perjalanan robot menuju ruang A001 dan ruang A002 disimpulkan bahwa robot dapat menempuh jarak sejauh 106cm selama kurang dari 16 detik, yaitu 15,4 detik.

### Pengujian Secara Keseluruhan

Pengujian dilakukan setelah semua komponen terpasang pada sistem dan perangkat lunak keseluruhan telah diunggah pada Arduino. Setelah semua esp pada ruangan telah siap maka percobaan dimulai dengan menyalakan api pada sebuah lilin. Jika sensor api mendeteksi adanya api maka esp pada ruangan akan mengirimkan data pada robot dan robot akan menuju ruangan yang terdapat api. Sedangkan jika sensor api tidak mendeteksi adanya api maka robot hanya akan berada dalam kondisi *standby*. Setelah diuji coba dengan beberapa kali percobaan maka dapat disimpulkan bahwa prototipe robot pemadam kebakaran bekerja dengan baik dengan hasil yang maksimal dan minim kesalahan.

### SIMPULAN

Setelah prototipe robot pemadam kebakaran dirancang dan direalisasikan, serta melalui tahap pengujian untuk menyimpulkan kinerja dari sistem tersebut maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Jarak baca sensor api KY-026 mempunyai akurasi pembacaan pada jarak 2 – 25 cm.
2. Prototipe robot berjalan mengikuti jalur lintasan yang ditentukan sesuai notifikasi posisi titik api yang diterima.
3. Prototipe robot dapat mencapai ruang tujuan dalam waktu 15 detik.
4. Prototipe robot akan berhenti berjalan ketika ketiga *IR* sensor mendeteksi garis pembatas yang terdapat disetiap ruangan.
5. Prototipe robot akan memadamkan api saat sampai di lokasi ruangan.
6. Dalam penelitian ini algoritma semut telah diterapkan pada proses pemilihan jalur, ketika kedua ruangan terbakar secara bersamaan, robot akan memilih jalur menuju ruangan yang intensitas apinya terbesar.

Setelah dilakukan penelitian mengenai *Prototype* Dan Algoritma Penentuan Jalur Robot Pemadam Kebakaran ini, tentunya masih terdapat banyak kekurangan hal yang bisa dikembangkan kembali yaitu untuk pengembangannya bisa menggunakan tambahan *GPS* dalam mendeteksi jalur yang lebih akurat, menambahkan sensor ultrasonic untuk mendeteksi

adanya penghalang, menggunakan water dc pump sebagai alat pemadam pada robot, dan menggunakan kaki agar dapat berjalan menaiki tangga.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Jamaaluddin, J. (2021). Implementasi Sensor Infrared Penampil Kualitas Oli Kendaraan Sepeda Motor Berbasis Arduino Uno Atmega328. Prosiding Seminar Nasional Forte7 (SinarFe7), 96–100.
- Lumban Tobing, S. (2015). Rancang Bangun Pengaman Pintu Menggunakan Sidik Jari (Fingerprint) Dan Smartphone Android Berbasis Mikrokontroler Atmega8,2.
- Lufita. (2016). Robot Multi Sensor Sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Sensor dan Aktuator. 1–82.
- Lukas, A. (2018). Robot Pemadam Api Berkaki Dengan Legged Fire Fighting Robot With Depth.
- Oktaviandri, M. (2017). Perancangan Elektronika Dan Pemograman Alat Pengangkut Sampah Otomatis. Zona Mesin, 8(2), 47–57.