

Sistem Pendeteksi Kebakaran Otomatis di Rumah Tradisional Betang Suku Dayak

Kholiq Nur Cahyo^{1*}, Ivan Yosa Andriyanto², Radja Zain Nuur rofiif³, Ezra Bagus Alvianto⁴, Rudi Susanto⁵

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa
^{1*}240103165@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa
²240103164@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa
³240103174@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa
⁴240103160@mhs.udb.ac.id

⁵Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Duta Bangsa
⁵rudi_susanto@udb.ac.id

Abstrak Perkembangan teknologi otomasi memberikan peluang untuk mengintegrasikan inovasi digital dengan pelestarian budaya lokal. Proyek ini mengusung konsep pengamanan rumah adat Betang milik suku Dayak melalui pengembangan sistem pendeteksi kebakaran otomatis berbasis mikrokontroler ESP Wemos D1 Mini. Sistem ini dilengkapi dengan sensor api inframerah IR Flame Sensor yang mampu mendeteksi keberadaan nyala api dan secara otomatis mengaktifkan buzzer dan LED sebagai peringatan. Tahapan pembuatan meliputi desain miniatur rumah Betang, perancangan sistem elektronik, pemrograman mikrokontroler, dan integrasi seluruh komponen ke dalam model fisik. Komponen yang digunakan meliputi sensor api, LED merah, buzzer, breadboard, dan kabel jumper, yang dikendalikan oleh ESP Wemos D1 Mini. Pengujian dilakukan dengan mendekatkan api ke sensor pada jarak 1 cm hingga 15 cm. Hasil menunjukkan bahwa sistem mendeteksi api secara optimal hingga jarak 10 cm, dengan respon yang cepat dan akurat. Keberhasilan deteksi menurun signifikan pada jarak di atas 11 cm. Dengan respons yang stabil dan kinerja yang konsisten, proyek ini tidak hanya berhasil menunjukkan fungsi dasar dari sistem deteksi kebakaran sederhana, tetapi juga menjadi media edukatif dalam mengenalkan konsep mikrokontroler dan Internet of Things, serta sebagai upaya pelestarian budaya melalui pendekatan teknologi aplikatif.

Kata kunci— kebakaran, rumah adat Betang, sensor api, ESP Wemos D1 Mini, sistem deteksi dini

Abstract— The advancement of automation technology presents opportunities to integrate digital innovation with the preservation of local culture. This project adopts the concept of protecting the traditional Betang house of the Dayak tribe by developing an automatic fire detection system based on the ESP Wemos D1 Mini microcontroller. The system is equipped with an infrared flame sensor IR Flame Sensor capable of detecting the presence of fire and automatically activating a buzzer and LED as warning indicators. The development stages include the design of a Betang house miniature, the construction of the electronic system, microcontroller programming, and the integration of all components into the physical model. Components used in the system include the flame sensor, red LED, buzzer, breadboard, and jumper wires, all controlled by the ESP Wemos D1 Mini. Testing was conducted by placing a flame near the sensor at distances ranging from 1 cm to 15 cm. The results showed that the system effectively detected fire up to a distance of 10 cm, with fast and accurate responses. Detection success decreased significantly at distances beyond 11 cm. With stable response and consistent performance, this project not only demonstrates the fundamental function of a basic fire detection system but also serves as an educational tool to introduce microcontroller and Internet of Things concepts, while promoting cultural preservation through an applicative technological approach.

Keywords— fire detection, Betang house, flame sensor, ESP Wemos D1 Mini, early warning system

I. PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan salah satu bencana yang memiliki dampak merugikan baik dari sisi ekonomi, sosial, maupun budaya. Di Indonesia, tingkat kejadian kebakaran bangunan cukup tinggi, dengan rata-rata sekitar 1.000 kasus per tahun [1]. Rumah tradisional seperti rumah adat

Betang milik suku Dayak juga tidak luput dari ancaman ini, terlebih karena konstruksinya yang didominasi bahan kayu yang mudah terbakar. Beberapa peristiwa kebakaran besar pernah terjadi di rumah Betang, seperti insiden tahun 2017 di Desa Sayut, Kalimantan Barat dan peristiwa pada Maret 2025 di Dusun Kekurak

yang menyebabkan kerugian mencapai Rp8 miliar [2].

Minimnya sistem peringatan dini dan pengawasan instalasi listrik menjadi faktor penyebab utama cepatnya penyebaran api. Untuk menjawab permasalahan tersebut, diperlukan sistem deteksi kebakaran yang cepat, efektif, dan terjangkau, serta sesuai dengan karakteristik bangunan tradisional. Pemanfaatan teknologi mikrokontroler dan sensor api berbasis Internet of Things menjadi solusi potensial untuk mendeteksi kebakaran secara otomatis dan real-time [3].

Penelitian ini bertujuan merancang sistem deteksi kebakaran otomatis berbasis mikrokontroler ESP Wemos D1 Mini yang dilengkapi dengan sensor api. Sistem ini dikembangkan dalam bentuk miniatur rumah adat Betang dan diuji coba untuk mengetahui efektivitas deteksi serta respon alarm yang diberikan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen rekayasa perangkat keras, yaitu suatu metode yang bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sistem berbasis teknologi sesuai dengan tujuan tertentu. Dalam konteks ini, sistem yang dibangun adalah prototipe deteksi kebakaran otomatis yang diimplementasikan pada miniatur rumah adat Betang. Langkah-langkah dalam metode ini mencakup:

II.1 Identifikasi Masalah

Rumah adat Betang merupakan bangunan tradisional suku Dayak yang memiliki nilai historis dan budaya tinggi. Namun, struktur bangunannya yang mayoritas terbuat dari kayu menjadikannya sangat rentan terhadap bahaya kebakaran. Berdasarkan beberapa kasus kebakaran sebelumnya, banyak rumah Betang yang mengalami kerusakan parah akibat tidak adanya sistem peringatan dini maupun upaya mitigasi modern. Selain itu, kurangnya edukasi dan penerapan teknologi pada bangunan tradisional menyebabkan potensi kebakaran tidak dapat dideteksi secara cepat dan akurat.

Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah:

1. Tidak adanya sistem deteksi dini kebakaran yang terintegrasi pada bangunan rumah adat.
2. Minimnya pemanfaatan teknologi mikrokontroler dan sensor dalam upaya pelestarian serta perlindungan fisik bangunan tradisional.
3. Kurangnya media edukatif berbasis teknologi yang dapat digunakan untuk mengajarkan konsep keamanan dan pelestarian budaya secara bersamaan.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah solusi berbasis teknologi sederhana namun efektif yang dapat memberikan peringatan secara otomatis jika terdeteksi api, dan dapat diimplementasikan pada bangunan tradisional seperti rumah adat Betang.

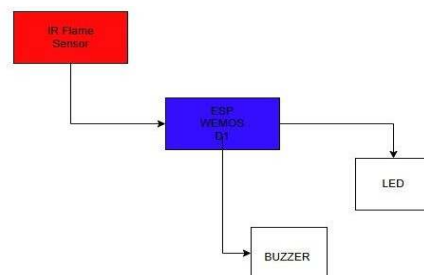
II.2 Perancangan Sistem

A. Diagram Blok

Sistem pendeteksi kebakaran ini terdiri dari input, proses, dan output. Bagian input menggunakan IR Flame Sensor yang berfungsi mendeteksi cahaya inframerah dari nyala api. Sensor ini ditempatkan di dalam miniatur rumah Betang pada posisi yang memungkinkan untuk mendeteksi api secara langsung.

Proses dilakukan oleh mikrokontroler ESP Wemos D1 Mini, yang menerima sinyal dari sensor kemudian memprosesnya. Jika terdeteksi adanya api, mikrokontroler akan mengirimkan sinyal ke komponen output.

Bagian output terdiri dari LED merah sebagai indikator visual dan buzzer sebagai peringatan suara. Keduanya diaktifkan secara otomatis ketika nyala api terdeteksi oleh sistem.



Gambar 1. Diagram blok

B. Flowchart

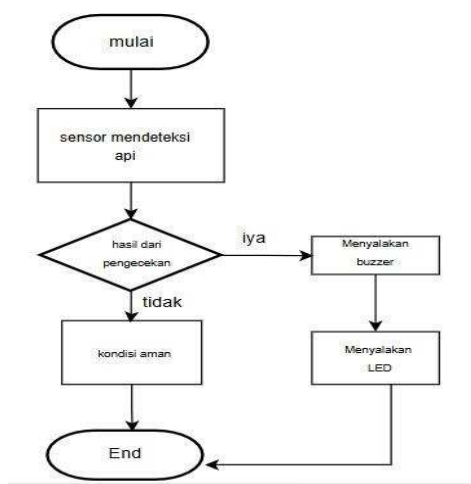
Flowchart sistem ini menggambarkan proses otomatisasi deteksi kebakaran mulai dari inialisasi perangkat hingga pemberian peringatan visual dan audio. Sistem diawali dari status "Mulai", di mana ESP Wemos D1 Mini akan menjalankan proses inialisasi sensor IR Flame, pin output untuk LED dan buzzer, serta pengaturan komunikasi serial jika diperlukan debugging.

Setelah inialisasi selesai, sistem masuk ke dalam loop pemantauan, di mana ESP Wemos D1 Mini secara terus-menerus membaca sinyal digital dari IR Flame Sensor. Jika sensor tidak mendeteksi api, maka mikrokontroler akan mengembalikan sistem ke posisi monitoring.

Namun, jika sensor mendeteksi adanya nyala api berdasarkan ambang batas nilai digital biasanya LOW, maka sistem akan menjalankan output logic, yaitu mengaktifkan LED dan buzzer secara bersamaan sebagai tanda peringatan.

Sebelum mengaktifkan output, sistem juga dapat disisipi delay singkat untuk menghindari false trigger akibat gangguan cahaya sesaat. Setelah LED dan buzzer aktif, sistem akan tetap berada dalam mode alarm selama api terdeteksi.

Jika sinyal dari sensor kembali normal (tidak ada api), sistem akan menonaktifkan LED dan buzzer, lalu kembali ke loop monitoring[5].



Gambar 2. Flowchart

C. Desain Kearifan Lokal

Desain rumah adat Betang dibuat menggunakan SketchUp untuk merepresentasikan arsitektur tradisional suku Dayak secara visual sebelum dibuat dalam

bentuk miniatur. Rumah dirancang berbentuk panggung memanjang dengan atap pelana, tangga di bagian depan, dan ruangan komunal yang luas, sesuai dengan fungsi sosial budaya Betang sebagai tempat tinggal bersama. Elemen khas seperti pilar penyangga dan ornamen Dayak turut ditampilkan untuk menonjolkan nilai kearifan lokal. Desain ini menjadi acuan dalam pembangunan fisik miniatur serta penempatan sistem deteksi kebakaran otomatis secara proporsional tanpa mengganggu struktur budaya bangunan[6],[7].



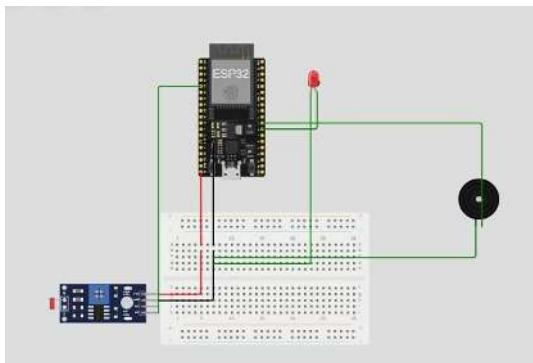
Gambar 5. Desain Rumah Betang

II.3 Perancangan Alat Keras

A. Desain pengkabelan

Desain pengkabelan proyek ini menggunakan topologi terpusat pada breadboard, dengan ESP Wemos D1 Mini sebagai pusat pengendali. IR Flame Sensor memiliki tiga pin utama, yaitu VCC yang dihubungkan ke pin 3.3V pada ESP Wemos D1 Mini, GND ke pin ground, dan pin digital output yang dihubungkan ke salah satu pin input digital pada ESP, misalnya D5. Sementara itu, LED merah terhubung langsung ke pin digital output, seperti D6, tanpa menggunakan resistor. Buzzer aktif dihubungkan ke pin output digital lainnya, seperti D7, dan kaki GND buzzer langsung disambungkan ke ground pada ESP.

Kabel jumper male-to-male digunakan untuk semua koneksi antar pin, dan seluruh rangkaian diletakkan di atas breadboard untuk memudahkan perakitan ulang atau proses troubleshooting. Kabel USB digunakan sebagai sumber daya utama sekaligus jalur komunikasi saat pemrograman mikrokontroler melalui Arduino IDE [4], [6], [7].



Gambar 3. Desain Pengkabelan

B. Versatile Circuit Board

VCB berfungsi sebagai media utama tempat penyusunan seluruh komponen elektronik. Board ini memiliki jalur tembaga yang memungkinkan sambungan antar komponen secara permanen menggunakan timah dan solder[6].

C. Kabel Jumper

Kabel jumper digunakan untuk menghubungkan pin antar komponen, seperti dari ESP Wemos D1 Mini ke sensor atau LED. Kabel ini tersedia dalam tipe male-to-male, male-to-female, dan female-to-female[6].

D. ESP Wemos D1 Mini

ESP Wemos D1 Mini adalah mikrokontroler berbasis ESP8266 dengan konektivitas Wi-Fi. Pada proyek ini, Wemos D1 berfungsi sebagai unit kendali utama yang memproses data dari sensor api dan mengaktifkan output sesuai kondisi[3], [4].

E. Buzzer

Buzzer digunakan sebagai indikator suara untuk memberikan peringatan kebakaran. Buzzer jenis aktif digunakan karena hanya membutuhkan sinyal HIGH untuk berbunyi[6].

F. IR Flame Sensor

IR Flame Sensor berfungsi untuk mendeteksi cahaya inframerah yang berasal dari nyala api. Sensor ini memiliki tiga pin utama: VCC, GND, dan D0 (Digital Output)[6], [8], [10].

G. LED Merah

LED merah berfungsi sebagai indikator visual ketika nyala api terdeteksi oleh sensor[3].

II.4 Perngujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan mendekatkan api dari korek/lilin ke arah sensor dengan jarak

1cm-15cm. Hasil pengujian dicatat untuk mengetahui pada jarak berapa sensor dapat mendeteksi api dan memberikan respons LED menyala dan buzzer berbunyi.

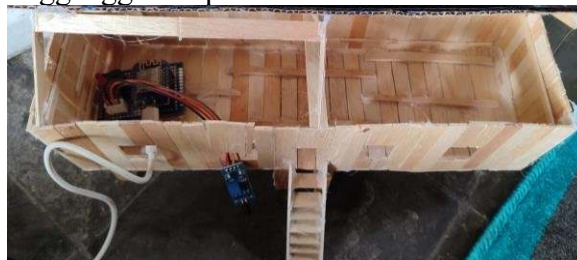
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan cara memasang seluruh rangkaian perangkat keras pada miniatur rumah adat Betang yang telah dirakit sebelumnya. Sistem ini terdiri dari mikrokontroler ESP Wemos D1 Mini, IR Flame Sensor, LED sebagai indikator visual, dan buzzer sebagai alarm suara. Perakitan dilakukan di atas VCB agar koneksi antar komponen lebih kokoh dan rapi.

IR Flame Sensor diletakkan pada bagian tengah ruangan miniatur untuk mendeteksi keberadaan api secara langsung. LED dan buzzer diletakkan di sisi luar dinding depan rumah, agar peringatan visual dan suara dapat terlihat dan terdengar dengan jelas. ESP Wemos D1 Mini serta rangkaian daya ditempatkan di bagian bawah miniatur untuk menjaga estetika dan keamanan.

Pemasangan dilakukan dengan pendekatan modular, sehingga komponen dapat dilepas dan dirangkai ulang dengan mudah. Hasil akhir menunjukkan bahwa perangkat keras menyatu secara harmonis dengan struktur miniatur, tanpa mengganggu tampilan asli rumah adat.



Gambar 12. Perangkat Keras Sistem

Selain implementasi perangkat keras, sistem ini juga memerlukan dukungan perangkat lunak berupa pemrograman mikrokontroler. Kode ini dirancang untuk mengaktifkan LED dan buzzer sebagai respons terhadap deteksi nyala api oleh sensor IR Flame. Ketika sensor mendeteksi adanya api ditandai dengan keluaran digital LOW, sistem akan menyalakan LED dan buzzer selama 1 detik sebagai bentuk peringatan. Sebaliknya, jika tidak ada api terdeteksi

keluaran HIGH, sistem hanya akan menampilkan status "No flame detected" melalui serial monitor tanpa mengaktifkan output. Program ini berjalan secara kontinu dalam loop, sehingga memungkinkan sistem mendeteksi kebakaran secara real-time dan memberikan peringatan dini. Sistem ini dapat dimanfaatkan untuk aplikasi seperti alarm kebakaran otomatis pada rumah tradisional atau ruangan yang rentan terhadap api [4], [6].

```

1 #define sensorPin D0 //Deklarasi sensor terhubung pada pin D0
2 int bacaSensor = 0; // nilai awal sensor 0
3 #define ledPin D3
4 #define buzzerPin D6
5
6 void setup() {
7   pinMode(sensorPin, INPUT); //Deklarasi variabel sensor sebagai input
8   pinMode(ledPin, OUTPUT);
9   pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
10  Serial.begin(115200);
11 }
12
13 void loop() {
14   bacaSensor = digitalRead(sensorPin); // Instruksi untuk membaca nilai digital sensor
15   if (bacaSensor == HIGH) { // Instruksi untuk mengaktifkan LED Merah jika api terdeteksi
16     Serial.print("Digital value: "); // tampilkan nilai digital sensor pada serial monitor
17     Serial.println(bacaSensor);
18     Serial.println("flame detected"); // Menampilkan karakter pada serial monitor
19     digitalWrite(ledPin, HIGH);
20     digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
21     delay(1000);
22     digitalWrite(ledPin, LOW);
23     digitalWrite(buzzerPin, LOW);
24   }
25   else {
26     Serial.print("Digital value: "); //Instruksi untuk mengaktifkan LED Hijau jika tidak ada api
27     Serial.println(bacaSensor);
28     Serial.println("No flame detected"); // Menampilkan karakter pada serial monitor
29     delay(1000);
30   }
31 }
    
```

Gambar 13. Code Program

III.2 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan dengan mendekatkan api menggunakan korek api ke arah IR Flame Sensor pada jarak 1 cm - 15 cm. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan jarak efektif deteksi sensor serta respon sistem terhadap keberadaan api.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor dan Output

Pengujian ke-	Jarak Api (cm)	Sensor IR Flame	LED & Buzzer
1	1	Mendeteksi	Menyala
2	2	Mendeteksi	Menyala
3	3	Mendeteksi	Menyala
4	4	Mendeteksi	Menyala
5	5	Mendeteksi	Menyala
6	6	Mendeteksi	Menyala
7	7	Mendeteksi	Menyala
8	8	Mendeteksi	Menyala
9	9	Mendeteksi	Menyala
10	10	Mendeteksi	Menyala
11	11	Tidak Mendeteksi	Tidak Menyala
12	12	Tidak Mendeteksi	Tidak Menyala
13	13	Tidak Mendeteksi	Tidak Menyala
14	14	Tidak Mendeteksi	Tidak Menyala
15	15	Tidak Mendeteksi	Tidak Menyala

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa jarak efektif deteksi IR

Flame Sensor berada pada kisaran 5–15 cm. Pada jarak ini, sensor mampu secara konsisten mendeteksi api dan memicu output. Ketika jarak lebih dari 15 cm, intensitas cahaya inframerah dari api mulai melemah sehingga sensor tidak lagi dapat mengenalinya sebagai sinyal valid.

Sistem secara keseluruhan menunjukkan kinerja yang stabil, dengan respon cepat dan sinkron antara sensor, mikrokontroler, dan output. LED merah menyala dan buzzer berbunyi hampir tanpa jeda saat api terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi perangkat keras dan pemrograman berjalan dengan baik dan sesuai desain.

Sistem ini terbukti efektif sebagai prototipe peringatan dini kebakaran, terutama pada bangunan berbahan kayu seperti rumah adat Betang, yang rentan terhadap penyebaran api. Selain itu, implementasi pada miniatur juga memberikan aspek edukatif bagi pengguna atau pelajar yang ingin memahami konsep dasar sistem keamanan berbasis IoT dan mikrokontroler[6], [8], [9].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi kebakaran otomatis berbasis ESP Wemos D1 Mini dan IR Flame Sensor berhasil berfungsi dengan baik pada miniatur rumah adat Betang. Sistem ini mampu mendeteksi keberadaan api secara otomatis dalam jarak efektif 1 hingga 10 cm, dan secara real-time mengaktifkan LED sebagai indikator visual serta buzzer sebagai alarm suara.

Implementasi perangkat keras pada miniatur rumah menunjukkan bahwa alat dapat dipasang tanpa mengganggu bentuk serta estetika arsitektur bangunan tradisional. Hal ini menunjukkan bahwa sistem ini tidak hanya layak digunakan sebagai sarana mitigasi dini terhadap kebakaran, tetapi juga dapat diterapkan dalam bentuk edukatif, pelestarian budaya, dan pengenalan teknologi Internet of Things kepada masyarakat atau pelajar.

Dengan pendekatan teknologi sederhana, biaya terjangkau, dan respons cepat, proyek ini memberikan solusi efektif dalam menjaga

keselamatan rumah tradisional yang rentan terhadap bahaya kebakaran. Sistem ini diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan fitur notifikasi jarak jauh atau sistem pemadaman otomatis di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama proses penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada rekan satu tim atas kerja sama dan dedikasi dalam perancangan serta pengujian sistem pendeteksi kebakaran otomatis. Tak lupa, apresiasi diberikan kepada pihak-pihak yang telah menyediakan dokumentasi, referensi teknis, serta fasilitas yang mendukung kelancaran proyek ini. Semoga artikel ini dapat memberikan manfaat dan menjadi inspirasi untuk pengembangan proyek-proyek teknologi berbasis pelestarian budaya di masa mendatang.

REFERENSI

- [1] Antara Kalbar, "Kebakaran rumah betang 20 pintu di perbatasan RI-Malaysia, 78 jiwa terdampak," *Antara News*, Mar. 21, 2025. [Online]. Available: <https://kalbar.antaranews.com/berita/550929/kebakaran-rumah-betang-20-pintu-di-perbatasan-ri-malaysia-78-jiwa-terdampak>
- [2] Borneonews, "Rumah Betang di Kapuas Hulu terbakar hebat, belasan kepala keluarga kehilangan tempat tinggal," *Borneonews*, Dec. 11, 2017. [Online]. Available: <https://www.borneonews.co.id/berita/78459-rumah-betang-di-kapuas-hulu-terbakar-hebat>
- [3] D. R. Rokhayana, R. Susanto, and M. Muhtarom, "Sistem Pemantauan Kebakaran pada Kantor Kecamatan Jebres dengan Modul ESP32 Berbasis Internet of Things," *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, vol. 14, no. 2, pp. 336–344, Apr. 2025. DOI: 10.30591/smartcomp.v14i2.7382
- [4] Q. Qirom, U. Albab, and R. Wikaningtyas, "Peningkatan keterampilan pemrograman Arduino siswa melalui pelatihan simulator Wokwi," *Jurnal Masyarakat Mandiri (JMM)*, vol. 9, no. 1, Artikel 28534, 2025. DOI: 10.31764/jmm.v9i1.28534
- [5] I. A. Ridlo, "Pedoman pembuatan flowchart," *OSF*, 2017. [Online]. Available: <https://osf.io/nxy52/download>
- [6] M. R. Wibowo, R. Setiawan, and H. Kurniawan, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Kebakaran Otomatis Menggunakan Flame Sensor Berbasis Arduino," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, vol. 8, no. 1, pp. 12–18, 2022.
- [7] S. H. Yusriadi, "Rumah Adat Betang: Makna, Fungsi, dan Filosofi dalam Budaya Dayak," *Jurnal Arsitektur Nusantara*, vol. 5, no. 2, pp. 77–84, 2020.
- [8] Y. Maulana and D. P. Wulandari, "Sistem Peringatan Dini Kebakaran Menggunakan Sensor Api dan Mikrokontroler," in *Proc. SEMNASTEK*, 2023, pp. 112–117.
- [9] T. S. Firmansyah and M. D. Pratama, "Pengembangan Media Edukasi Mikrokontroler Berbasis IoT untuk Rumah Pintar," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 11, no. 3, pp. 210–218, 2023.
- [10] "S. S. Sharma and R. Singh, 'An efficient fire detection and monitoring system using Arduino and flame sensor,' *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, vol. 9, no. 3, pp. 45–50, Feb. 2020. DOI: 10.35940/ijeat.C6950.029320"