

Sistem Kendali Kebakaran Otomatis Berbasis Sensor Suhu Dan Api Menggunakan Mikrokontroler

Fadhil Ibnu Is'ad¹, Affandi Catur Pamungkas^{2*}

¹Teknik Informatika

Universitas Duta Bangsa

¹*220103150@mhs.udb.ac.id

² Teknik Informatika

Universitas Duta Bangsa

²220103141@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika

Universitas Duta Bangsa

³pramono@udb.ac.id

Abstrak— Kebakaran merupakan bencana yang dapat terjadi secara tiba-tiba dan menyebabkan kerugian besar. Untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan, diperlukan sistem kendali kebakaran otomatis yang mampu mendeteksi api sejak dini dan melakukan pemadaman secara langsung. Penelitian ini mengembangkan sistem otomatis berbasis sensor api (Flame Sensor) dan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan pompa air. Ketika sensor mendeteksi adanya api, mikrokontroler secara otomatis mengaktifkan pompa untuk menyemprotkan air. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu merespons dengan cepat dan efektif dalam memadamkan api skala kecil.

Kata kunci— sistem kebakaran, otomatis, sensor api, mikrokontroler, pemadaman.

Abstract— Fire is a disaster that can occur suddenly and cause great losses. To minimize the impact caused, an automatic fire control system is needed that is able to detect fire early and extinguish it directly. This study developed an automatic system based on a flame sensor (Flame Sensor) and an ESP32 microcontroller integrated with a water pump. When the sensor detects a fire, the microcontroller automatically activates the pump to spray water. The test results show that the system is able to respond quickly and effectively in extinguishing small-scale fires.

Keywords— fire system, automatic, fire sensor, microcontroller, extinguishing.

I. PENDAHULUAN

Salah satu bencana yang dapat terjadi secara tiba-tiba dan menyebabkan kerugian besar kepada ekonomi, aset, dan keselamatan manusia adalah kebakaran. Banyak kebakaran terjadi karena sumber api yang tidak ditemukan dengan cepat atau suhu yang meningkat sangat tinggi.[1] Akibatnya, dibutuhkan sistem otomatis yang dapat mendeteksi kebakaran sejak dini dan merespons dengan cepat tanpa memerlukan intervensi manusia.[2][3]

Perkembangan teknologi di bidang elektronika dan sistem kendali sekarang memungkinkan desain sistem pendeteksi kebakaran otomatis yang menggunakan komponen yang relatif sederhana dan efisien. Sistem kendali kebakaran otomatis yang dikembangkan di proyek ini bergantung pada sensor api dan MQ-2, dan dioperasikan oleh mikrokontroler ESP32.[4] Berbeda dengan sensor api, yang mendeteksi nyala api melalui sinyal inframerah, sensor suhu memantau suhu lingkungan secara konsisten.[5]

Sensor akan mendeteksi kondisi abnormal, seperti suhu yang melampaui ambang batas atau nyala api, dan sistem akan secara otomatis





mengaktifkan alarm buzzer sebagai peringatan dini dan menghidupkan pompa air untuk mencegah kebakaran. Sistem ini dirancang untuk bekerja secara real-time dan memiliki kemampuan untuk merespon potensi kebakaran dengan cepat.[6][7]




Sistem ini diharapkan dapat mengurangi risiko kebakaran dan memberikan solusi yang efisien dan murah untuk diterapkan di berbagai lingkungan, seperti rumah, laboratorium, gudang, atau lokasi yang rentan terhadap kebakaran. Laporan ini akan memberikan uraian menyeluruh tentang desain sistem, bagian-bagian yang digunakan, dan prinsip kerjanya, serta pengujian kinerja sistem dalam mendeteksi dan menangani kebakaran. [8]

II. METODOLOGI PENELITIAN

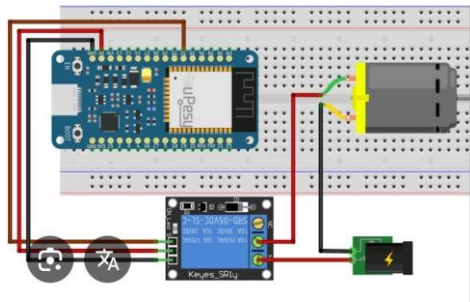
Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah melalui identifikasi, pendalaman materi, percobaan pengiriman parameter sensor sensor, perancangan system, pembuatan, pengujian, analisis hasil.

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Nama Alat	Gambar	Fungsi
1	Esp32		Banyak orang menggunakan ESP8266 sebagai penerus untuk membuat sistem Internet of Things (IoT). ESP32 memiliki Dual-Core32 bit yang lebih baik daripada versi sebelumnya dan dilengkapi dengan Bluetooth.
2	Sensor MQ-2		Sensor mendeteksi gas dalam asap, yang mempengaruhi resistansi elektriknya.
3	Sensor Flame		sebagai detektor nyala api, dengan panjang gelombang antara 760nm dan 1100nm.
4	Relay Module 1 Channel		Prinsip elektromagnetik menggerakkan kontak saklar relay, yang dapat menghantarkan listrik bertegangan lebih tinggi dengan arus listrik yang kecil.

5	Buzzer		Untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara
6	Pompa DC 5V		Pompa yang digunakan adalah pompa DC yang berukuran mini untuk digunakan dalam penyiraman terhadap api. Dengan ditenagai input sebesar 5v.
7	Kabel Jumper		Kabel jumper memiliki konektor di kedua ujungnya yang digunakan untuk menghubungkan seluruh rangkaian pada breadboard.
8	Blynk		sebagai alat menerima notifikasi yang cepat dan efektif antara sistem dan pengguna saat sistem mendeteksi adanya api dan gas

Tabel 1 merupakan macam-macam alat dan software yang kami gunakan untuk merancang alat pendeteksi kebakaran otomatis.

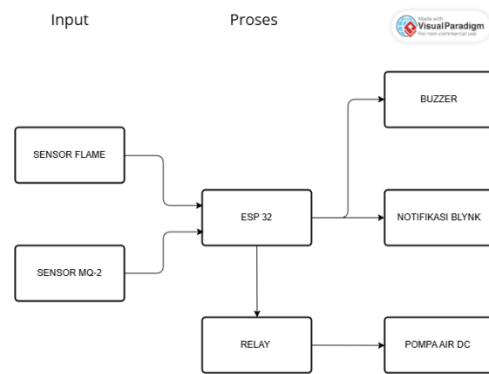


Gambar 1. Gambar desain perangkat keras

Gambar 1 menunjukkan rangkaian lengkap perangkat keras, yang mencakup desain sensor api, sensor asap, LCD, dan lampu indikator.

Gambar tersebut menunjukkan rangkaian sistem penyiram otomatis berbasis *ESP32* yang dikendalikan menggunakan sensor api (flame sensor), relay, pompa air 5V, dan buzzer. Sensor api digunakan untuk mendeteksi keberadaan api di sekitarnya. Ketika sensor mendeteksi api, *ESP32* akan mengaktifkan dua perangkat sekaligus, yaitu buzzer sebagai alarm peringatan dan pompa air untuk menyemprotkan air sebagai respon otomatis terhadap api. Pompa air dikendalikan melalui *modul relay satu channel*, yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik dari sumber daya ke pompa.

Relay dihubungkan ke salah satu pin digital *ESP32*, sehingga *ESP32* bisa memberikan sinyal kontrol untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa. Sementara itu, buzzer juga dihubungkan ke pin digital lain pada *ESP32* dan akan berbunyi saat terjadi deteksi api. Sensor api memiliki tiga koneksi: VCC (dihubungkan ke 5V), GND (ke ground), dan OUT (ke pin digital *ESP32*). Keseluruhan rangkaian ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis dalam mendeteksi api dan memberikan respon cepat melalui suara buzzer serta penyemprotan air oleh pompa, menjadikannya cocok untuk sistem keamanan kebakaran skala kecil atau proyek sistem proteksi api otomatis berbasis IoT. [9]



Gambar 2. Gambar block diagram

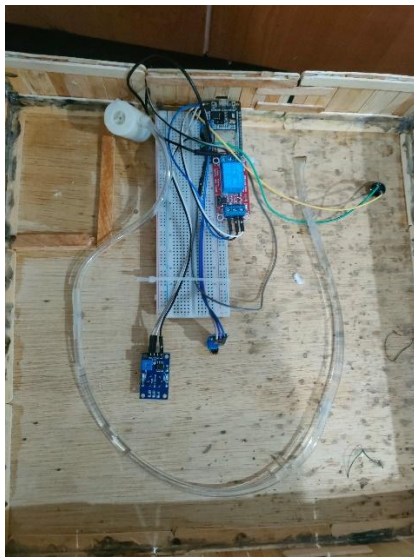
Diagram blok di atas menggambarkan arsitektur sistem kendali kebakaran otomatis yang menggunakan mikrokontroler *ESP32* sebagai pusat kendali utama. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen input dan output yang saling terhubung untuk mendeteksi potensi kebakaran, memberikan peringatan, serta melakukan tindakan otomatis pemadaman.

Pada bagian input, terdapat dua sensor utama, yaitu *Sensor Flame* yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan nyala api, dan *Sensor MQ-2* yang berfungsi untuk mendeteksi asap atau gas berbahaya seperti LPG dan karbon monoksida. Kedua sensor ini mengirimkan sinyal ke *ESP32* untuk dianalisis.

Setelah menerima data dari sensor, *ESP32* akan mengambil keputusan berdasarkan kondisi yang terdeteksi. Jika ditemukan indikasi kebakaran atau gas berbahaya, *ESP32* akan mengaktifkan beberapa output, yaitu:

- *Buzzer*, yang berfungsi sebagai alarm suara lokal untuk memberi peringatan kepada orang di sekitar.
- *Notifikasi Blynk*, yaitu pengiriman pesan peringatan secara real-time ke aplikasi Blynk yang terhubung melalui internet.
- *Relay*, sebagai saklar elektronik yang digunakan untuk mengaktifkan *Pompa Air DC*.
- *Pompa Air DC* akan menyemprotkan air secara otomatis ke area yang terdeteksi api, sebagai upaya pemadaman awal. Seluruh proses berlangsung secara otomatis tanpa intervensi manual, sehingga sistem ini sangat efektif untuk penanganan kebakaran dini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3. Gambar implementasi desain perangkat keras

Gambar 3 merupakan implementasi dari desain perangkat keras yang dibuat diawal, dirangkai sesuai dengan yang telah dirancang. Rangkaian tersebut diletakan pada miniatur apaartemen dengan desain kubus dan dengan jarak 20cm antara atap dan lantai.

Setelah perancangan sistem selesai, pengujian dimulai. Simulasi api dan asap dilakukan secara bertahap untuk mengetahui reaksi sistem kendali.

Tabel 2. Pengujian Sensor Api (*Flame Sensor*)

No	Jarak Api (cm)	Status Deteksi	Waktu Respon (detik)	Respon Sistem
1	5	Terdeteksi	0.8	Pompa aktif, alarm bunyi
2	10	Terdeteksi	1.1	Pompa aktif, alarm bunyi
3	20	Terdeteksi	1.4	Pompa aktif, alarm bunyi
4	30	Tidak terdeteksi	-	Tidak ada respon
5.	40	Tidak terdeteksi	-	Tidak ada respon

Tabel 3. Pengujian Sensor Asap (*MQ-2 Sensor*)

No	Konsentrasi Gas (ppm)	Status Deteksi	Waktu Respon (detik)	Respon Sistem
1	100	Normal	-	Tidak ada respon
2	250	Belum bahaya	1.5	Tidak ada respon
3	310	Bahaya	1.3	Alarm bunyi
4	400	Bahaya	1.2	Alarm bunyi

Tabel 4. Pengujian Overshoot Penyemprotan

Set Point (detik)	Durasi Aktual (detik)	Overshoot (%)
5	8	60%

Setelah pengujian selesai, sistem dapat mendeteksi api dalam jarak ± 10 cm. Waktu respons rata-rata untuk mengaktifkan pompa air adalah 1 detik setelah api terdeteksi. Untuk memadamkan api kecil, sistem bekerja dengan baik dan stabil. Namun, efektivitas berkurang jika api berada di luar jangkauan sensor.

Selain itu, sensor asap sistem dapat mendeteksi asap dalam jangkauan 1 meter. Jika sensor mendeteksi asap dalam jangkauan tersebut, peringatan akan dikirim ke telepon seluler.

Pada pengujian *overshoot*, target atau titik yang ditetapkan adalah 5 detik, waktu yang diharapkan untuk sistem mencapai kondisi stabil. Namun, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memerlukan 8 detik untuk mencapai kondisi tersebut, yang menunjukkan bahwa sistem memerlukan lebih banyak waktu atau lebih lama daripada target.

IV. KESIMPULAN

Sistem kendali kebakaran otomatis berbasis sensor api dan sensor asap menggunakan mikrokontroler ESP32 mampu mendeteksi dan memadamkan api secara cepat dan efektif. Sistem ini dapat diterapkan pada area rumah atau ruang tertutup untuk meningkatkan keamanan kebakaran.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem kendali kebakaran otomatis menggunakan ESP32, sensor api, dan sensor asap

MQ-2, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut: Pertama, Sensor api dan sensor asap berhasil mendeteksi adanya potensi kebakaran. Sensor api mampu mendeteksi nyala api pada jarak hingga 30 cm secara efektif. Pada jarak lebih dari 40 cm, sensor mulai kehilangan sensitivitas, terutama jika posisi sumber api berada pada sudut kemiringan lebih dari 45° terhadap sensor. Sedangkan sensor asap MQ-2 memberikan respons terhadap asap atau gas mudah terbakar pada konsentrasi di atas 300 ppm, dan sistem akan menganggapnya sebagai kondisi bahaya.

Kedua, sistem memberikan respon otomatis berupa Alarm (*buzzer*) berbunyi, sebagai peringatan dini kepada pengguna dan Pompa air menyemprotkan air, sebagai bentuk pemadaman awal terhadap api.

Ketiga, waktu respon sistem terhadap deteksi api atau asap adalah sekitar 1–2 detik. Namun, terdapat overshoot penyemprotan air sebesar 60%, sehingga perlu dilakukan tuning waktu penyemprotan agar lebih efisien dan tidak menyebabkan pemborosan air.

Keempat, secara keseluruhan, sistem yang telah dibuat berfungsi dengan baik, bekerja secara otomatis tanpa kendala, dan dapat membantu mengurangi risiko bahaya dan kerusakan akibat kebakaran skala kecil di lingkungan terbatas.[10]

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Duta Bangsa Surakarta, **khususnya** Program Studi Teknik Informatika, yang telah memberikan dukungan dan fasilitas selama proses penelitian ini berlangsung.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing, Bapak Pramono, M.Kom,

yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama penyusunan jurnal ini.

Tak lupa, kami berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses perancangan, pengujian, dan evaluasi sistem, baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan sistem keamanan kebakaran berbasis mikrokontroler di masa depan.

REFERENSI

- [1] D. Virgian and S. Y. Sakti, "Sistem Pendeteksi Kebakaran Dini Menggunakan Sensor Mq-2 Dan Flame Sensor Berbasis Web," *Konf. Nas. Ilmu Komput.* 2020, pp. 404–410, 2022, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/347506161>
- [2] A. M. Arief Bijaksana and Faridah, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Asap (Smoke) Dalam Ruangan Berbasis Arduino Type R3," *J. Teknol. dan Komput.*, vol. 2, no. 01, pp. 132–136, 2022, doi: 10.56923/jtek.v2i01.63.
- [3] R. S. Rizki, I. D. Sara, and M. Gapy, "Sistem Deteksi Kebakaran Pada Gedung Berbasis Programmable Logic Controller (Plc)," *J. Karya Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 3, pp. 99–104, 2017.
- [4] M. Ridwan, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Berbasis IoT," *J. Sains dan Ilmu Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 35–39, 2021, doi: 10.59061/jsit.v4i1.94.
- [5] F. T. Nugroho, S. Nisworo, and A. Trihasto, "Sistem Kendali Otomatis Fire Sprinkler Berbasis Programmable Logic Controller (Plc)," ... " *Semin. Nas. Ris.* ..., pp. 2–5, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/senaster/article/view/3862%0Ahttps://jurnal.untidar.ac.id/index.php/senaster/article/download/3862/2013>
- [6] J. M. S. Waworudeng, "Desain Sistem Deteksi Asap dan Api Berbasis Sensor, Mikrokontroler dan IoT Design of Smoke and Flame Detection Systems Based on Sensors, Microcontrollers and IoT," *Cogito Smart J.* |, vol. 6, no. 1, 2020.
- [7] C. Edi Widodo, "Pembuatan Alat Pendeteksi Kebakaran Dengan Detektor Asap," *Berk. Fis.*, vol. 6, no. 3, pp. 51–54, 2003.
- [8] A. U. Khasanah, N. Azizah, N. Ilmah, and T. Bahtiar, "Perancangan Sistem Deteksi Kebakaran Menggunakan ESP32 Dengan Notifikasi Blynk," vol. 5, no. 2, 2024.
- [9] B. Kusumo and T. Ardiansyah, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler Esp32," *J. Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 48–68, 2024.
- [10] E. Setyawan, U. Chotijah, and H. D. Bhakti, "Implementasi Pemadam Kebakaran Otomatis Pada Ruangan Menggunakan Pendeteksi Asap Suhu Ruangan Dan Sensor Api Berbasis Esp32 Dengan Metode Fuzzy Sugeno Dan Internet of Things (Iot)," *Indexia*, vol. 3, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.30587/indexia.v3i1.2850.