

## FIRO: PURWARUPA ROBOT PENYELAMAT DAN PEMADAM API BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

Agus Mas Janurbawa<sup>1</sup>, I Made Agus Wirawan<sup>2</sup>, I Gede Mahendra Darmawiguna<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>  
Jurusan Pendidikan Teknik Informatika, Universitas Pendidikan Ganesha  
Singaraja, Indonesia

e-mail: janur8bawa@gmail.com, agus.wirawan@undiksha.ac.id,  
mahendra.darmawiguna@undiksha.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan (1) rangkaian mekanik dan (2) sistem pergerakan serta (3) mengukur rata-rata waktu dalam pemadaman api dan penyelamatan purwarupa robot penyelamat dan pemadam api berbasis mikrokontroler Arduino. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Penelitian dan Pengembangan (R & D) dengan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Hasil penelitian yang diperoleh terlihat bahwa (1) rangkaian mekanik robot terdapat 3 lantai. Lantai pertama 1 terdapat beberapa perangkat keras yang meliputi: dua buah omni wheel, dua motor DC, baterai lipo, dua driver motor DC dan dua roda pada motor. Lantai kedua terdapat beberapa perangkat keras yang meliputi: tiga sensor ping, sensor kamera, tiga supply daya, dan dua mikrokontroler. Lantai ketiga terdapat beberapa perangkat keras yang meliputi: motor DC penggerak kipas, lengan robot, IR flame, sensor UVTron, pegangan robot, tombol kalibrasi sound activation, sound activation dan driver motor untuk motor penggerak kipas. (2) Sistem pergerakan robot menggunakan telusur kanan untuk menelusuri dinding. Pada state machine diagram terdapat 5 proses atau keadaan dalam pergerakan robot diantaranya : maju, mundur serong kanan, mundur serong kiri, belok kanan dan spin kiri. Proses atau keadaan tersebut dipengaruhi oleh input dari nilai sensor ping. Dalam menyelesaikan misi penyelamatan dan pemadaman api robot memiliki 8 proses atau keadaan diantaranya : maju, mundur serong kanan, mundur serong kiri, spin kanan, spin kiri, angkat keranjang boneka, memadamkan api dan berhenti. (3) Rata-rata waktu dalam pemadaman api robot dari 5 kali percobaan adalah 2,56 menit. Rata-rata waktu penyelamatan robot dari 5 kali percobaan adalah 2,01 menit.

**Kata kunci:** Robot, Pemadam Api, Penyelamatan, Arduino.

### Abstract

*The purposes of this research were to design and implement (1) mechanical circuit and (2) system of movement as well as (3) measure average time in fire fighting and rescue, the robot prototype of rescue and firefighter based on Arduino microcontroller. The type of research used was Research and Development (R & D) with ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation). The result of the research showed that (1) robot mechanical circuit has three floors. On the first floor, there were some hardwares that include: two omni wheel, two DC motors, lipo battery, two DC motor drivers and two wheels on the motor. On the second floor, there were several hardwares that include: three ping sensors, camera sensors, three power supplies, and two microcontrollers. On third floor, there were some hardwares which include: fan drive DC motor, robot arm, IR flame, UVTron sensor, robot handle, sound activation calibration button, sound activation and fan DC motor (2) the robot movement system used the right search for following the wall. In the state machine diagram, there were five processes or circumstances in the movement of the robot. The process or state was affected by the input of the ping sensor value. In completing the rescue and fire-fighting missions the robot has eight processes or circumstances (3) The average time to extinguish the fire (from 5*

*experiments) was 2,56 minutes. The average time to rescue (from 5 experiments) was 2,01 minutes.*

**Keywords :** Robot, Firefighter, Rescue, Arduino

## PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan peristiwa yang sering melanda berbagai tempat, seperti di pemukiman rumah warga maupun dalam skala besar yaitu kebakaran hutan. Kebakaran yang terjadi secara tak terduga akibat kelalaian manusia dan kondisi lingkungan dapat menyebabkan kerugian materi dan fisik serta rasa kekhawatiran[1].

Sejalan dengan keadaan ini, adanya perkembangan teknologi dipandang sebagai suatu jawaban dari segala kebutuhan manusia yang semakin kompleks. Salah satu bukti perkembangan teknologi yang sangat pesat saat ini adalah berkembangnya ilmu robotika yang memiliki banyak keunggulan. Robotika adalah teknologi yang diciptakan dari berbagai susunan rangkaian mekanik dan elektronik untuk mempermudah pekerjaan manusia[2].

Sehubungan dengan fenomena di atas, salah satu kegiatan manusia yang mampu dilakukan oleh robot adalah pekerjaan petugas pemadaman kebakaran. Dalam kegiatan seperti pemadaman kebakaran dan penyelamatan yang memerlukan ketelitian tinggi maupun tenaga dan resiko yang besar, robot mampu membantu melakukannya dengan baik.

Dalam melakukan pekerjaan tersebut, agar mampu melakukannya sesuai perintah yang diberikan, robot dilengkapi dengan berbagai perangkat yang memiliki fungsi masing-masing. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena sebuah mikrokontroler umumnya telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan pemrograman Input-Output[9]. Arduino merupakan salah satu dari sistem minimal mikroprosesor. Arduino memiliki kelebihan diantaranya adalah tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer, Arduino sudah memiliki sarana komunikasi USB,

sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS232 bisa menggunakannya. Bahasa pemrograman relatif mudah karena software Arduino dilengkapi dengan kumpulan library yang cukup lengkap, dan Arduino memiliki modul siap pakai (shield) yang bisa ditancapkan pada board Arduino. Misalnya shield GPS, Ethernet, SD Card, dan lain-lain [10].

Berdasarkan hal ini, peneliti akan merancang sebuah penelitian pengembangan purwarupa robot penyelamat dan pemadam api yang menggunakan mikrokontroler Arduino dan menggunakan boneka bayi yang berada dalam keranjang sebagai objek yang akan diselamatkan. Penelitian ini berjudul "Firo: Purwarupa Robot Penyelamat dan Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler Arduino".

## KAJIAN TEORI

### Robot

Robot adalah peralatan elektro-mekanik atau bio-mekanik, atau gabungan peralatan yang menghasilkan gerakan otonomi maupun berdasarkan gerakan yang diperintahkan [3].

### Robot Pemadam Api

Robot pemadam api merupakan robot yang mampu mencari sumber api dan kemudian memadamkannya. Proses pencarian sumber api dilakukan dengan mendeteksi pancaran sinar ultraviolet yang dipancarkan api dengan menggunakan sensor pendeteksi ultraviolet [4].

### Robot Penyelamat

Sebuah penyelamatan yang tepat waktu dapat menyelamatkan orang-orang yang berada dalam bahaya. Sebuah penyelamatan harus mampu mengidentifikasi korban yang hidup atau yang terluka secepat mungkin untuk memberikan pelayanan dan membawa

korban ke lokasi aman[5]. Robot penyelamat merupakan robot yang dipilih sebagai media pembantu dalam kondisi bencana sangat berbahaya bagi manusia. Robot memiliki tugas melakukan proses lokalisasi korban[11].

### ARDUINO MEGA 2560

Arduino merupakan salah satu dari sistem minimal mikroprosesor. Arduino memiliki kelebihan diantaranya adalah tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer, Arduino sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya. Bahasa pemrograman relatif mudah karena software Arduino dilengkapi dengan kumpulan library yang cukup lengkap, dan Arduino memiliki modul siap pakai (shield) yang bisa ditancapkan pada board Arduino. Misalnya shield GPS, Ethernet, SD Card, dan lain-lain[10]. Arduino juga memiliki beberapa kelemahan seperti pengolahan data yang lambat antara sensor dengan mikrokontroler Arduino menyebabkan adanya keterlambatan respon terhadap output yang dihasilkan[12].

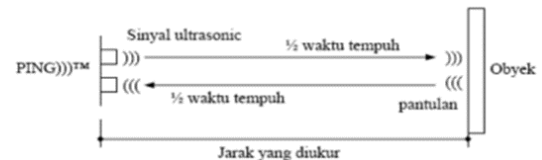
Arduino Mega 2560 adalah merupakan board mikrokontroler berbasis ATmega 2560. Modul ini memiliki 54 digital input/output di mana 14 digunakan untuk PWM output dan 16 digunakan sebagai analog input, 4 untuk UART, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, power jack, ICSP Header, dan tombol reset[6].

### Sensor Ping Ultrasonik

Sensor adalah komponen berbasis instrumentasi (pengukuran) yang berfungsi sebagai pemberi informasi tentang berbagai keadaan atau kedudukan dari bagian-bagian manipulator. Output sensor dapat berupa nilai logika ataupun nilai analog [13].

Sensor PING ini secara khusus didesain untuk dapat mengukur jarak sebuah benda padat. Sensor PING mendeteksi jarak objek dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik (40kHz) selama waktu pemancaran kemudian mendeteksi pantulannya. Sensor PING memancarkan gelombang ultrasonik

sesuai dengan pulsa trigger dari mikrokontroler sebagai pengendali[4]. Sensor Ultrasonik ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300 cm. Keluaran dari modul sensor ultrasonik Ping ini berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Lebar pulsanya yang dihasilkan modul sensor ultrasonik ini bervariasi dari 115  $\mu$ S sampai 18,5 mS[14].



Gambar 1. Ilustrasi kerja sensor ping.

### Sensor Kamera (CMUCAM 5)

Sensor kamera CMUCAM 5 merupakan sensor yang tepat dan memudahkan dalam menemukan benda. Sensor kamera ini dapat terhubung dengan mikrokontroler dan Arduino. Kecepatan sensor kamera menyebarkan informasi ke Arduino telah ditentukan yaitu 1Mbits / detik. Sensor mampu mendeteksi 135 objek per frame dan sensor mampu memproses 50 frame / detik. Sensor menggunakan salah satu antar muka berikut untuk berkomunikasi yaitu: SPI, 12C, UART, USB atau analog / output digital[7].



Gambar 2. Sensor Kamera CMUCAM5

### Sound Activation

Sound Activation merupakan modul deteksi suara digunakan untuk mengaktifkan dan menjalankan program rutin utama robot. Modul sensor suara ini meliputi bagian pemancar dan penerima. Bagian penerima yaitu sebuah mic condensor yang akan menangkap frekuensi yang diterima dari

modul pemancar suara, kemudian dilewatkan sinyal tersebut ke komponen penguat sinyal untuk memperbesar sinyal yang diproses dari hasil frekuensi yang ditangkap [15].

### Sensor Uv-Tron

Sensor UV-Tron adalah sensor yang mendeteksi ultraviolet dari penggunaan efek photoelektrik dari logam dikombinasikan dengan efek penggandaan gas. Sensor UV-Tron ini digunakan sebagai piranti masukan (input) pada mikrokontroler[4].

### Motor DC

Motor bekerja berdasarkan prinsip induksi magnetik. Sirkuit internal motor DC terdiri dari kumparan/lilitan konduktor. Setiap arus yang mengalir melalui sebuah konduktor akan menimbulkan medan magnet. [8].

### Motor Servo

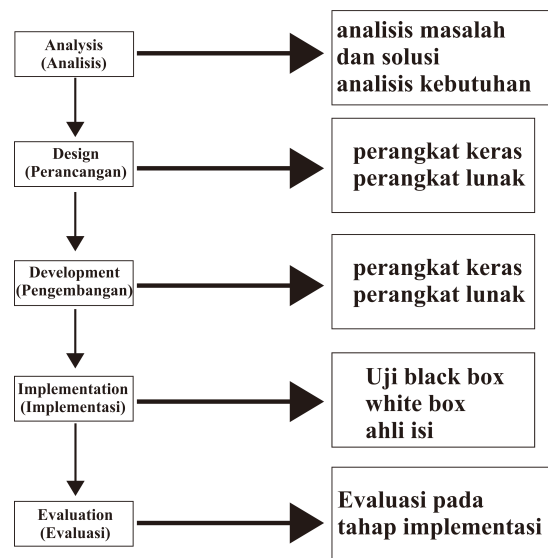
Motor servo adalah jenis aktuator elektromekanis yang tidak berputar secara kontinyu seperti motor DC. Motor servo digunakan untuk posisi dan memegang beberapa objek sehingga tidak digunakan untuk mengendalikan roda. [8].

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian pengembangan (research and development) R&D karena peneliti ingin mengembangkan Purwarupa robot penyelamat dan pemadam api berbasis mikrokontroler arduino. R&D adalah sebuah proses yang digunakan untuk mengembangkan produk atau sistem. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah model penelitian ADDIE. Model pengembangan ADDIE terdiri dari lima tahap yaitu, Analysis (Analisis), Design (perancangan), Development (pengembangan), Implementation (implementasi), dan Evaluation (evaluasi). Model ini muncul pada tahun 1990-an yang dikembangkan oleh Reiser dan Mollenda. Model ini dipilih karena model ADDIE sering digunakan untuk menggambarkan pendekatan sistematis untuk pengembangan instruksional [16].

Model ADDIE pada pengembangan "Firo: Purwarupa Robot Penyelamat dan

Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler Arduino" digambarkan pada gambar 3.



Gambar 3. Model ADDIE pengembangan robot Penyelamat dan Pemadam Api.

### Analysis (Analisis)

Berdasarkan analisis dari robot terdahulu, terdapat beberapa masalah yang menjadi kelemahan sebagai berikut.

- Pengolahan data yang lambat antara sensor dan mikrokontroler menyebabkan adanya keterlambatan terhadap output yang dihasilkan yang menyebabkan robot menabrak dinding.

- Robot hanya bertugas untuk memadamkan api tanpa adanya penyelamatan

Adapun solusi yang dapat diusulkan adalah purwarupa robot penyelamat dan pemadam api berbasis mikrokontroler Arduino yang akan dikembangkan ini akan dapat menangani permasalahan yang menjadi kelemahan tersebut adalah sebagai berikut.

- Menggunakan dua mikrokontroler yang memiliki tugas berbeda dimana satu mikrokontroler sebagai penerima input dan satu mikrokontroler sebagai pemroses aksi robot.

- Robot dilengkapi dengan lengan sehingga mampu melakukan proses penyelamatan.

### Analisis Kebutuhan

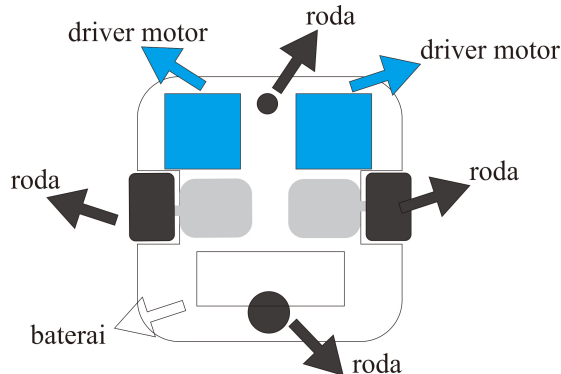
Tahap ini merupakan tahap pertama yang harus dilakukan sebelum mengembangkan Robot. Pengumpulan informasi dan kebutuhan secara lengkap kemudian dianalisis dan didefinisikan kebutuhan yang harus di penuhi oleh robot yang akan di bangun. Pada tahapan ini dilakukan 2 analisis yaitu alanisis kebutuhan fungsional dan analisis kebutuhan non fungsional.

1) Kebutuhan Fungsional : Robot mampu mengolah data input dan output dengan baik sehingga robot bergerak dengan baik saat di arena. Robot mampu melakukan proses penyelamatan.

2) Kebutuhan Non- Fungsional : Robot mampu bergerak secara autonomous atau bergerak tanpa ada control manusia. Robot mampu bekerja pada tegangan minimal 12 volt. Robot memiliki carrying handle yang memudahkan user membawa robot.

### Design (Perancangan)

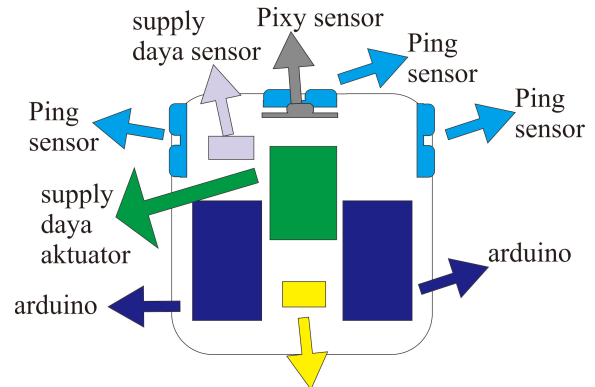
Robot yang dirancang memiliki ukuran panjang dan lebar yaitu 20cm dan tinggi 22 cm (tanpa lengan).



Gambar 4. Lantai 1 robot Penyelamat dan Pemadam Api

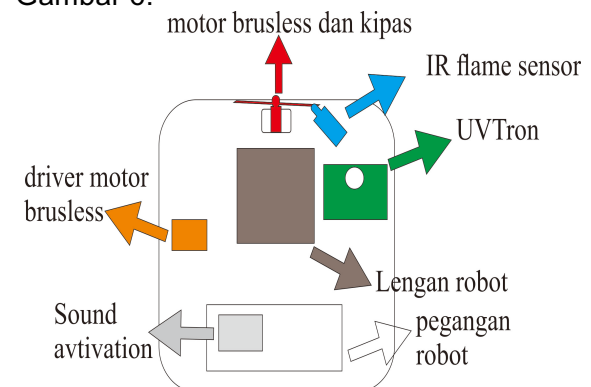
Desain robot terdiri dari 3 lantai, pada lantai 1 terdapat beberapa perangkat keras yang meliputi: dua buah omni wheel, dua motor DC, baterai lipo, dua driver motor DC dan dua roda pada motor. Desain robot pada lantai 1 dapat dilihat pada Gambar 4.

Desain robot lantai 2 terdapat beberapa perangkat keras yang meliputi: tiga sensor ping, sensor kamera, tiga supply daya, dan dua mikrokontroler. Desain robot pada lantai 2 dapat dilihat pada Gambar 5.



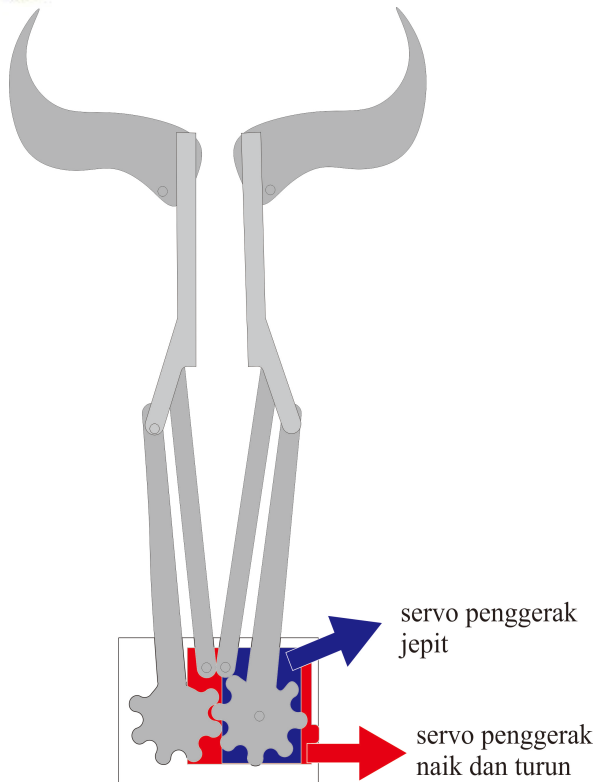
Gambar 5. Lantai 2 robot Penyelamat dan Pemadam Api

Desain robot lantai 3 terdapat beberapa perangkat keras yang meliputi: motor DC penggerak kipas, lengan robot, IR flame sensor pendeteksi api, sensor UVTron pendeteksi api dari jarak jauh, pegangan robot yang terdapat tombol kalibrasi sound activation, sound activation untuk menjalankan robot dengan suara dan driver motor untuk motor penggerak kipas. Desain robot pada lantai 3 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Lantai 3 robot Penyelamat dan Pemadam Api.

Desain lengan robot ketika menutup memiliki panjang yaitu 20cm dan lebar 12cm. lengan robot memiliki panjang 15cm dan lebar 28 cm ketika lengan robot terbuka. Perangkat keras yang berada pada lengan robot meliputi: dua buah motor servo dimana satu motor penggerak siku lengan dan satu motor servo penggerak penjepit boneka. Desain lengan robot dari sebelah atas dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Lengan robot Penyelamat dan Pemadam Api.

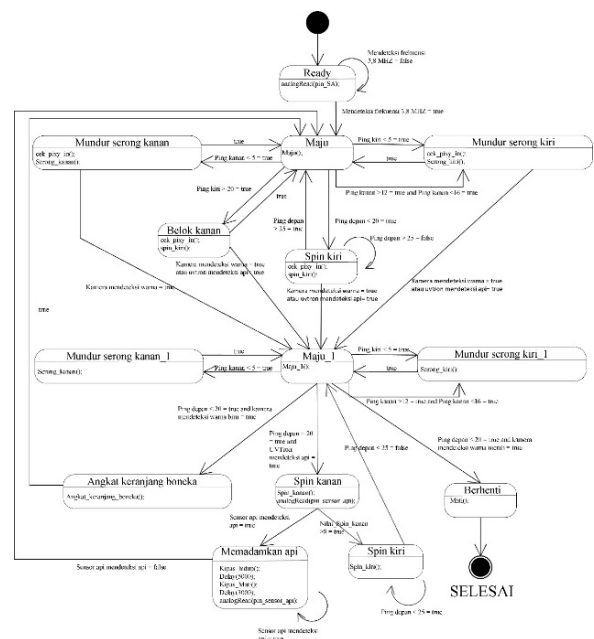
Pada tahap perancangan arsitektur perangkat lunak dilakukan perancangan konseptual yaitu desain rancangan perangkat lunak dapat digambarkan melalui state machine.

Gambar 8 merupakan state machine diagram pergerakan robot dari mulai start hingga berhenti. Jalannya state machine diagram pada robot adalah sebagai berikut.

1. Robot mendeteksi adanya suara yang ditangkap dengan sound activation, bila tidak ada suara aktif maka robot akan mengulang mendeteksi suara.
2. Suara terdeteksi maka akan dilanjutkan dengan state untuk penelusuran dinding dimana terdapat state: maju, mundur serong kanan, mundur serong kiri, belok kanan, belok kiri, spin kiri, dan belok kanan. Perpindahan antara state untuk penelusuran dinding dipengaruhi oleh nilai input pada sensor ping sebagai nilai jarak antara dinding pada robot.
3. Input sensor kamera dan sensor UVTron memindahkan dari state untuk

penelusuran dinding ke state untuk menjalankan misi.

4. State untuk menjalankan misi terdiri dari: maju, mundur serong kanan, mundur serong kiri, spin kanan, spin kiri, memadamkan api, menggantung keranjang boneka dan berhenti. State memadamkan api akan dilakukan jika sensor UVTron menemukan api. State mengangkat keranjang boneka akan dilakukan jika sensor kamera menemukan warna biru. State berhenti akan dilakukan jika sensor kamera menemukan warna merah.



Gambar 8. State Machine robot Penyelamat dan Pemadam Api.

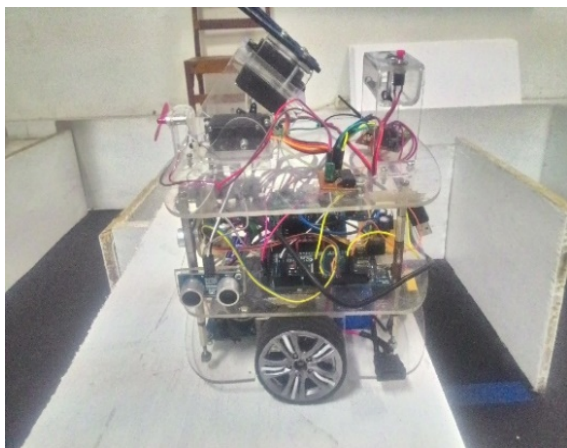
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan purwarupa robot penyelamat dan pemadam api mengacu pada rancangan perangkat keras dan rancangan perangkat lunak yang telah di rancang sebelumnya oleh penulis. Adapun hasil pengembang purwarupa robot penyelamat dan pemadam api dapat dilihat pada gambar berikut.



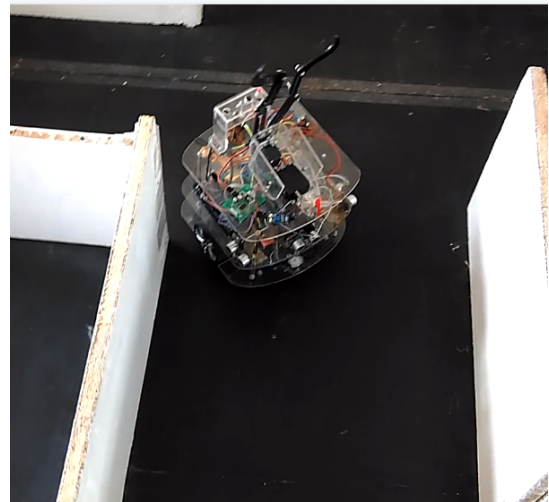
Gambar 9. Bagian atas robot Penyelamat dan Pemadam Api.

Pada gambar 9 terlihat jelas komponen robot pada lantai tiga yaitu: motor DC penggerak kipas, lengan robot, IR flame sensor pendeteksi api, sensor UVTron pendeteksi api dari jarak jauh, pegangan robot yang terdapat tombol kalibrasi sound activation, sound activation untuk menjalankan robot dengan suara dan driver motor untuk motor penggerak kipas. Bagian robot terbuat dari bahan mika bening. Lengan robot terbuat dari mika hitam dimana masing-masing ketebalan mika yang digunakan adalah 3mm.



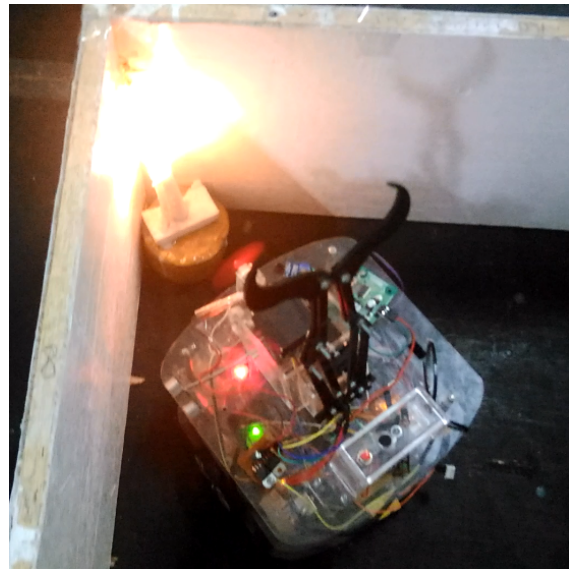
Gambar 10. Bagian kiri robot Penyelamat dan Pemadam Api.

Gambar 10 terlihat robot dari samping kiri. Terlihat bagian robot yang terbuat dari mika dihubungkan dengan tiang yang terbuat dari besi. Roda yang terpasang pada motor dan sebuah tombol power yang menghubungkan seluruh daya dari baterai ke komponen robot.



Gambar 11. Penelusuran dinding pada robot Penyelamat dan Pemadam Api.

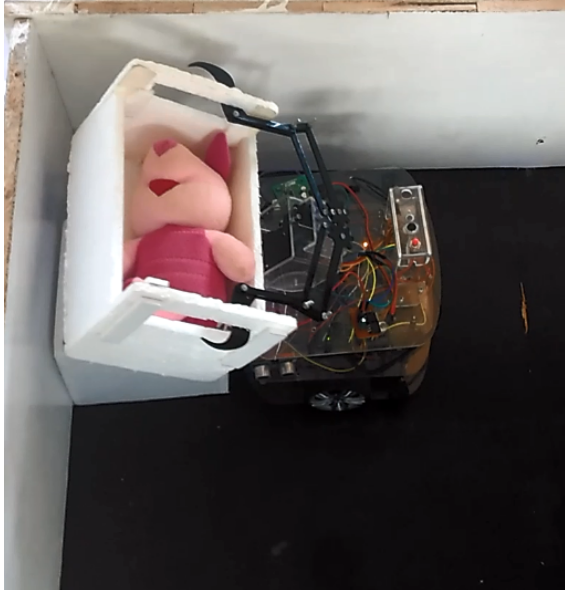
Gambar 11 menunjukkan robot melakukan proses penelusuran dinding untuk melakukan misi menemukan api atau mencari posisi keranjang boneka. Robot menelusuri dinding dengan mengikuti dinding bagian kanan dan menjaga jarak agar tidak jauh dari dinding kanan. Robot menggunakan sensor ping ultrasonik untuk mengetahui jarak antara dinding dengan robot.



Gambar 12. Proses pemadaman api pada robot Penyelamat dan Pemadam Api.

Gambar 12 robot menemukan api dan melakukan proses pemadaman api. Robot menggunakan dua buah sensor yang berbeda yaitu sensor UVTron untuk mendeteksi api dari jarak yang jauh dan jangkauan yang luas dan sensor flame detector untuk mendeteksi api dari jarak

yang dekat dengan jangkauan yang sempit agar robot tepat sejajar dengan posisi api berada. Robot menggunakan kipas sebagai aktuator memadamkan api.



Gambar 13. Proses pengambilan keranjang boneka pada robot penyelamat dan pemadam api

Gambar 13 robot menemukan posisi keranjang boneka dan robot melakukan proses pengangkatan keranjang boneka. Robot mendeteksi keranjang boneka menggunakan sensor pixy, dimana sensor pixy mampu mendeteksi warna. Penanda bahwa ada keranjang boneka adalah warna biru oleh lampu led berukuran 5mm. Lengan robot berfungsi sebagai pengait. Lengan robot digerakkan oleh dua buah servo dimana servo pertama bergerak naik turun dan yang kedua bergerak untuk membuka dan menutup pengait robot.

Pada gambar 14 robot menelusuri dinding dengan membawa keranjang boneka dalam misi penyelamatan dan robot mencari posisi untuk berhenti. Robot setelah berhasil mengaitkan keranjang boneka maka robot akan bergerak kembali untuk melakukan penelusuran dinding untuk mencari dimana posisi untuk berhenti.

Gambar 15 menunjukkan robot menemukan posisi berhenti dalam misi pemadaman api dan robot berhenti. Robot berhasil memadamkan api, kemudian robot akan bergerak menelusuri dinding kembali untuk mencari posisi berhenti yang ditandai dengan

warna merah oleh led 5mm. sensor yang digunakan robot adalah sensor pixy yang mampu mendeteksi warna. Setelah robot berhasil menemukan warna merah maka robot akan mendekati dinding dan pada jarak robot lebih kecil dari 20cm maka robot akan berhenti



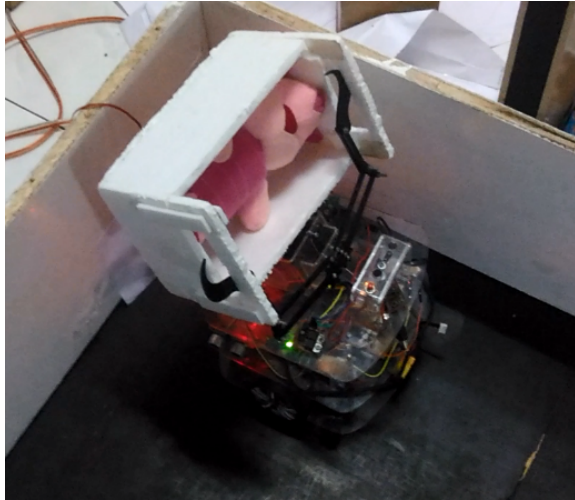
Gambar 14. Penelusuran dinding dengan membawa boneka pada robot Penyelamat dan Pemadam Api.



Gambar 15. Proses berhenti setelah misi memadamkan api pada robot Penyelamat dan Pemadam Api.

Gambar 16 menunjukkan robot menemukan posisi berhenti dalam misi penyelamatan dengan membawa keranjang boneka dan robot berhenti. Gambar 16 mirip dengan gambar 15, yang membedakan adalah misi yang telah dilakukan oleh robot.





Gambar 16. Proses berhenti setelah misi penyelamatan pada robot Penyelamat dan Pemadam Api.

### Pengujian

Pengujian robot melalui tiga tahap pengujian yaitu pengujian black box, pengujian white box, dan pengujian produk dengan melakukan pengujian ahli isi. Pengujian black box dilakukan dengan tiga kasus uji. Kasus uji 1 memiliki tujuan untuk mengetahui kebenaran pergerakan aktuator pada robot. Kasus uji 2 bertujuan untuk mengetahui kebenaran proses pada robot saat pertama kali dihidupkan dan selesai melakukan misi. Pada pengujian akan dilakukan pengujian dengan melihat kesesuaian output yang dihasilkan oleh robot. Kasus uji 3 bertujuan untuk mengetahui rata-rata waktu robot dalam menyelesaikan misi pemadaman dan penyelamatan. Pengujian white box, dilakukan dengan cara mengecek semua Source Code untuk memastikan tidak ada error. Pengujian produk dilakukan untuk mengetahui respon dari ahli isi setelah melihat robot melakukan misi.

Pengujian dilakukan oleh: 1) pengembang dalam menguji black box dan white box. 2) dua orang ahli yang memiliki pengalaman dibidang robotika untuk menguji ahli isi. Pengujian dilakukan sesuai dengan kasus uji yang telah dirancang sebelumnya dengan menggunakan angket sesuai dengan jenis uji.

### Pembahasan

Pada kasus uji 1 semua proses pergerakan komponen aktuator pada robot berfungsi dengan baik. Pergerakan maju, mundur, serong kanan mundur, serong kiri mundur, spin kanan, spin kiri, belok kanan dan berhenti dengan aktuator motor DC robot sesuai dengan yang diharapkan.

Pada kasus uji 2 proses dari pertama robot dihidupkan menggunakan sound activation, robot dapat dengan cepat bergerak untuk melakukan penelusuran dinding. Dalam menelusuri dinding robot mampu bergerak dengan baik

Tabel 1. Rata-rata waktu memadamkan api

No	Percobaan ke-	Waktu (menit)
1	Percobaan ke-1	2,18
2	Percobaan ke-2	2,30
3	Percobaan ke-3	2,14
4	Percobaan ke-4	2,02
5	Percobaan ke-5	3,44
<b>Rata-Rata</b>		2,56

Tabel 2. Rata-rata waktu misi penyelamatan

No	Percobaan ke-	Waktu (menit)
1	Percobaan ke-1	1,30
2	Percobaan ke-2	1,19
3	Percobaan ke-3	1,49
4	Percobaan ke-4	2,23
5	Percobaan ke-5	3,03
<b>Rata-Rata</b>		2,01

Pada kasus uji 3 menghitung rata-rata waktu dalam robot menyelesaikan misi memadamkan api dan misi penyelamatan. Robot menyelesaikan misi memadamkan api memerlukan waktu 2,56 menit dalam 5 kali percobaan. Dan robot menyelesaikan misi penyelamatan memerlukan waktu 2,01 menit dalam 5 kali percobaan. Pada Tabel 1 dan

Tabel 2 dapat dilihat waktu terbaik robot dalam misi memadamkan api yaitu pada percobaan ke-4 dan waktu terbaik robot dalam misi penyelamatan pada percobaan ke-2.

Pada pengujian white box semua fungsi code yang terdapat pada robot dapat berjalan dengan baik dan benar.

Pada pengujian produk Ahli isi dilakukan untuk menguji kelayakan hardware dan kesesuaian pergerakan robot dengan State Machine diagram yang telah ditetapkan. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari ahli, hardware pada robot yang dikembangkan sudah layak atau sudah sesuai. Pergerakan robot sudah sesuai dengan State Machine diagram yang telah ditetapkan.

Namun dalam penelitian ini menemukan hambatan ketika robot melakukan misi yaitu masalah dalam robot menelusuri dinding, memadamkan api dan mengangkan kerangjang boneka. Robot dalam penelusuran dinding belum mampu secara pasti untuk mengunjungi ruang 4. Diperlukan strategi yang lebih baik untuk dapat mengunjungi ruang 4. Robot dalam melakukan misi dipengaruhi oleh mekanik robot dan baterai robot. Mekanik robot khususnya pada roda yang dipasang pada robot sering lepas. Pergerakan robot ketika baterai berada dibawah 12,2V berbeda dengan pergerakan robot ketika baterai berada pada 12,8V.

Pada pengujian akurasi dilakukan pengujian untuk mengetahui tingkat akurasi dari robot dalam melakukan misi. Pengujian akurasi yang dilakukan peneliti, hasil yang diperoleh yaitu dalam misi pemadaman api tingkat akurasi robot adalah 75% dan dalam misi penyelamatan tingkat akurasi robot adalah 70%.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada penelitian purwarupa robot penyelamat dan pemadam api berbasis mikrokontroler arduino, maka penulis dapat menarik simpulan sebagai berikut: 1) Rangkaian mekanik purwarupa robot penyelamat dan pemadam api berbasis mikrokontroler Arduino terdapat 3 lantai. 2) Sistem pergerakan purwarupa robot

penyelamat dan pemadam api berbasis mikrokontroler Arduino menggunakan telusur kanan untuk menelusuri dinding. 3) Rata-rata waktu dalam pemadaman api oleh purwarupa robot penyelamat dan pemadam api berbasis mikrokontroler Arduino dari 5 kali percobaan adalah 2,56 menit. Rata-rata waktu penyelamatan oleh purwarupa robot penyelamat dan pemadam api berbasis mikrokontroler Arduino dari 5 kali percobaan adalah 2,01 menit.

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan dan kesimpulan, dapat disarankan bagi pembaca yang ingin mengembangkan sistem ini sebagai berikut: 1) Dalam pengembangan selanjutnya, sebaiknya rancangan mekanik robot pada komponen roda menggunakan roda yang sesuai dengan motor sehingga motor tidak mudah lepas ketika robot melakukan pergerakan dalam menyelesaikan misi. Rancangan mekanik robot pada komponen pemadaman api sebaiknya dapat bergerak secara dinamis sehingga dapat memadamkan api dengan lebih baik. 2) Dalam pengembangan selanjutnya, sebaiknya robot menggunakan baterai checker untuk dapat mengetahui nilai baterai sehingga cepat dalam penanganan dan menggantikan batrai baru pada robot. Sebaiknya robot dapat menggunakan GPS untuk memetakan posisi dia berada sehingga memudahkan robot dalam menyelesaikan misi. 3) Dalam pengembangan selanjutnya, sebaiknya robot mengimplementasikan disain State Machine Diagram pada algoritma yang digunakan sehingga robot dapat bergerak secara maksimal. 4) 4. Dalam pengembangan selanjutnya, misi penyelamatan dan misi pemadaman dapat dilakukan secara bersamaan dan robot mampu memilih misi yang harus diutamakan. Pencarian bayi bisa ditingkatkan dengan mendeteksi suara dari bayi. Pada lengan robot mekaniknya bisa dibuat seperti forklift yang akan mengangkat boneka dengan lebih baik.

## REFERENSI

- [1] Angela, T. A. (2006). Studi Kasus: Evaluasi Sistem Penanggulangan Kebakaran PT. Indogravure . Jurnal

- Kesehatan Masyarakat Nasional , 63-68.
- [2] Arimbawa, I. G. (2012). PENGEMBANGAN ROBOT PENULIS KARAKTER AKSARA BALI BERBASIS NXT-G DENGAN LEGO MINDSTORM NXT. KARMAPATI, 747-760.
- [3] Kalsum, T. U. (2013). Robot Pendeteksi api menggunakan bahasa pemrograman basic stamp. media informatika, IX(1), 120-140.
- [4] Suryatini, F. (2013). Robot Cerdas Pemadam Api Menggunakan Ping Ultrasonic Range Finder dan Uvtron Flame Detector Berbasis Mikrokontroler Atmega 128. Electrans, XII(1), 29-38.
- [5] Bhondve, T. B. (2014). Mobile Rescue Robot for Human Body Detection in Rescue Operation of Disaster. IJAREEIE, 9876-9882.
- [6] Oktariawan, I. (2013). Pembuatan Sistem Otomasi Dispenser Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. FEMA, 18-24.
- [7] Mohamad, O. A. (2015). Integrated Monitoring System for Elderly Care in Smart Home. Global Journal on Technology(8), 174-184.
- [8] Syahrul. (2014). Pemrograman Mikrokontroler AVR bahasa Assembly dan C. Bandung: Informatika.
- [9] Adiputra, I. N. (2014). Pengembangan E-Modul pada Materi "Melakukan Instalasi Sistem Operasi Jaringan Berbasis GUI dan Text" untuk Siswa Kelas X Teknik Komputer dan Jaringan SMK Negeri 3 Singaraja. KARMAPATI, 19-25.
- [10] Arief, U. M. (2011). Pengujian Sensor Ultrasonik Ping untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air. Elektrical Enjinereng, IX(2), 72-22.
- [11] Azhar, A. (2015). Perancangan Fuzzy Logic Model Sugeno untuk Wall Tracking pada Robot Pemadam Api. Elementer, 1-11.
- [12] Guntoro, H. (2013). Rancangan Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Kyepad dan Splenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Electrans, 39-48.
- [13] Safrianti, E. (2012). Prototype Robot Pemadam Api Beroda Menggunakan Teknik Navigasi Wall Follower. Rekayasa Elekrika, X(2), 83-91.
- [14] Santoso, A. B. (2013). Pembuatan Otomasi Pengaturan Kereta Api, Pengereman, dan Palang Pintu pada Rel Kereta Api Mainan Berbasis Mikrokontroler. FEMA, I(1), 16-23.
- [15] Supriyanto, R., Hustinawati, Nugraini, R. W., Kurniawan, A. B., & Yogi, P. (2010). Robotika. Indonesia: Universitas Gunadarma.
- [16] Wicaksono, H. (2012). Penerapan Mekanisme Suspensi dan Kontrol Teleoperasi pada Prototipe Rescue Robot. EEPIS, 1-6.