

PERANCANGAN ROBOT PEMADAM API BERBASIS ARDUINO DENGAN SENSOR SUHU DAN SENSOR GAS

Dimas Herdiansyah¹, Arnes Sembiring², Melda Pita Uli Sitompol³
Teknik Informatika, STMIK Kaputama, Binjai
E-mail: [*gundxz@gmail.com](mailto:gundxz@gmail.com)¹

ABSTRAK

Perkembangan teknologi robotika telah membuka peluang untuk menciptakan sistem otomatis dalam penanggulangan kebakaran. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe robot pemadam api berbasis Arduino Mega. Robot ini dilengkapi dengan sensor api 5 channel, sensor suhu DHT11, dan sensor gas MQ-2 untuk mendeteksi sumber api dan gas berbahaya. Robot juga menggunakan sensor ultrasonik sebagai alat bantu navigasi untuk menghindari rintangan. Sistem dikendalikan secara otomatis oleh mikrokontroler Arduino Mega yang memproses data dari seluruh sensor, menggerakkan motor DC, serta mengaktifkan pompa air dan servo motor untuk menyemburkan air ke arah api. Pengujian dilakukan di lingkungan dalam ruangan menggunakan simulasi api kecil. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot mampu mengenali sumber api, menghindari rintangan, dan melakukan penyempotan air secara mandiri. Meskipun terdapat beberapa keterbatasan pada daya tahan baterai dan sensitivitas sensor terhadap cahaya terang, sistem telah menunjukkan performa yang cukup baik sebagai prototipe. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi langkah awal dalam pengembangan sistem robotik pemadam api skala kecil yang efisien dan aplikatif.

Kata kunci

Robot Pemadam Api, Arduino Mega, Sensor Gas MQ-2, Sensor Suhu DHT11.

ABSTRACT

The advancement of robotics technology has opened new opportunities to develop automated systems for fire suppression. This research aims to design and implement a prototype of a firefighting robot based on Arduino Mega, equipped with a 5-channel flame sensor, DHT11 temperature sensor, and MQ-2 gas sensor to detect fire sources and hazardous gases. The robot also utilizes ultrasonic sensors for navigation and obstacle avoidance. The system is fully automated and controlled by the Arduino Mega microcontroller, which processes data from all sensors, drives the DC motors, and activates the water pump and servo motor to spray water at the detected fire. Testing was conducted indoors using a small-scale fire simulation. The results show that the robot successfully detects fire, avoids obstacles, and performs water spraying autonomously. Despite some limitations in battery endurance and sensor sensitivity to bright light, the system demonstrated satisfactory performance as a prototype. This study is expected to serve as an early step in developing a more efficient and applicable small-scale firefighting robotic system.

Keywords

Firefighting Robot, Arduino Mega, MQ-2 Gas Sensor, DHT11 Temperature Sensor.

1. PENDAHULUAN

Di era modern ini, teknologi terus berkembang pesat, terutama dalam bidang elektronika dan sistem kendali otomatis. Perkembangan ini sangat membantu manusia dalam menyelesaikan berbagai aktivitas sehari-hari secara lebih efisien. Salah satu bidang yang mengalami kemajuan signifikan adalah robotika, yang kini tidak hanya digunakan di dunia industri, tetapi juga mulai dimanfaatkan di sektor pendidikan, keamanan, dan rumah tangga (Setyawan et al., 2023).

Salah satu contoh penerapan teknologi robotika yang menarik perhatian adalah robot pemadam api. Pemadam api adalah sebuah alat atau sistem yang dirancang untuk

menghentikan atau mengendalikan kebakaran. Cara kerjanya adalah dengan menghilangkan salah satu unsur utama dari api, seperti panas, bahan bakar, atau oksigen (Azizah et al., 2023). Robot ini dirancang untuk membantu memadamkan kebakaran, terutama di area yang sulit dijangkau manusia atau memiliki risiko tinggi, seperti ruang tertutup atau gudang penyimpanan bahan mudah terbakar. Dalam situasi seperti ini, respons yang cepat dan tepat sangat dibutuhkan agar kebakaran tidak semakin meluas dan menimbulkan kerugian besar (Gultom et al., 2024).

Pemilihan topik ini didasarkan pada kenyataan bahwa kasus kebakaran di area tertutup masih sering terjadi, dan penanganannya kerap terlambat akibat keterbatasan manusia dalam menjangkau lokasi atau karena kondisi lingkungan yang berbahaya. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem otomatis yang mampu mendeteksi keberadaan api dan segera mengambil tindakan pemadaman tanpa harus menunggu campur tangan manusia secara langsung (Haris et al., 2023).

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk merancang dan mengembangkan robot pemadam api berbasis mikrokontroler. Penelitian ini menjadi landasan penting dalam pengembangan sistem yang lebih efektif dan responsif dalam mendeteksi serta memadamkan api.

Penelitian yang dilakukan oleh Nandika et al. (2023) berhasil merancang robot pemadam api otomatis berbasis Arduino Uno. Robot ini dilengkapi dengan sensor api lima arah (flame sensor) dan motor DC yang dikendalikan oleh driver motor L298N. Hasil penelitian menunjukkan sistem yang dirancang cukup efektif dalam menangani kebakaran skala kecil.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Rahayu et al. (2023) mengembangkan sistem robotik yang tidak hanya mampu mendeteksi api, tetapi juga mendeteksi keberadaan gas berbahaya serta suhu tinggi di sekitarnya. Sementara itu, Almuyasir et al. (2022) merancang sistem yang bertujuan untuk mendeteksi kebakaran secara otomatis dengan memanfaatkan sensor api dan sensor gas MQ2. Sensor api 5 *channel* digunakan untuk mendeteksi api dengan memanfaatkan inframerah yang dipancarkan oleh nyala api. Dibandingkan dengan sensor api konvensional, sensor ini memiliki lima pendeteksi yang memungkinkan pendeteksian api dari berbagai arah (Wijaya et al., 2022).

Selain itu, penelitian oleh Ali et al. (2021) merancang robot pemadam api berbasis Arduino Mega yang dilengkapi dengan sensor api, sensor suhu LM35, dan kipas DC untuk proses pemadaman. Robot ini dapat bergerak secara otomatis menuju arah sumber api dengan bantuan algoritma penghindar hambatan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Penelitian lainnya oleh Ryan Khusnuludin Rahman et al. (2024) mengembangkan robot pemadam api berbasis Internet of Things (IoT).

Dalam penelitian ini, dirancang sebuah prototipe robot pemadam api berbasis Arduino, yang dilengkapi dengan sensor suhu, sensor gas, dan sensor api. Ketiga sensor ini bekerja bersama untuk mendeteksi keberadaan api dan gas berbahaya. Setelah sumber api dikenali, robot akan bergerak menuju titik api dan mengaktifkan sistem pemadaman. Arduino dipilih karena memiliki sifat *opensource*, fleksibel, mudah diprogram, dan relatif murah, sehingga sangat cocok digunakan dalam pengembangan robot berbasis mikrokontroler untuk skala pendidikan maupun pengembangan awal. Gagasan ini sejalan dengan penelitian oleh Rohimah et al. (2020) yang menekankan pentingnya perancangan awal sebagai pijakan dalam menciptakan sistem robotik pemadam kebakaran yang lebih andal dan otomatis. Berdasarkan latar belakang di atas, maka dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut: (1) Bagaimana merancang prototipe robot pemadam api berbasis Arduino Mega yang mampu mendeteksi keberadaan api dan gas berbahaya secara efektif?; (2) Bagaimana memadukan dan mengolah data dari sensor suhu, sensor

gas, dan sensor api agar robot dapat bergerak secara otomatis menuju sumber api dan melakukan pemadaman?;(3) Bagaimana memastikan robot dapat beroperasi dengan stabil dan menjalankan fungsinya dengan baik, termasuk menghindari rintangan yang ada?

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development dengan pendekatan rekayasa sistem untuk merancang dan mengembangkan sebuah robot pemadam api berbasis Arduino. Robot ini dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Mega dan dilengkapi dengan berbagai sensor, seperti sensor api, sensor suhu DHT11, dan sensor gas MQ-2. Seluruh proses berjalan secara realtime, sehingga robot dapat segera merespons situasi darurat.

2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dilakukan dengan menggabungkan berbagai komponen fisik agar robot bisa berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pada sistem ini, Arduino Mega menjadi otak utama yang mengolah data dari sensor dan mengatur kerja alat-alat lain secara otomatis.

Komponen utama yang digunakan antara lain: sensor api, sensor gas MQ-2, sensor suhu DHT11, sensor ultrasonik, buzzer, motor DC dan driver L298N, pompa air DC, breadboard, kabel jumper, dan baterai.

2.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ini bertujuan membuat program yang akan mengendalikan seluruh kerja robot pemadam api secara otomatis. Program dibuat menggunakan bahasa pemrograman C++ yang berjalan di mikrokontroler Arduino Mega. Program ini bertugas membaca data dari berbagai sensor dan memutuskan langkah selanjutnya, apakah harus bergerak, menghindari rintangan, atau langsung mengaktifkan sistem pemadam api.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan secara menyeluruh bagaimana proses implementasi dan pengujian robot pemadam api berbasis Arduino yang telah dirancang. Robot ini dirancang untuk dapat bergerak secara otomatis saat mendeteksi keberadaan api, mengenali arah datangnya api (kiri, tengah, atau kanan), lalu mendekati sumber api dan memadamkannya menggunakan semprotan air dari pompa yang dikendalikan oleh sistem servo.

3.1 Pengujian Hardware

Pengujian hardware dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen perangkat keras yang telah dirangkai bekerja sesuai fungsi masing-masing. Uji dilakukan terhadap sensor, aktuator, dan integrasi sistem robot secara keseluruhan.

3.2 Pengujian Sensor Api

Sensor api diuji dengan mendekatkan api kecil dari korek pada sisi kiri, tengah, dan kanan robot. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh data pembacaan kelima sensor api seperti pada Tabel 1. Nilai yang ditampilkan merupakan hasil pembacaan analog masing-masing sensor, dengan angka tertinggi pada setiap baris menunjukkan sensor yang paling dekat dengan sumber api.

Tabel 1. Data Pembacaan Sensor Api

No	FL	FC	FR	SL	SR	Nilai Terbesar	Posisi Sensor
1	164	588	987	831	118	987	FR
2	344	685	983	441	108	983	FR
3	978	982	543	426	463	982	FC
4	533	979	981	977	504	981	FR
5	985	984	563	439	481	985	FL
6	419	393	974	978	972	978	SL
7	102	478	762	802	819	900	SR

3.3 Pengujian Sensor Gas dan Suhu

Pengujian ini bertujuan memastikan bahwa sensor suhu (DHT11) dan sensor gas (MQ-2) dapat bekerja optimal dalam mendeteksi kondisi lingkungan yang tidak normal. Berdasarkan hasil pengujian, kedua sensor menunjukkan peningkatan pembacaan ketika mendeteksi kondisi tidak normal. Rincian hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Suhu dan Gas

NO	Kondisi	Suhu	Gas	Status Suhu	Status Gas	Buzzer
1	Normal	29	180	Normal	Normal	Mati
2	Panas saja	42	200	Bahaya	Normal	Aktif
3	Gas saja	30	420	Normal	Bahaya	Aktif
4	Panas + gas	45	460	Bahaya	Bahaya	Aktif

Setelah seluruh komponen diuji secara terpisah, dilakukan uji coba sistem secara keseluruhan. Saat sensor api mendeteksi nyala api, robot secara otomatis bergerak menuju arah api sambil menghindari rintangan di sekitarnya menggunakan sensor ultrasonik. Ketika jarak robot dan api mencapai sekitar 20 cm, pompa air dan servo motor aktif untuk menyembrotkan air secara menyapu ke arah api. Uji coba menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara otomatis dan sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian robot pemadam api berbasis Arduino Mega, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Perancangan berhasil dilakukan dengan mengintegrasikan berbagai komponen yang dapat bekerja secara terintegrasi sesuai fungsi yang telah dirancang.
- Kemampuan deteksi bekerja dengan baik, di mana robot dapat mengenali keberadaan api, mendeteksi gas berbahaya, serta mengukur suhu tinggi pada lingkungan sekitarnya.
- Sistem navigasi dan pemadaman terbukti berjalan otomatis. Saat api terdeteksi, robot dapat bergerak menuju sumber api, kemudian pada jarak sekitar 20 cm robot mengaktifkan pompa air dan servo untuk menyembrotkan air secara menyapu ke arah api hingga padam.
- Secara keseluruhan, sistem prototipe ini telah memenuhi tujuan penelitian dan dapat menjadi dasar pengembangan sistem yang lebih canggih di masa depan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Admin, Admin, et al. (2021). "Pengaplikasian Sensor Jarak Ultrasonik Hc-Sr04 Pada Drone Quadcopter F330." *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 7(2), 216-225.
- Ali, Muhammad Haidar, et al. (2021). "Pengujian Kinerja Robot Kendali Pemadam Api Beroda Dengan Pemantauan Bluetooth Android." *Jurnal Dialektika Informatika (Detika)*, 1(2), 27-31.
- Almuyasir, Almuyasir, et al. (2022). "Desain Sistem Pendeteksi Api Menggunakan Sistem Sensor Flame Dan MQ-2 Berbasis Arduino Uno." *JET (Journal of Electrical Technology)*, 7(3), 128-131.
- Azizah, Alaina, et al. (2023). "Tinjauan Penerapan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) Dalam Implementasi Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Di SMA Islam Hidayatullah Semarang." *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 22(3), 145-152.
- Gultom, Charles, et al. (2024). "Prototipe Robot Pemadam Api Dengan Menggunakan Arduino Uno Berbasis Sensor LM393 Dan Sensor Ultrasonic." *Jurnal Cahaya Mandalika*, ISSN 2721-4796 (Online), 2502-13.
- Hanim, Ulfa, et al. (2020). "Rancang Bangun Start Rangkaian Buzzer Pada Alat Infant Warmer Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535." *Jurnal Darma Agung*, 28(3), 567.
- Haris, Oscar, et al. (2023). "Perancangan Dan Analisis Konstruksi Mekanik Pada Robot Pemadam Api Hexapod Menggunakan Metode Finite Element Analysis Dan Inverse Kinematics." *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18(2), 163.
- Hayubi, Rayhan Al, et al. (2024). "Implementasi Sistem Penggerak Servo SG 90 Berbasis Arduino Uno Dengan Kontrol Sudut Dinamis."
- Iradiratu Diah Prahmana Karyatanti, et al. (2024). "Rancang Bangun Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Metode Fuzzy Gain Scheduling PID Control." *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 5(1), 37-54.
- Kartiria, Erhaneli, & Chica Yohana Windra. (2021). "Penerapan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Sebagai Monitoring Pada Pembacaan Arus 3 Fasa Di Gardu Induk 150 KV Lubuk Alung." *Jurnal Teknik Elektro*, 10(1), 37-45.
- Maulani, Maghfira Rizki, et al. (2024). "Pengembangan Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Ruang Server Dengan Sensor DHT11 Berbasis Android." *Jupiter (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, 9(2), 12.
- Muslem, R, & Imam. (2021). "Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas Rumah Tangga Menggunakan Mq-2 Sensor Dan Mikrokontroler." *Jurnal Tika*, 6(02), 58-64.
- Musa, Purnawarman. (2023). *Artikulasi Mekanik: Arms, Wrist, End-Effector*.
- Nandika, Reza, et al. (2023). "Perancangan Robot Beroda Pemadam Api Dengan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Dan Flame Sensor 5 Channel Berbasis Arduino Uno." *Sigma Teknika*, 6(2), 389-398.
- Nasution, Mulkan Iskandar, et al. (2023). "Implementasi Mikrokontroler Berbasis IoT Untuk Optimalisasi Kinerja Sistem Akuaponik." *Jurnal Phi Jurnal Pendidikan Fisika Dan Fisika Terapan*, 9(1), 7.
- Rahayu, Ratna Rahmawati, et al. (2023). "Rancang Bangun Alat Pemadam Kebakaran Otomatis Berbasis Nodemcu Esp8266 Dan." 1(1).
- Rianto, Agus, et al. (2022). "Sistem Deteksi Kebakaran Dan Pemadam Otomatis Berbasis Arduino Uno R3 Di Ukm Penggajian Dan Kayu." *Sinta*, 6(3), 4707-4712.
- Rohimah, Muhaimin, & Nelly Safitri. (2020). "Rancang Bangun Robot Pemadam Api Otomatis Menggunakan Sistem Pneumatik." *Jurnal Tektro*, 04(1), 31-37.

- Ryan Khusnuludin Rahman, et al. (2024). "Rancang Bangun Model Robot Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler Dan IOT." Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar, 15(1), 273-278.
- Setyawan, Iwan, et al. (2023). "Pelatihan Pembuatan Robot AVOIDER Beroda Untuk Siswa SMKN 2 Salatiga." Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN), 4(2), 745-752.
- Suhermanto, Dimas Ahmad Nur Kholis, et al. (2023). "Rancang Bangun Kendali Adaptif Motor DC Berdasar Suhu Menggunakan Wemos D1 R1 Dan LoRa." Jurnal Teknik Elektro, 12(2), 74- 83.
- Sutrisno, et al. (2021). "Analisis Kapasitas Baterai Dan Converter (Rectifier) Sebagai Catuan Cadangan Pada Perangkat Telekomunikasi." Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Elektronika, 4(1), 32-40.
- Wijaya, Masesa Angga, et al. (2022). "Analisis Perbandingan Kinerja Antara Sensor Api Flame 5 Channel Dengan Sensor Asap MQ2." Bulletin of Information Technology (BIT), 3(4), 231-238.