

Perancangan Sistem Pemadam Api Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT)

Design Of an Automatic Fire Extinguishing System Based on The Internet of Things (IoT)

Andres Nazwil Raksana Surbakti¹, Mahardika Abdi Prawira Tanjung²

¹ Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

² Sistem Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

E-mail: andressurbakti12@gmail.com¹, Mahardikaabdiprawira@umsu.ac.id²

Abstrak

Kebakaran merupakan peristiwa yang sering terjadi akibat kelalaian dalam penggunaan perangkat elektronik dan dapat menimbulkan kerugian material serta korban jiwa. Sistem pengamanan kebakaran konvensional dinilai kurang efektif karena bergantung pada respon manusia. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pemadam api otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mendeteksi dan menangani kebakaran secara cepat dan efisien melalui aplikasi berbasis web. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor api, sensor asap MQ-2, buzzer, pompa air, dan servo. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen melalui tahap perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi keberadaan api dari berbagai arah, memberikan notifikasi secara real-time, serta mengaktifkan pompa dan servo untuk proses pemadaman. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat meningkatkan kecepatan respon dan efisiensi dalam penanganan kebakaran.

Kata kunci: Interne of Things (IoT), ESP32, Sensor MQ-2, Sistem Pemadam

Abstract

Fires are a common occurrence due to negligence in the use of electronic devices and can cause material losses and casualties. Conventional fire safety systems are considered ineffective because they rely on human response. This research aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based automatic fire extinguishing system that is capable of detecting and handling fires quickly and efficiently through a web-based application. The system uses an ESP32 microcontroller integrated with a fire sensor, an MQ-2 smoke sensor, a buzzer, a water pump, and a servo. The research method used is an experiment through the design, construction, and testing stages of the system. The results show that the system is able to detect the presence of fire from various directions, provide real-time notifications, and activate pumps and servos for the extinguishing process. Thus, the developed system can increase response speed and efficiency in handling fires.

Keywords: Internet of Things (IoT), Fire Extinguishing System, ESP32, MQ-2 Smoke Sensor

1. PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan salah satu peristiwa yang sering terjadi akibat kelalaian manusia dalam penggunaan perangkat elektronik, seperti korsleting listrik, yang dapat menyebabkan kerugian besar baik dari segi material maupun korban jiwa [1]. Oleh karena itu, penanganan



kebakaran yang cepat dan efektif sangat diperlukan untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan [2]. Namun, sistem pengamanan kebakaran yang umum digunakan saat ini masih bersifat konvensional, seperti alarm kebakaran dan Alat Pemadam Api Ringan (APAR), yang sangat bergantung pada respon manusia sehingga sering menyebabkan keterlambatan dalam penanganan kebakaran [3].

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan solusi dalam meningkatkan sistem keamanan kebakaran. IoT memungkinkan perangkat sensor untuk terhubung dalam jaringan dan melakukan pemantauan secara real-time serta mengirimkan informasi secara cepat kepada pengguna [4]. Beberapa penelitian telah mengembangkan sistem deteksi kebakaran berbasis IoT, seperti penggunaan ESP32 dengan sensor api dan sensor asap yang terintegrasi dengan aplikasi WhatsApp dan Blynk untuk memberikan notifikasi kepada pengguna [5]. Selain itu, terdapat penelitian yang memanfaatkan ESP32-Cam untuk memantau visual melalui video streaming [6].

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih fokus pada sistem peringatan dini tanpa dilengkapi dengan sistem pemadaman yang fleksibel. Beberapa sistem memang telah mengintegrasikan pemadaman otomatis menggunakan pompa air, namun umumnya masih bersifat statis dan belum menyediakan kendali arah semprotan dinamis [1]. Hal ini menyebabkan proses pemadaman menjadi kurang optimal dalam menangani titik api secara tepat.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemadam api otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dapat dikontrol melalui aplikasi berbasis web. Sistem ini dilengkapi dengan sensor api, sensor asap MQ-2, buzzer sebagai alarm, serta pompa air dan servo untuk mengatur arah semprotan. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan kecepatan respon, pemadaman kebakaran, serta pengendalian kebakaran secara real-time.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Metode kuantitatif digunakan untuk memperoleh data yang bersifat terukur dan objektif, sedangkan pendekatan eksperimen dilakukan dengan merancang, membangun, serta menguji sistem pemadam api otomatis berbasis Internet of Things (IoT). Pendekatan ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem yang dikembangkan, terutama dalam hal respon sensor, kecepatan deteksi, efektivitas pemadaman, serta komunikasi data antara perangkat dan pengguna.

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis agar sistem yang dikembangkan dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Tahapan penelitian meliputi:

1. Identifikasi Masalah

Tahap awal dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan pada sistem pengamanan kebakaran konvensional yang masih bergantung pada respon manusia, sehingga menyebabkan keterlambatan dalam penanganan kebakaran.

2. Studi Literatur

Mengkaji berbagai penelitian terdahulu terkait sistem deteksi dan pemadaman kebakaran berbasis IoT untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari sistem yang telah ada.



3. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Perancangan meliputi diagram blok sistem, alur kerja sistem, serta desain komunikasi antara ESP32 dan website.

4. Implementasi Sistem

Tahap implementasi dilakukan dengan merakit seluruh komponen perangkat keras dan melakukan pemrograman menggunakan Arduino IDE. Selain itu, dilakukan juga pengembangan website sebagai media monitoring dan kontrol.

5. Pengujian

Sistem yang telah dibuat kemudian diuji untuk mengetahui kinerja setiap komponen serta keseluruhan sistem.

6. Evaluasi dan Analisis

Data hasil pengujian dijelaskan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam mendeteksi dan menangani kebakaran.

2.2 Perancangan Sistem

Sistem pemadam api otomatis berbasis IoT dirancang dengan konsep integrasi antara sensor, mikrokontroler, aktuator, dan website. Sistem terdiri dari tiga bagian utama, yaitu:

1. Input

Sistem input terdiri dari sensor api (sensor api) yang digunakan untuk mendeteksi nyala api, serta sensor asap MQ-2 yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan asap atau gas.

2. Proses

Proses dilakukan oleh mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat kendali sistem. ESP32 akan membaca data dari sensor, mengolah data tersebut, serta menentukan tindakan yang akan dilakukan.

3. Output

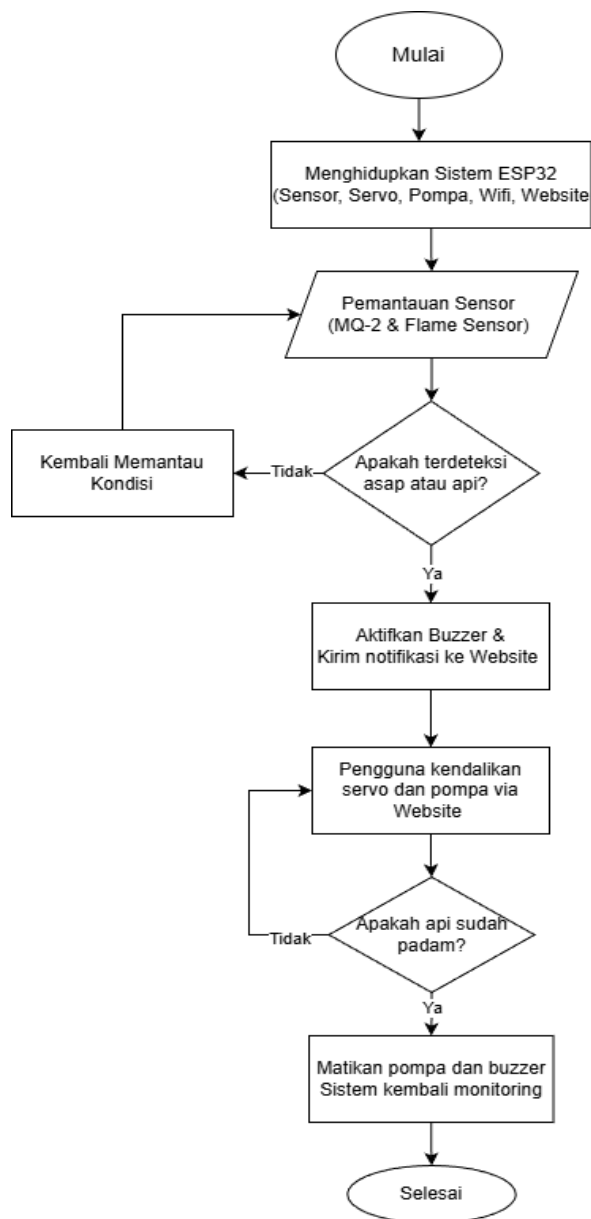
Output sistem terdiri dari buzzer sebagai alarm peringatan, pompa air sebagai alat pemadam, servo sebagai pengarah semprotan udara, serta website sebagai media monitoring dan kontrol. Sistem ini dirancang agar mampu bekerja secara otomatis maupun manual melalui website, sehingga memberikan kedamaian dalam pengendalian kebakaran.

2.3 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem dirancang dengan memanfaatkan jaringan Wi-Fi sebagai media komunikasi antara ESP32 dan website. ESP32 berfungsi sebagai server lokal yang mengirimkan data sensor ke website dan menerima perintah dari pengguna. Website digunakan sebagai antarmuka pengguna (user interface) yang menampilkan kondisi sistem secara real-time, seperti sensor status, kondisi aman atau bahaya, serta menyediakan fitur kontrol untuk pompa air dan servo. Dengan arsitektur ini, sistem dapat diakses melalui berbagai perangkat seperti laptop dan smartphone selama terhubung dalam jaringan yang sama.

2.4 Alur Kerja Sistem

Berikut adalah flowchart dari sistem pendeteksi kebakaran dan pemadam api otomatis berbasis IoT.



Gambar 2. 1 Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem menggambarkan proses operasional sistem secara keseluruhan. Sistem dimulai dengan proses inisialisasi seluruh komponen, kemudian melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara terus-menerus. Jika tidak terdeteksi adanya api atau asap, sistem akan tetap berada pada kondisi monitoring. Namun jika sensor mendeteksi adanya api, maka sistem akan mengaktifkan buzzer sebagai alarm, mengirimkan informasi ke website, serta memberikan akses kepada pengguna untuk mengontrol pompa dan servo. Servo digunakan untuk mengarahkan semprotan air ke titik api, sedangkan pompa air berfungsi untuk menyemprotkan udara sebagai proses pemadaman. Setelah api berhasil dipadamkan, sistem akan kembali ke kondisi pemantauan.

2.5 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan mengintegrasikan seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras dirakit sesuai dengan desain yang telah dirancang, sedangkan perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE. ESP32 diprogram untuk membaca data dari sensor, mengontrol aktuator, serta mengirimkan data ke website. Website dikembangkan sebagai media monitoring dan kontrol yang dapat menampilkan data sensor secara real-time serta memberikan akses kepada pengguna untuk mengendalikan sistem.

2.6 Metode Pengujian

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode black box testing, yaitu metode pengujian yang fokus pada fungsi sistem berdasarkan input dan output tanpa memperhatikan struktur internal program.

Pengujian dilakukan terhadap beberapa komponen utama, yaitu:

1. API sensor
2. Sensor asap MQ-2
3. Buzzer
4. Pompa air
5. Servo
6. Situs web

Tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan perancangan serta mampu mendeteksi dan menangani kebakaran secara efektif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perangkat Keras Yang Digunakan

1. ESP-32



Gambar 3. 1 ESP-32

Berfungsi sebagai pusat kendali utama yang memproses sensor data, mengendalikan aktuator, serta mengatur komunikasi data melalui jaringan internet. Pemilihan ESP32 didasari oleh fitur yang lengkap didalamnya seperti prosesor dual core, memiliki output yang lengkap, serta Wifi dan Bluetooth yang sudah tertanam pada ESP32 dan tepat digunakan untuk alat yang menggunakan Internet Of Things pada penggunaannya [7].

2. Flame Sensor



Gambar 3. 2 Flame Sensor

Flame Sensor adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan titik api atau titik yang dapat memicu terjadinya api [8]. Berfungsi untuk mendeteksi keberadaan nyala api berdasarkan intensitas cahaya inframerah yang dihasilkan oleh api.

3. Sensor Asap MQ-2



Gambar 3. 3 Sensor Asap MQ-2

Sensor MQ-2 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan output membaca sebagai tegangan analog [9]. Berfungsi untuk mendeteksi asap dan gas mudah terbakar sebagai indikator awal terjadinya kebakaran.

4. Pompa Air DC 12V



Gambar 3. 4 Pompa Air DC 12V

Pompa air adalah alat yang berfungsi untuk mengalirkan cairan dari satu tempat ke tempat lain melalui pipa dengan memberikan energi pada cairan yang dipindahkan [8]. Berfungsi untuk memompa air sebagai media pemadaman api saat sistem diaktifkan.

5. Servo



Gambar 3. 5 Servo

Servo adalah Alat penggerak yang biasa digunakan untuk menggerakkan sesuatu. Berfungsi untuk mengatur arah semprotan udara secara otomatis maupun manual agar pemadaman lebih tepat sasaran. *Servo* hanya dapat bergerak sampai sudut tertentu [10].

6. Buzzer



Gambar 3. 6 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara [11]. Berfungsi sebagai alarm peringatan dini ketika terdeteksi adanya kebakaran.

7. Kabel Jumper



Gambar 3. 7 Kabel Jumper

Kabel Jumper adalah kabel elektrik untuk menghubungkan antar komponen di breadboard tanpa memerlukan solder. Berfungsi sebagai penghubung antar komponen elektronik dalam sistem rangkaian. Konektor untuk menusuk disebut *male connector*, dan konektor untuk ditusuk disebut *female connector* [12].

8. Resistor

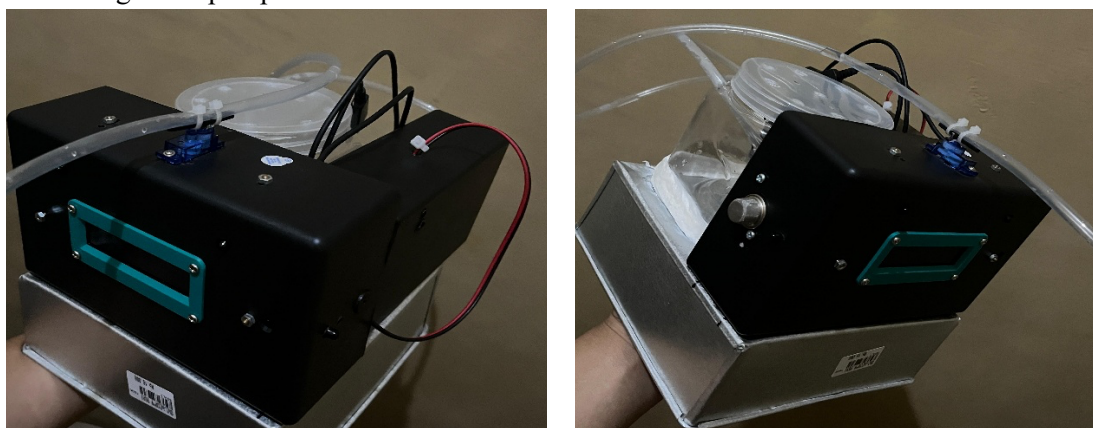


Gambar 3. 8 Resistor

Resistor merupakan komponen elektronik yang digunakan untuk membatasi aliran arus dalam suatu rangkaian listrik. Resistor digunakan dalam berbagai aplikasi dalam rangkaian elektronik, seperti pembatas arus, pembagi tegangan, penstabil tegangan, filter, pengatur volume, dan masih banyak lagi [13]. Berfungsi untuk mengatur dan membatasi arus listrik agar komponen bekerja dengan aman dan stabil.

3.2 Hasil Implementasi Sistem

Sistem pemadam api otomatis berbasis IoT telah berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali. Sistem ini mampu mendeteksi kondisi lingkungan secara real-time melalui sensor api dan sensor asap. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan respon berupa aktivasi buzzer sebagai alarm, menampilkan informasi pada LCD dan website, serta memungkinkan pengguna untuk mengontrol pompa air dan arah servo secara real-time.



Gambar 3. 9 Tampilan Alat

3.3 Pengujian Sensor Api

Pengujian sensor api dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi keberadaan nyala api. Berdasarkan hasil pengujian, sensor mampu mendeteksi api dari berbagai arah, yaitu kiri, depan, kanan, dan belakang. Ketika api terdeteksi, sistem akan mengubah status menjadi kondisi bahaya, mengaktifkan buzzer, serta menampilkan informasi pada website dan



LCD. Selain itu, sistem juga memberikan respon berupa aktivasi pompa air dan pergerakan servo untuk mengarahkan semprotan ke titik api.



Gambar 3. 10 Pengujian Sensor Api

3.4 Pengujian Sensor Asap dan Gas (MQ-2)

Pengujian sensor MQ-2 dilakukan untuk mengetahui respon terhadap asap dan gas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi perubahan kondisi lingkungan dengan baik. Namun, sistem tidak secara otomatis mengaktifkan pompa udara ketika hanya terdeteksi asap dan gas, sesuai dengan batasan sistem yang telah ditentukan. Hal ini bertujuan untuk menghindari kesalahan deteksi serta mencegah aktivasi pompa yang tidak diperlukan.



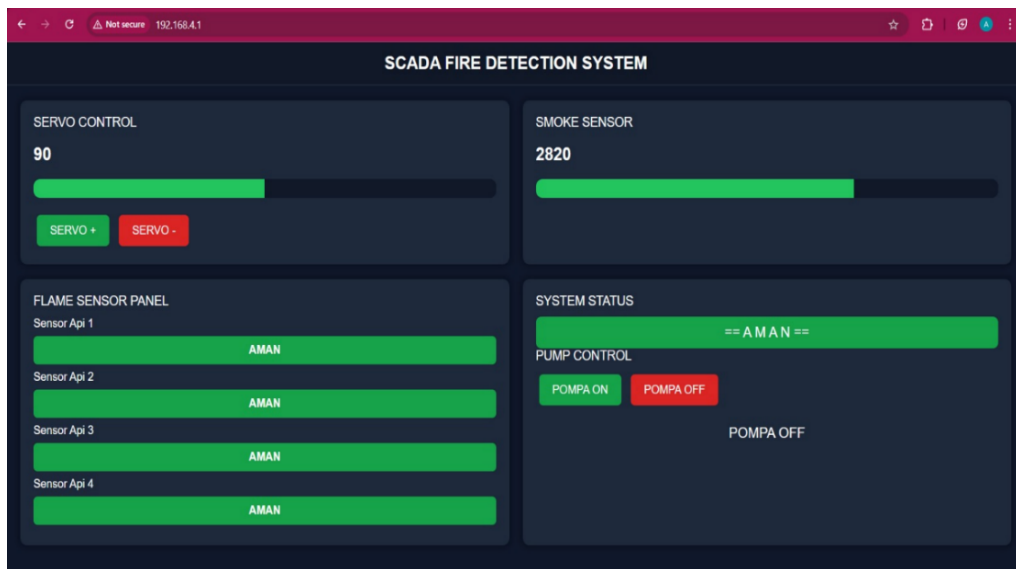
Gambar 3. 11 Pengujian Sensor Gas



Gambar 3. 12 Pengujian Sensor Asap

3.5 Pengujian Aktuator

Pengujian aktuator dilakukan untuk mengetahui kinerja buzzer, pompa air, dan servo dalam sistem. Buzzer berfungsi dengan baik sebagai alarm peringatan saat terjadi kebakaran. Pompa air mampu menyembrotkan air dengan baik ketika diaktifkan. Servo mampu bergerak sesuai perintah untuk mengarahkan semprotan air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh aktuator bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang.



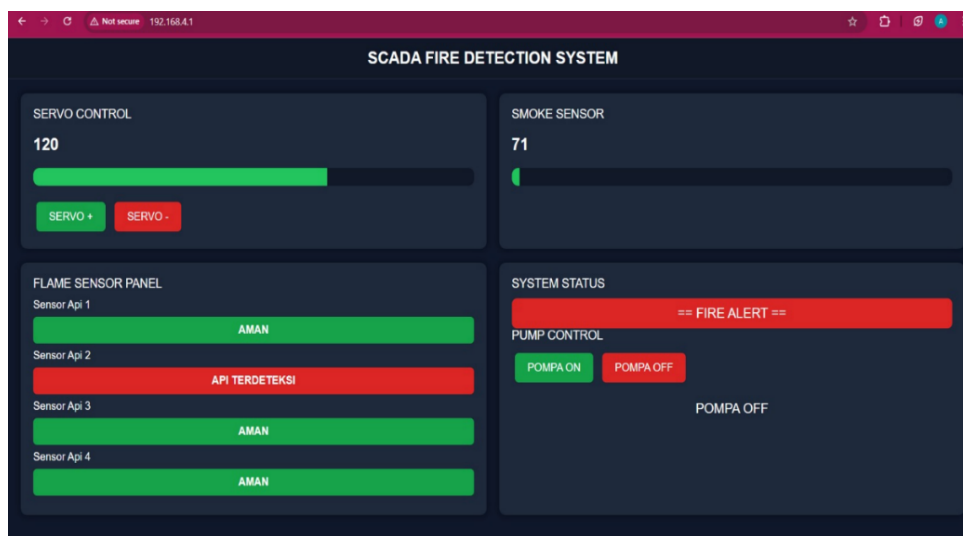
Gambar 3. 13 Pengujian Aktuator

3.6 Pengujian Sistem Website

Website digunakan sebagai media monitoring dan kontrol sistem. Berdasarkan hasil pengujian, website mampu menampilkan data sensor secara real-time, seperti nilai sensor asap, status sensor api, serta kondisi sistem. Selain itu, website juga menyediakan fitur kontrol untuk mengaktifkan pompa udara dan mengatur arah servo. Website dapat diakses melalui berbagai perangkat, baik laptop maupun smartphone, sehingga memberikan kemudahan bagi pengguna dalam sistem kontrol.



Gambar 3. 14 Tampilan Website Pada Handphone



Gambar 3. 15 Tampilan Website Pada Laptop

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pemadam api otomatis berbasis Internet of Things (IoT), dapat disimpulkan bahwa sistem yang dikembangkan telah berhasil bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu mendeteksi adanya api dan asap menggunakan sensor yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32, serta memberikan respon berupa aktivasi buzzer, tampilan informasi pada website, dan kontrol terhadap aktuator.

Selain itu, sistem memiliki kelebihan dalam hal kemampuan monitoring dan kontrol secara real-time melalui website, serta penggunaan servo yang membantu pengaturan arah semprotan udara secara fleksibel sehingga proses pemadaman menjadi lebih efektif. Sistem juga mampu meningkatkan kecepatan respon dalam mendeteksi kebakaran dibandingkan sistem konvensional.

Namun, sistem masih memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya masih bergantung pada koneksi jaringan Wi-Fi, belum dilengkapi dengan sistem notifikasi jarak jauh seperti SMS atau aplikasi pesan, serta masih dalam bentuk prototipe skala kecil sehingga belum dapat diterapkan secara langsung pada skala besar.

4.2 Saran

Berdasarkan batasan yang ada, beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Membaca sistem dengan menambahkan fitur notifikasi jarak jauh seperti WhatsApp, Telegram, atau SMS agar pengguna dapat menerima informasi secara langsung.
2. Mengoptimalkan sistem agar dapat bekerja pada jaringan yang lebih luas, seperti menggunakan cloud atau internet publik.

3. Menjelaskan sistem dalam skala yang lebih besar agar dapat diterapkan pada lingkungan nyata seperti rumah atau gedung.
4. Menambahkan sensor tambahan, seperti sensor suhu atau kamera, untuk meningkatkan akurasi dalam mendeteksi kebakaran.
5. Meningkatkan sistem keamanan jaringan untuk menghindari gangguan atau akses yang tidak diinginkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Anggarani and T. Feri Efendi, "RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBAKARAN DAN PEMADAM API OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *Jurtikom*, vol. 1, no. 2, pp. 97–111, 2024.
- [2] Ryan Khusnuludin Rahman, Siswoyo, and Adnan Rafi Al Tahtawi, "Rancang Bangun Model Robot Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler dan IOT," *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 15, no. 1, pp. 273–278, 2024, doi: 10.35313/irwns.v15i1.6257.
- [3] Y. R. Kusuma, A. P. Cahyani, E. Aprilianto, and B. Prazidno, "ROBOT PEMADAM API OTOMATIS BERBASIS SENSOR KAMERA DAN INTERNET OF THINGS (IoT)," *Prosiding Semin. Nas. Politek. Pembang. Pertan. Yogyakarta Magelang*, vol. 3, no. 1, pp. 5–6, 2023.
- [4] Hendriyan, D. Syafriani, Defwaldy, and dwi marsiska Driptufany, "Sistem Pendeteksi dan Pemadam Kebakaran Otomatis Berbasis Esp32 Dengan Telegram," *J. Tek. Indones.*, vol. 2, no. 4, pp. 14–28, 2023.
- [5] F. Oktafian Penta Sandova, D. Nur Ramadhan, and I. Dyah Irawati, "OTOMATISASI ALAT PEMADAM API RINGAN BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ESP32," vol. 10, no. 1, p. 169, 2024.
- [6] A. Ramadhan, J. Jamaaluddin, and S. D. Ayuni, "Alat Pendeteksi Dini Kebakaran dan Pemadam Otomatis Dilengkapi dengan Video Streaming Berbasis Internet of Things," *SinarFe7*, vol. 4, no. 1, pp. 645–649, 2021.
- [7] Y. Faisal and H. Hastuti, "Rancang Bangun Sistem Presensi Menggunakan NFC Reader Berbasis ESP32," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 306–313, 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i1.399.
- [8] M. Sekampung and P. Kementerian, "RANCANG BANGUN SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN GAS BERBASIS IOT," *Jl. Gatot Subroto*, vol. 11, no. 57, p. 35227, 2022.
- [9] A. S. Widyaningrum, P. Studi, E. Pelayaran, P. Diploma, I. I. I. Elektro, and P. P. Surabaya, *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kadar Gas Berbahaya Co Menggunakan Sensor Mq-2 Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kadar Gas Berbahaya Co Menggunakan Sensomq-2*. 2023.
- [10] J. Goldwin Lie and Y. Ceng Giap, "Perancangan Alat Pakan Ikan Otomatis Dengan Metode Prototype Menggunakan Mikrokontroler Node Mcu Esp 8266," *Akselerator J. Sains Terap. dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 54–67, 2022.
- [11] Y. Darnita, A. Discrise, and R. Toyib, "Prototype Alat Pendeksi Kebakaran Menggunakan Arduino," *Inform. Upgris*, vol. 7, no. 1, pp. 3–7, 2021.
- [12] J. Tupalessy and B. Sarapil, "Prototype System Akses Gerbang Area Terbatas Berbasis Arduino Terintegrasi Pas Bandara Menggunakan Qr Code," *J. ELKO (Elektrikal dan Komputer)*, vol. 4, no. 2, pp. 380–391, 2024, doi: 10.54463/je.v4i2.105.
- [13] Muhammad Fahrurrozi and S. Safarwadi, "Prototype Monitoring Ketinggian Air Sungai Menggunakan Telegram," *Tek. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 5, no. 2, pp. 244–248, 2024, doi: 10.46764/teknimedia.v5i2.240.

