

## **SENSOR ROBOT PEMADAM API DENGAN BEBERAPA MODE OPERASI BERBASIS TEKNOLOGI DTMF, BLUETOOTH DAN GSM**

**Benny Suhendar<sup>1</sup>, Ahmad Surahmat<sup>2</sup>, Tb.Dedy Fuady<sup>3</sup>**

Program Studi Manajemen Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Banten  
Jaya

Jl. Syeh Nawawi Albantani, Curug, Serang - Banten

Email: [bennysuhendar@unbaja.ac.id](mailto:bennysuhendar@unbaja.ac.id), [ahmadsurahmat@unbaja.ac.id](mailto:ahmadsurahmat@unbaja.ac.id),  
[tb.dedifuadi@unbaja.ac.id](mailto:tb.dedifuadi@unbaja.ac.id)

### **ABSTRACT**

*In this paper, the design and development of a multiple sensor-based fire extinguisher robot is proposed and its implementation is demonstrated by a brief discussion of construction and operation. The fire extinguisher robot developed can be operated in various modes using DTMF and Bluetooth remote control as well as GSM and GPS technology. Basically, three different sensors of flame sensor, temperature sensor, and smoke sensor have been used to ensure proper fire detection. The robot can be controlled using the DTMF remote control and an Android smartphone and can be operated in three different modes. The first mode allows fully autonomous operation of the robot which can be activated by the user or by the robot itself based on the situation. The second mode is the line following mode where the robot follows a black line drawn to detect the fire and the third mode is complete manual operation using the remote control.*

*Keywords: fire extinguisher robot, arduino mega, dtmf, bluetooth*

### **PENDAHULUAN**

Deteksi api bersama dengan pemadaman api adalah pekerjaan merugikan yang berisiko bagi kesehatan serta keberadaan seorang pemadam api dan selain berisiko juga sangat berbahaya, tetapi dengan menggunakan robot untuk melakukan sebuah deteksi kebakaran dan pemadaman di daerah yang rawan kebakaran, kehilangan nyawa yang tidak diinginkan serta insiden lain dapat dihindari dalam jumlah yang cukup banyak. Kemajuan teknologi maju dari hari ke hari telah memungkinkan untuk mengembangkan berbagai jenis robot dan otomasi rumah tangga dan industri. Definisi robot menyatakan bahwa sistem dengan kemampuan menjalankan tugas manusia atau berperilaku seperti manusia dianggap sebagai robot. Penelitian dan pengembangan berkelanjutan sedang dilakukan untuk mendapatkan metode yang handal dan efektif yang dapat ditegakkan untuk mengembangkan robot pemadam

kebakaran untuk mendeteksi dan memadamkan api untuk mengurangi risiko cedera pada korban.

Robot pemadam kebakaran adalah kendaraan darat *independen* yang harus memiliki dua fungsi utama, kemampuan untuk mendeteksi api dan kemampuan untuk memadamkan api. Sebuah sistem pemadam api kecil beserta berbagai sensor terpasang pada robot pemadam api untuk kinerja yang tepat. Penggunaan robot yang tepat akan memastikan bahwa pemadam kebakaran serta latihan pemulihan dapat dipertahankan tanpa membuat tempat pemadam api hidup dalam bahaya dengan memanfaatkan penggunaan inovasi teknologi otomatisasi sebagai pilihan alternatif manusia.

Pendekatan desain dan implementasi robot pemadam api disajikan dalam makalah ini di mana tiga jenis sensor sensor api, sensor asap, dan sensor suhu digunakan untuk identifikasi api untuk membuat proses deteksi lebih dapat diandalkan. Beberapa sistem kontrol diterapkan untuk membuat robot lebih efisien untuk memadamkan api. Setelah mendeteksi api menggunakan tiga sensor, robot diprogram untuk mengirim pesan teks dengan koordinat lokasi ke ponsel pengguna menggunakan teknologi GSM atau pemberitahuan ke ponsel *android* berpasangan dengan *bluetooth* untuk mendapatkan perintah untuk mode operasi tertentu. Pengguna dapat mengatur salah satu dari tiga mode operasi menggunakan *remote control DTMF* atau *Smartphone Android*. Setelah konfirmasi pemilihan mode, robot akan mulai memadamkan api menggunakan air dari tangki air menggunakan motor pompa DC serta motor servo. Pipa tangki air fleksibel dan melekat pada motor servo yang memungkinkan robot untuk menyemprotkan air dari  $10^{\circ}$  ke  $170^{\circ}$ . Model yang diusulkan dibagi menjadi dua bagian utama; desain dan implementasi serta analisis dan diskusi.

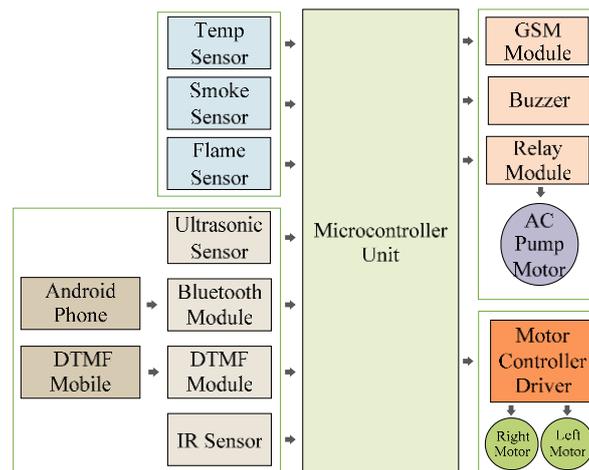
## TINJAUAN PUSTAKA

Sebuah studi singkat dari karya-karya sebelumnya dilakukan untuk memahami keterbatasan robot yang dikembangkan sebelumnya untuk mengimplementasikan fitur-fitur baru pada model yang diusulkan. Makalah tentang pengembangan robot pemadam kebakaran disajikan di mana robot akan mencari api dengan mengikuti sistem *navigasi* pelacak garis dan kamera digunakan untuk mendapatkan posisi tepat dari tempat target. Lengan kustom dirancang menggunakan motor servo untuk mengimplementasikan perangkat pemadam robot. Robot pemadam api otomatis serupa yang serupa dirancang menggunakan logika *fuzzy* bersama dengan sensor *termostat* untuk mendeteksi api serta kamera berkemampuan Wi-Fi

untuk menemukan kecelakaan kebakaran. Robot itu dirancang secara *nirkabel* untuk mengoperasikannya dari lokasi yang jauh. Pekerjaan lain tentang robot pemadam kebakaran disajikan menggunakan *Arduino* dan sensor api untuk mendeteksi api bersama dengan *navigator* untuk membantu robot untuk pergi ke lokasi secara mandiri. Robot ini dirancang terutama sebagai panduan jalan di mana ia juga berfungsi sebagai pemadam api dalam situasi darurat. Pekerjaan lain disajikan di mana detektor asap digunakan untuk menemukan sumber api yang menggunakan dua mikrokontroler PIC16F877. Salah satunya digunakan untuk mengirimkan pesan kepada pemilik dan untuk memberi tahu robot tentang kebakaran serta yang lain digunakan untuk menavigasi robot ke sumber api.

### GAMBARAN UMUM SISTEM YANG DIUSULKAN

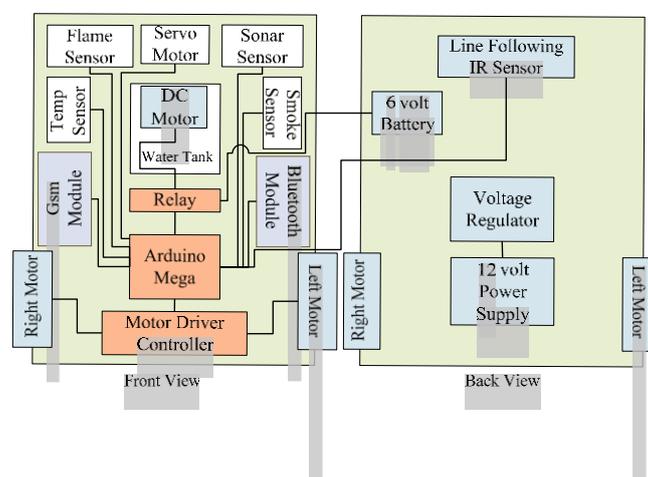
Diagram blok fungsional robot yang diusulkan diilustrasikan pada Gambar 1 dan Gambar 2 yang menggambarkan struktur mekanik. Robot akan menggunakan tiga sensor untuk mendeteksi suhu, asap, dan nyala api untuk mengimplementasikan unit pendeteksi kebakaran sedangkan satu atau dua sensor maksimum digunakan dalam pengembangan robot pemadam api sebelumnya. Ketika kecelakaan kebakaran terjadi, suhu naik tiba-tiba dengan asap dan api. Ketiga sensor ini akan terus memantau seluruh jangkauannya untuk mendeteksi kenaikan suhu, asap, atau nyala api apa pun. Jika salah satu sensor gas atau suhu dapat mendeteksi parameter abnormal, data akan dikirim langsung ke mikrokontroler.



**Gambar 1.**

Diagram blok fungsional dari robot pemadam api yang diusulkan.

Setiap kali mikrokontroler dapat mendeteksi bahwa terjadi kebakaran, ia akan langsung berhubungan dengan penggunanya. Akan ada dua metode pengendalian, metode pertama menggunakan ponsel *android* dan metode kedua adalah menggunakan *remote control DTMF* yang memungkinkan mengendalikan robot dari mana saja di dunia dengan menggunakan teknologi GSM. Jika *smartphone* dipasangkan untuk mengendalikan robot, sistem akan memberi tahu pengguna dengan mengirimkan pemberitahuan ke ponsel *Android Bluetooth* yang dipasangkan. Sebuah aplikasi akan dikembangkan untuk menerima notifikasi dan mengendalikan robot. Jika sistem DTMF digunakan, robot akan mengirim pesan ke ponsel pengguna menggunakan modul GSM dan GPS untuk memberi tahu tentang kecelakaan kebakaran dengan koordinat lokasi kecelakaan dan menunggu tindakan pengguna. Robot juga akan dapat mengirim pesan teks ke pemadam kebakaran setempat atau pusat keamanan dengan koordinat lokasi yang tepat. Sistem akan dirancang sedemikian rupa sehingga jika sensor nyala dapat mendeteksi segala jenis nyala api, unit pemadam api akan diaktifkan secara instan. Tetapi jika sensor suhu dan sensor gas dapat mendeteksi perubahan parameter secara tiba-tiba, pengguna akan dapat mengatur tiga mode operasi untuk mengontrol robot menggunakan aplikasi *Android* dan ponsel DTMF. Mode adalah: a) Mode otonom b) Mode Line berikut c) Kontrol Manual.



**Gambar 2.**

Struktur mekanis dari robot pemadam api yang diusulkan

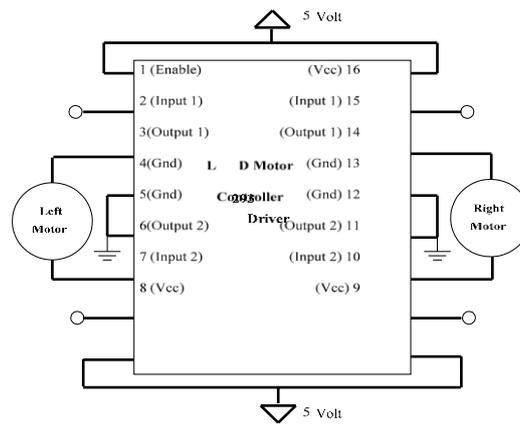
Jika tidak ada respons dari pengguna, notifikasi peringatan akan dikirim lagi ke robot dari mikrokontroler sehingga pengguna dapat memahami bahwa tidak ada langkah yang diambil di tempat kecelakaan. Setelah mengirim pemberitahuan akhir, robot akan secara otomatis memulai operasinya dengan memilih mode otonom yang akan ditetapkan sebagai

mode operasi standar. Jika pengguna memberikan instruksi untuk mengaktifkan mode tertentu, robot akan mengikuti perintah dengan menjalankan instruksi pengguna. Untuk *mode line following*, akan mengikuti garis hitam untuk mencari nyala. Mode manual akan dioperasikan oleh pengguna dan robot akan bergerak sesuai dengan instruksi pengguna. Mode manual dapat dikontrol baik menggunakan ponsel DTMF dan aplikasi *android*. Dalam ketiga mode, sistem pemadam api akan diaktifkan secara otomatis setelah deteksi nyala. Robot akan menghentikan pergerakannya dan memulai pompa motor DC dengan pipa air fleksibel yang terpasang pada servo dengan kemampuan memutar  $10^{\circ}$  hingga  $170^{\circ}$  untuk menyemprotkan air ke tempat target secara efisien. Tangki air akan dipasang ke unit pemadam untuk menyimpan air dan setelah kompetisi operasi pemadaman, robot akan menghentikan motor DC dan kembali ke posisi sebelumnya.

## DESAIN DAN IMPLEMENTASI

### 1. Unit Mikrokontroler dan Pengendali Driver Motor

Proyek ini diimplementasikan menggunakan platform mikrokontroler Atmega yang dikenal sebagai Arduino Mega. Ini terdiri dari 54 digital serta 16 pin input / output analog dengan 4 UART dan osilator kristal 16 MHz. Papan Mega 2560 dipilih secara khusus karena kompatibilitasnya dengan sebagian besar sensor dan modul. Sirkuit modul driver motor yang digunakan untuk robot pemadam kebakaran dikenal sebagai pengendali driver motor L293D yang terdiri dari 4 input dan 4 output untuk mengendalikan dua motor DC. Salah satu fasilitas utama L293D adalah untuk menyediakan arus hingga 600 mA pada variasi tegangan dari 4,5V hingga 36V. Arah putaran motor DC maju dan mundur dapat dikontrol melalui menggabungkan berbagai input logika. Alasan kuat lain untuk memilih IC spesifik ini untuk kontrol gerakan adalah kemampuan untuk mengontrol kecepatan dua motor menggunakan PWM dari mikrokontroler yang diperlukan untuk mengontrol robot untuk mode yang berbeda. Susunan rangkaian dasar L293D ditunjukkan pada Gambar 3. Diagram sirkuit pada Gambar 5 menunjukkan bahwa keempat input terhubung ke pin digital D9, D10, D11 dan D12



**Gambar 3.**

Diagram sirkuit modul pengontrol driver motor berbasis L293D

## 2. Sensor

### a. Deteksi Suhu

LM35 adalah sensor suhu terkalibrasi melekat yang sangat akurat untuk mendeteksi kenaikan suhu mendadak dengan atribut impedansi keluaran linier rendah serta masalah pemanasan lebih sedikit dan mampu beroperasi dari kisaran tegangan 4 Volt hingga 30 Volt dengan arus lebih rendah dari 60  $\mu$ A. Ini terdiri dari tiga pin Vcc, Out & Ground. Keluar dikaitkan dengan pin analog A0 dari Arduino Mega seperti yang ditunjukkan pada diagram rangkaian gambar 5.

### b. Deteksi Asap

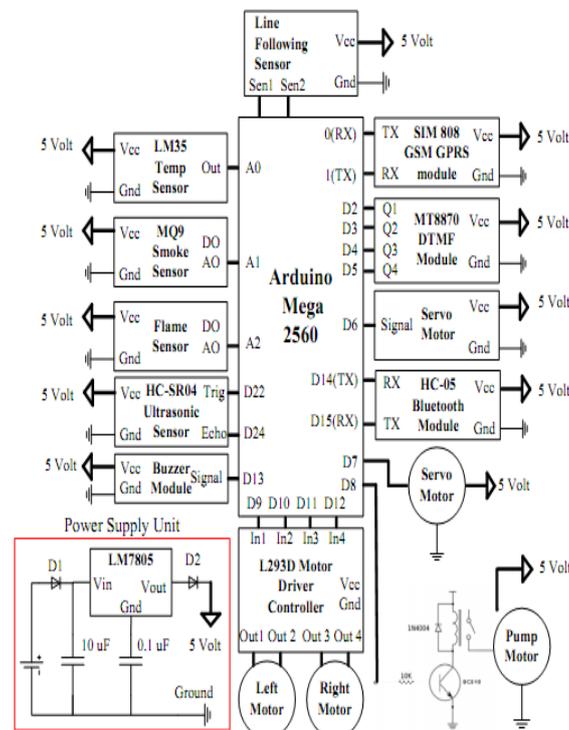
Sensor asap yang terbuat dari tabung keramik aluminium mikro oksida yang dikenal sebagai MQ9 digunakan untuk mendeteksi asap. Sensor dikombinasikan dengan lapisan sensitif Tin Dioxide dengan sensitivitas tinggi terhadap karbon monoksida untuk mendeteksi asap atau gas di hadapan karbon monoksida (CO). MQ9 termasuk pengukuran elektroda dan kondisi kerja yang diperlukan dari komponen sensitif disediakan oleh pemanas. Empat pin digunakan untuk mendapatkan sinyal dan dua pin lainnya digunakan untuk memberikan arus pemanasan. Pin output analog dari sensor gas terhubung ke pin analog A1 dari Arduino Mega.

### c. Deteksi Api

Sensor nyala api yang dipilih memiliki sifat sensitivitas terhadap radiasi dan spektrum nyala bersama dengan kemampuan deteksi asal sumber cahaya biasa. Sensor nyala terpasang pada pin analog A2 Arduino Mega.



ruangan oleh A-GPS serta kemampuan kontrol melalui instruksi AT dengan menggunakan UART juga dapat diperoleh.



**Gambar 5.**  
Diagram sirkuit robot pemadam api yang diusulkan

#### 4. Mode operasi

##### a. Pengembangan metode *Line following*

Tiga mode sistem kontrol dikembangkan menggunakan *line following*, *autonomous*, dan *manual control*. Sensor berikut diterapkan menggunakan dua set LED IR dengan pengaturan foto dioda untuk masing-masing motor. Untuk mengidentifikasi garis hitam dari permukaan putih, cahaya IR yang dipantulkan dari permukaan putih jatuh pada foto dioda yang dapat dideteksi oleh mikrokontroler karena variasi tegangan. Pembanding yang dikenal sebagai LM358 digunakan untuk membandingkan tegangan keluaran dengan tegangan referensi untuk memastikan operasi yang tepat dan menyesuaikan sensitivitas.

##### b. Pengembangan *Kontrol Autonomous*

Sensor Ultrasonik dihubungkan dengan Arduino Mega untuk otonom mengendalikan robot. Sensor ultrasonik dicatat sebagai HC-SR04 yang terdiri dari 4 pin Vcc, ground, Trig serta Echo dan 2cm hingga 400cm jarak non-kontak dapat diukur untuk menemukan hambatan di depan robot menggunakan sensor. Trig dan echo melekat pada pin digital

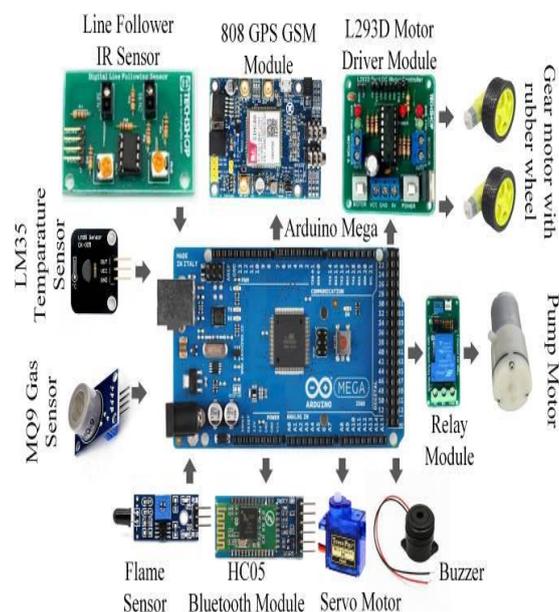
D22 dan D24 dari Arduino mega. Sinyal dikirim oleh pin Trig dan deteksi sinyal ditentukan oleh Echo.

c. Pengembangan *Kontrol Manual*

*Kontrol manual* tidak memerlukan antarmuka perangkat keras tambahan dengan mikrokontroler. Itu dapat sepenuhnya dikontrol menggunakan telepon DTMF atau aplikasi *Android* setelah mengaktifkan mode manual oleh pengguna.

## 5. Sistem Pemadam Api dengan Motor Servo dan pompa

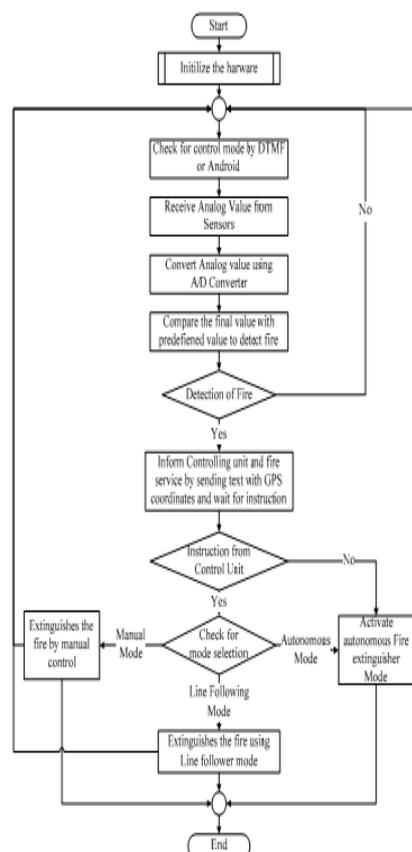
Sistem pemadam api dirancang menggunakan modul relai bersama dengan tangki air, motor pompa DC dan motor servo. Modul relai digunakan dengan transistor BC547 yang dikaitkan dengan pin digital D8 mikrokontroler untuk menjalankan motor pompa DC. Ketika sistem pemadam api akan diaktifkan relai akan menghidupkan motor pompa DC untuk memompa air keluar dari tangki dan menyembrotkan api melalui pipa yang akan berputar dari  $10^{\circ}$  - $170^{\circ}$  dan dibalik arah secara terus menerus untuk memastikan api yang tepat pemadam. Susunan perangkat keras keseluruhan dari robot pemadam api ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.**  
Pengaturan perangkat keras robot pemadam api.

## 6. Pemrograman

Pemrograman untuk mikrokontroler robot disajikan melalui diagram alur pada gambar 7. Setelah menginstal robot sensor akan memulai perangkat keras pada awalnya dan memeriksa mode kontrol yang dipilih baik DTMF atau *Android*. Aplikasi *android* akan dikembangkan untuk mengendalikan robot yang akan menggunakan *Bluetooth* untuk memasangkan dengan robot. Gambar 8 menunjukkan antarmuka pengguna yang diusulkan dari aplikasi *android*. Jika terjadi kebakaran di sembarang tempat, sensor akan mendeteksi dan memberikan pemberitahuan kepada mikrokontroler. Sensor akan memberikan nilai analog ke mikrokontroler, jadi setelah mendapatkan nilai mikrokontroler akan mengubah nilai menjadi format digital menggunakan A / D converter. Kemudian nilai yang dikonversi akan dibandingkan dengan nilai sensor yang telah ditentukan untuk mendeteksi api. Setelah deteksi kebakaran dikonfirmasi, mikrokontroler akan menginformasikan unit kontrol secara instan dengan mengirim teks tentang kejadian kebakaran.

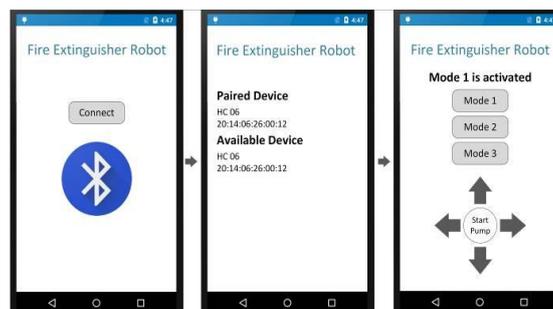


**Gambar 7.**

Diagram alir Pemrograman untuk robot pemadam api

Sebuah instruksi akan dikirimkan bersama koordinat lokasi ke dinas pemadam kebakaran untuk mengambil tindakan segera dari unit kontrol. Unit kontrol akan memeriksa pemilihan mode oleh pengguna. Ada tiga mode yang bisa dipilih oleh pengguna. Modusnya adalah kontrol manual oleh DTMF, memadamkan api dengan mengikuti pelacak garis atau mode sepenuhnya otonom.

Jika tidak ada tindakan yang diambil dari pengguna dalam periode waktu tertentu, unit kontrol akan memilih mode otonom. Kemudian robot akan dikontrol sepenuhnya secara otomatis dan akan pergi untuk memadamkan api sesuai dengan informasi yang diberikan oleh unit kontrol. Mode kontrol otomatis juga dapat dipilih oleh pengguna. Jika mode manual dipilih, pengguna akan dapat mengontrol robot secara manual menggunakan remote DTMF atau ponsel Android. Proses ini akan dilanjutkan dan sensor akan siap untuk memindai sumber api terus menerus setiap saat.

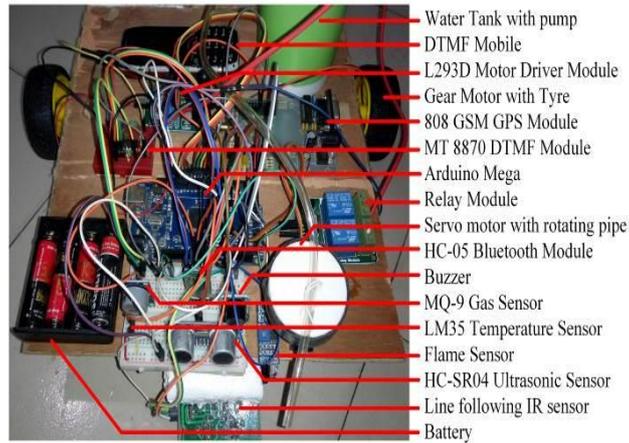


**Gambar. 8.**

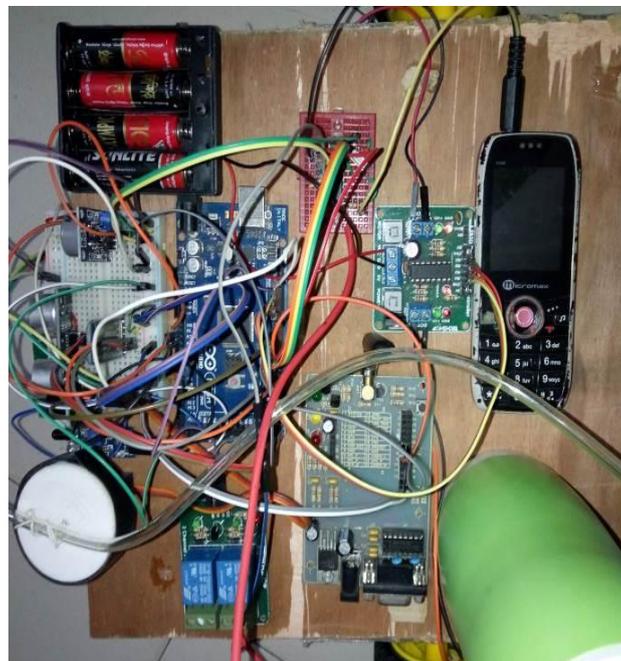
Usulan Antarmuka Pengguna aplikasi android untuk mengontrol robot.

## ANALISA DAN PEMBAHASAN HASIL

Robot yang dikembangkan telah diuji untuk mengevaluasi analisis kinerja serta menunjukkan kemampuan untuk memadamkan api. Robot telah menunjukkan kinerja yang cukup baik untuk mendeteksi dan memadamkan api menggunakan berbagai sensor dan mengembangkan unit pemadam api. Gambar 9 dan Gambar 10 mengilustrasikan tampilan depan dan tampilan atas robot.



**Gambar 9.**  
Tampilan depan robot pemadam api yang dikembangkan.



**Gambar 10.**  
Tampilan atas dari robot pemadam api yang dikembangkan.

### 1. Deteksi Kebakaran menggunakan Sensor Ganda

Sensor suhu LM35 mampu merasakan suhu antara  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan  $+150^{\circ}\text{C}$ . Pemrograman mikrokontroler menentukan berbagai parameter untuk suhu ruangan normal dan suhu ruangan abnormal selama kecelakaan kebakaran. Suhu dinaikkan menggunakan korek api untuk tujuan pengujian dan diketahui bahwa sensor mampu mendeteksi kenaikan suhu yang tiba-tiba. Karena tegangan output adalah fungsi dari suhu, itu bisa mendapatkan unit derajat Celcius dengan menganalisis tegangan output sensor.

Sensor asap memiliki kemampuan mendeteksi asap menggunakan metode membuat siklus suhu tinggi dan rendah. Asap umumnya mengandung karbon dan selama pengujian, asap telah terdeteksi oleh pengukuran sinyal output dalam satu atau dua periode pemanasan lengkap. SnO<sub>2</sub> adalah zat sensitif sensor asap dengan karakteristik konduktivitas yang lebih rendah di udara bersih dan konduktivitas sensor lebih signifikan seiring dengan meningkatnya konsentrasi gas.

Sensor api menunjukkan kemampuan untuk mendeteksi sumber nyala api dalam kisaran panjang gelombang 760 nm - 1100 nm. Setelah diamati bahwa jarak deteksi nyala api menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam kisaran 25 cm hingga 90 cm sedangkan rentang standar didefinisikan sebagai 20 cm hingga 100 cm.

## 2. Mode operasi

Program mikrokontroler dikembangkan sedemikian rupa jika ada dua sensor bisa merasakan parameter abnormal, robot akan mengirim SMS ke penggunanya atau pemberitahuan ke ponsel *android* yang dipasangkan. Pengguna dapat mengaktifkan seluruh sistem dengan menggunakan DTMF atau aplikasi *android*. Band pass filter bersama dengan fungsi decoder digital untuk DTMF mampu mendekodekan nada DTMF. Ketika tombol kontrol ponsel ditekan, sinyal DTMF dikirim ke mikrokontroler. Tombol *keypad* ponsel menghasilkan dua nada frekuensi tinggi dan rendah dari frekuensi yang berbeda. Menerapkan dekoder dari kode biner setara sinyal DTMF diperoleh selama pengujian.

Robot dapat diaktifkan dengan menekan tombol nomor 1 pada ponsel. Pengguna memiliki kemampuan untuk memilih tiga mode operasi dengan menekan 2, 3 dan 4. Tombol angka 2 ditetapkan untuk memilih jalur mode berikut. Angka 3 digunakan untuk mengatur mode otonom dan angka 4 dapat memilih mode kontrol manual menggunakan telepon DTMF.

### 1) Mode A (Garis metode berikut):

Dalam kasus garis metode berikut, robot mengikuti jalur yang telah ditentukan oleh garis hitam untuk mendeteksi nyala api. Robot mencari untuk mendeteksi api dan setiap kali ada api yang terdeteksi oleh robot, itu menghentikan gerakan untuk mengaktifkan unit pemadam api. Unit pemadam api menyemprotkan air menggunakan motor DC dari tangki air dan motor servo memastikan bahwa air dapat mencapai setiap titik api yang mungkin

terjadi dengan memutar pipa pengaliran air 10° ke 170°. Tabel I menunjukkan posisi robot yang berbeda selama garis mode berikut.

TABLE I.POSISI MODE Robot

Sensor 1	Sensor 2	Position of Robot
0	0	Robot' is out of track
0	1	Robot's left is out of track
1	0	Robot's right is out of track
1	1	The robot is on completely on track.

2) Mode B (Mode Autonomous):

Ketika mode otonom dipilih, semua operasi robot dilakukan oleh robot secara otonom. Robot menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi rintangan selama mode otonom.

3) Mode C (Mode Manual):

Pengguna dapat mengendalikan robot dengan memilih mode manual dengan menggunakan DTMF jarak jauh atau aplikasi android. Tombol ponsel DTMF 5, 6, 7 dan 8 digunakan untuk memindahkan robot secara manual. Masing-masing posisi kanan, kiri, maju dan mundur di sembarang tempat. Setelah tempat kejadian terdeteksi, pompa motor DC dimulai segera setelah deteksi kebakaran. Robot berhenti menyemprotkan air serta pompa ketika sensor berhenti mengirim parameter abnormal deteksi kebakaran. Tabel II mewakili tombol DTMF yang berbeda, dekoder keluaran, dan aksi.

TABEL II. TOMBOL DTMF, DECODER OUTPUT, DAN AKSI

Button	Output of	Action
1	0x01 (00000001)	Turn On the robot
2	0x02 (00000010)	Set mode A (Autonomous mode)
3	0x03 (00000011)	Set mode B (Line Following)
4	0x04 (00000100)	Set Mode C (Manual Mode)
5	0x05 (00000101)	Forward
6	0x06 (00000110)	Backward
7	0x07 (00000111)	Left
8	0x08 (00001000)	Right
9	0x09 (00001001)	Spray Water

**KESIMPULAN**

Robot pemadam api otonom bukan hanya ide sekarang, melainkan permintaan di era teknik otomatisasi ini. Robot otonom dapat bekerja untuk memadamkan api secara bersamaan dengan manusia tanpa memerlukan perintah apa pun dan juga dapat bekerja secara individu di mana ada risiko hidup manusia. Bahkan robot bisa lebih efisien dan cepat daripada manusia. Selain itu perlu waktu untuk menginformasikan tim pemadam kebakaran dan kemudian kedatangan mereka ke tempat. Tetapi jika ada robot pemadam api otonom di setiap

pabrik atau toko atau rumah, kehilangan nyawa dan aset dapat dikurangi secara signifikan karena robot akan bertindak segera setelah mendeteksi segala jenis simbol api.

Robot dirancang dengan tiga jenis sensor seperti sensor nyala, sensor asap, dan sensor suhu sedangkan satu atau maksimum dua jenis sensor digunakan untuk mengimplementasikan jenis robot dalam pengembangan sebelumnya. Akibatnya, pendeteksian api akan lebih tepat dan cepat. Selain itu karena penggunaan tiga jenis sensor, robot tidak akan berhenti menyemprotkan air sampai ketiga sensor merespons secara negatif sehingga api tidak dapat pecah lagi beberapa waktu kemudian karena itu adalah sifat umum api yang dapat dinyalakan kapan saja jika sumber yang mudah terbakar tersedia di tempat kejadian. Selain itu, penggunaan kemampuan kontrol ganda akan membuat robot lebih andal. Namun, robot itu bisa dimodifikasi saat menerapkan proses pembuatan di masa depan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- T. Khoon, P. Sebastian dan A. Saman, 2012, *Pemadam Kebakaran Autonomous Platform Mobile*, *Procedia Engineering*, vol. 41, hlm. 1145-1153.
- U. Prasanna dan M. Prasad, 2013, *Automatic Fire Sensing dan Extinguishing Robot Embedded dengan GSM Modem*, *Jurnal Internasional Teknik dan Teknologi Canggih*, vol. 2, hal. 4.
- J. Setiawan, M. Subchan dan A. Budiyo, 2016, *Simulasi Realitas Virtual Dinamis dan Gerak Robot Pemadam Kebakaran*, dalam konferensi internasional tentang sistem tak berawak yang cerdas., Indonesia, hal. 57-63.
- W. Dubel, H. Gongora, K. Bechtold, dan D. Diaz, 2003, *Robot pemadam kebakaran otonom*, *Kursus Laporan Proyek EEL 566C*, Universitas Florida, Jurusan Teknik Listrik dan Komputer.
- A. Dhumatkar, S. Bhiogade, S. Rajpal, D. Renge dan P. Kale, 2015, *Robot Pemadam Api Otomatis*, *Jurnal Internasional Penelitian Terakhir dalam Matematika Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, vol. 2, tidak. 1, hlm. 42-46.
- S. Mathew, G. Sushanth, K. Wisnu, V. Nair dan G. Kumar, 2016, *Pembuatan Robot Pemadam Kebakaran*, *Jurnal Internasional Inovasi dan Penelitian Ilmiah*, vol. 22, tidak. 2, hlm. 375-383.
- J. Undug, M. Arabiran, J. Frades, J. Mazo dan M. Teogangco, 2015, *Api Locator, Detektor, dan Robot Pemadam Api dengan Kemampuan SMS*, *Konferensi Internasional tentang Humanoid, Nanoteknologi, Informasi Teknologi, Komunikasi dan Kontrol, Lingkungan dan Manajemen (HNICEM)*.

- S. Dearie, K. Fisher, B. Rajala dan S. Wasson, 2001, *Desain dan konstruksi robot pemadam kebakaran yang sepenuhnya otonom*, Prosiding: Konferensi Isolasi Listrik dan Konferensi Pabrikasi Listrik dan Gulungan Coil (Kat. No.01CH37264).
- I. Verner dan D. Ahlgren, 2006, *Eksperimen Desain Pendidikan dalam Robotika*, Kongres Otomatisasi Dunia 2006.
- Arduino - Arduino Board Mega2560*, Arduino.cc [Online]. Tersedia: [www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560](http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560).
- LM35 Precision Celcius Sensor Suhu*, www.ti.com, 2016. [Online]. Tersedia: [www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf](http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf)
- Sensor Karbon Monoksida & Gas Yang Mudah Terbakar MQ-9*, [www.pololu.com](http://www.pololu.com), 2016. [Online]. Tersedia: [www.pololu.com/file/0J314/MQ9.pdf](http://www.pololu.com/file/0J314/MQ9.pdf).
- Modul Ultrasonik Mulai HC - SR04*, www.micropik.com, 2016. [Online]. Tersedia: [www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf](http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf).
- Desain Perangkat Keras Sim 808 V1.00*, www.adafruit.com, 2014. [Online]. Tersedia: [cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SIM808\\_Hardware+Desain\\_V1.00.pdf](http://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SIM808_Hardware+Desain_V1.00.pdf).
- Yun Chan Cho dan Jae Wook, 2008, *Sistem kendali robot jarak jauh berdasarkan DTMF ponsel*, Konferensi Internasional IEEE ke-6 tentang Informatika Industri, 2008 (INDIN 2008), hlm. 1441 – 1446.