

LABSAVE: SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN IOT TERINTEGRASI UNTUK LABORATORIUM TEKNIK

Teguh Kurniawan^{1*}, Muhammad Erik², Zikri Hanafi³, Yuliarman Saragih⁴

^{1,2,3,4}Universitas Singaperbangsa Karawang; Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Indonesia; (0267) 641177

Keywords:

Kebakaran, Flame, MQ-135, DHT22.

Correspondent Email:

2110631160074@student.unsika.ac.id



JITET is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Abstrak. Kebakaran di lingkungan laboratorium dan ruangan lainnya dapat menyebabkan kerusakan serius dan membahayakan keselamatan. Oleh karena itu, sistem deteksi kebakaran yang cepat dan efektif sangat diperlukan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem deteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat mendeteksi api, kualitas udara, dan suhu, serta memberikan notifikasi secara real-time kepada pihak terkait. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi penggunaan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor flame, MQ-135, dan DHT22, serta aplikasi Blynk dan WhatsApp untuk pemberitahuan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi kebakaran hingga jarak 40 cm, serta mengukur kualitas udara dan suhu dengan akurasi yang memadai. Selain itu, sistem berhasil memberikan peringatan secara otomatis kepada pengelola laboratorium melalui buzzer dan notifikasi WhatsApp. Sistem ini dapat diandalkan untuk meningkatkan respon terhadap bahaya kebakaran dan mempercepat tindakan pencegahan. Kesimpulannya, alat ini memberikan solusi inovatif dalam pemantauan dan pengendalian kebakaran secara real-time, yang dapat diimplementasikan di berbagai fasilitas untuk meningkatkan keselamatan.

Abstract. Fires in laboratory environments and other rooms can cause serious damage and jeopardize safety. Therefore, a fast and effective fire detection system is needed. This research aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based fire detection system that can detect fire, air quality, and temperature, and provide real-time notifications to relevant parties. The methods used in this research include the use of an ESP32 microcontroller connected to flame, MQ-135, and DHT22 sensors, as well as Blynk and WhatsApp applications for notification. The test results show that the system can detect fires up to 40 cm away, as well as measure air quality and temperature with sufficient accuracy. In addition, the system successfully provides automatic alerts to laboratory managers through buzzers and WhatsApp notifications. The system can be relied upon to improve response to fire hazards and speed up preventive measures. In conclusion, this tool provides an innovative solution in real-time fire monitoring and control, which can be implemented in various facilities to improve safety.

1. PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan salah satu musibah yang dapat terjadi secara tiba-tiba dan menimbulkan dampak yang sangat merugikan, baik material maupun korban jiwa. Berdasarkan

data dari Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2023 Jakarta Barat mencatatkan sebanyak 467 kejadian kebakaran, yang mayoritas disebabkan oleh faktor-faktor seperti gas, lilin, dan pembakaran sampah [1]. Kejadian-kejadian

ini memperlihatkan bahwa kebakaran bisa terjadi di mana saja, termasuk di tempat-tempat yang memiliki risiko tinggi seperti laboratorium, yang sering melibatkan bahan-bahan kimia dan alat berbahaya.

Laboratorium teknik, sebagai salah satu area dengan risiko kebakaran tinggi, memerlukan sistem proteksi kebakaran yang lebih canggih dan efektif. Banyaknya bahan kimia dan peralatan yang mudah terbakar di laboratorium meningkatkan potensi terjadinya kebakaran. Sebagai contoh, pada 27 Mei 2024, terjadi kebakaran di Kampus Universitas Trisakti yang disebabkan oleh korsleting listrik pada sebuah bus yang terparkir di depan gedung. Kebakaran ini berhasil dipadamkan setelah sekitar 95 menit oleh petugas pemadam kebakaran, dan tidak ada korban jiwa yang dilaporkan. Namun, kejadian ini menunjukkan betapa pentingnya memiliki sistem deteksi dini dan proteksi kebakaran yang tepat di area-area yang berisiko tinggi seperti kampus [2].

Gedung-gedung di Universitas memiliki berbagai faktor risiko kebakaran, seperti instalasi listrik yang rentan, serta adanya bahan-bahan mudah terbakar seperti kertas, kayu, dan berbagai bahan lainnya. Untuk itu, pencegahan kebakaran sangat penting dilakukan dengan cara mengurangi potensi bahaya kebakaran. Setiap gedung harus dilengkapi dengan peraturan yang sesuai standar keamanan dan sarana proteksi kebakaran yang memadai. Penyediaan sistem deteksi kebakaran yang efektif, alarm kebakaran yang dapat memberikan tanda bahaya dengan cepat, serta alat pemadam api ringan yang bisa digunakan saat kebakaran kecil terjadi, menjadi langkah-langkah yang tidak bisa diabaikan. Selain itu, sistem sprinkler dan hidran juga harus tersedia untuk mengurangi dampak kebakaran dan meningkatkan keselamatan penghuni gedung [3].

Kasus kebakaran merupakan salah satu bentuk kecelakaan yang membutuhkan perhatian khusus dan memerlukan langkah-langkah pencegahan yang tepat. Salah satunya adalah melalui manajemen risiko kebakaran, yang sangat penting untuk menjaga kelangsungan kegiatan atau usaha yang rentan terhadap bencana seperti kebakaran [4]. Manajemen risiko kebakaran membantu dalam mengidentifikasi potensi bahaya dan menerapkan langkah-langkah mitigasi untuk

mengurangi atau bahkan menghilangkan kemungkinan terjadinya kebakaran. Salah satu bentuk sistem yang diperlukan adalah sistem tanggap darurat kebakaran, yang dapat memberikan informasi darurat dan peringatan kebakaran secara real-time, serta memastikan sarana proteksi aktif dan pasif berfungsi dengan baik [5].

Beberapa penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Malvin Valerian Gultom dkk. (2025), telah mengembangkan sistem deteksi kebakaran berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32, yang mampu mengirimkan notifikasi kebakaran melalui email kepada pemilik sistem. Namun, sistem ini hanya berfungsi untuk memberikan peringatan kebakaran tanpa adanya langkah tindak lanjut, seperti tindakan pemadaman otomatis [6]. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sistem deteksi kebakaran berbasis IoT sudah ada, masih terdapat kekurangan dalam hal respons otomatis yang cepat dan perlindungan lebih lanjut setelah deteksi kebakaran.

Penelitian ini hadir untuk mengatasi kesenjangan tersebut dengan mengembangkan "LabSave", sebuah sistem deteksi kebakaran berbasis IoT yang tidak hanya memberikan peringatan kebakaran, tetapi juga langsung mengambil tindakan pencegahan dengan mengaktifkan pompa air secara otomatis untuk memadamkan api. Ini memberikan keunikan dari sistem yang ada sebelumnya dengan menambahkan fitur proteksi aktif, yang akan meningkatkan keselamatan lebih lanjut di area-area yang rentan kebakaran, seperti laboratorium teknik.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan alat deteksi kebakaran berbasis IoT, yang kami sebut "LabSave," yang mampu mendeteksi kebakaran sejak dini, mengaktifkan sistem pemadaman kebakaran, serta memberikan peringatan secara otomatis. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan keselamatan di laboratorium teknik dan mengurangi potensi kerusakan dan korban jiwa akibat kebakaran yang terlambat terdeteksi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mikrokontroler ESP32 WROOM

Mikrokontroler ESP32 adalah sebuah System on Chip (SoC) yang dilengkapi dengan konektivitas WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi

4.2, serta berbagai peripheral lainnya. ESP32 merupakan chip yang memiliki fitur lengkap, dengan prosesor, penyimpanan, serta kemampuan akses melalui GPIO (General Purpose Input Output). Dibandingkan dengan Arduino, ESP32 menawarkan kemampuan untuk terhubung langsung ke Wi-Fi, menjadikannya pilihan yang fleksibel dalam pengembangan sistem berbasis jaringan [7].

Berikut adalah beberapa spesifikasi dari ESP32: Board ini tersedia dalam dua versi, yaitu dengan 30 GPIO dan 36 GPIO. Meskipun kedua versi tersebut memiliki fungsi yang serupa, versi dengan 30 GPIO lebih sering dipilih karena menyediakan dua pin GND. Semua pin pada board ini diberi label yang jelas di bagian atasnya, sehingga memudahkan pengenalan dan penyambungan. Board ini juga memiliki antarmuka USB to UART, yang memungkinkan pengguna untuk memprogramnya menggunakan platform pengembangan aplikasi seperti Arduino IDE. Board ini dapat memperoleh daya melalui konektor micro USB [8].

2.2. IR Infrared Flame Detection Sensor

Sensor Pendeteksi Api Infrared (IR Flame Detection Sensor) berfungsi untuk mendeteksi kebakaran dengan mengidentifikasi sumber api. Sensor ini bekerja pada rentang panjang gelombang antara 760 nm hingga 1100 nm, dengan sudut pembacaan sekitar 60°. Kemampuan ini memungkinkan sensor untuk mendeteksi cahaya dan nyala api dengan akurat, menjadikannya komponen yang sangat efektif dalam sistem deteksi kebakaran [9].

Prinsip kerja sensor ini didasarkan pada metode optik, di mana transduser berbasis infra merah digunakan untuk mendeteksi cahaya yang dipancarkan oleh api. Transduser ini dapat membedakan antara spektrum cahaya yang dihasilkan oleh sumber cahaya lain, seperti lampu, dan cahaya api. Karena kemampuannya untuk mendeteksi penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu, sensor ini sangat ideal digunakan dalam aplikasi deteksi kebakaran [6].

2.3. DHT22

DHT22 adalah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban dengan akurasi yang tinggi. Sensor ini menggabungkan teknologi akuisisi sinyal

digital yang dikalibrasi, memberikan keandalan tinggi dan stabilitas jangka panjang yang luar biasa [10]. DHT22 menggunakan dua teknologi penginderaan utama, yaitu teknologi kapasitif untuk mengukur kelembaban dan termistor untuk mendeteksi suhu. Hal ini memungkinkan sensor ini untuk memberikan hasil pengukuran yang akurat, menjadikannya pilihan yang ideal untuk aplikasi yang membutuhkan pemantauan kondisi lingkungan secara tepat, seperti pada penyimpanan barang-barang yang sensitif terhadap perubahan suhu dan kelembaban [11].

Spesifikasi teknis dari DHT22 meliputi rentang suhu dari -40°C hingga 80°C, dengan rentang kelembaban antara 0% hingga 100% RH. Sensor ini bekerja pada tegangan input antara 3,3 hingga 6 VDC dan menggunakan sistem komunikasi serial dua arah (single-wire). DHT22 memiliki akurasi pengukuran suhu $\pm 2^\circ\text{C}$ dan kelembaban $\pm 5\%$ RH. Spesifikasi ini menunjukkan bahwa DHT22 cocok digunakan untuk aplikasi yang memerlukan pengukuran suhu dan kelembaban dengan tingkat ketelitian yang cukup tinggi, terutama dalam lingkungan yang membutuhkan pengawasan ketat [12].

2.4. Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronik yang mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara, sering digunakan sebagai indikator atau alarm dalam berbagai sistem. Dalam sistem deteksi kebakaran, buzzer berfungsi untuk memberikan peringatan suara ketika sensor mendeteksi adanya api atau perubahan suhu yang signifikan. Buzzer ini dapat diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti Arduino atau sistem pengendali lainnya, yang memungkinkan pengguna untuk mendengar suara peringatan seperti bunyi sirine atau bel, yang menandakan adanya kebakaran di sekitar area sensor [6][8].

2.5. Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah alat pengukur gas yang digunakan untuk mendeteksi berbagai jenis gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), amonia (NH₃), sulfur dioksida (SO₂), dan gas-gas lainnya yang dapat mempengaruhi kualitas udara. Cara kerja sensor ini adalah dengan mengukur perubahan resistansi yang terjadi ketika gas terdeteksi di sekitar sensor. Ketika gas yang relevan terdeteksi, resistansi sensor akan berubah,

menghasilkan output analog berupa tegangan atau arus listrik. Sensor MQ-135 sering digunakan dalam berbagai aplikasi yang berkaitan dengan pengukuran kualitas udara, seperti pada sistem deteksi kebakaran, pengaturan ventilasi, atau alat pemantau kualitas udara dalam ruangan. Dengan menggunakan sensor ini, pengguna dapat memantau kondisi udara dan melakukan langkah-langkah yang diperlukan untuk menjaga lingkungan tetap sehat dan aman [13].

2.6. Pompa DC

Pompa DC adalah pompa air yang digerakkan oleh motor listrik yang menggunakan arus searah (DC) sebagai sumber tenaga. Pompa ini sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan efisiensi energi tinggi dan kontrol yang presisi terhadap kecepatan motor. Pompa DC banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, seperti sistem irigasi pertanian, penyemprotan pestisida, dan penyediaan air di lokasi-lokasi yang tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN, karena kemampuannya untuk bekerja secara optimal meskipun dengan sumber daya listrik terbatas [14].

Keunggulan dari pompa DC termasuk efisiensi energi yang tinggi dan kemampuan untuk mengatur kecepatan motor dengan baik, yang sering dikendalikan menggunakan metode kontrol seperti PID untuk menjaga kestabilan aliran air atau tingkat cairan dalam tangki. Pompa ini juga sangat cocok untuk aplikasi submersible dengan debit kecil dan head statis tinggi, seperti pada pompa submersible rotor heliks. Secara keseluruhan, pompa DC memberikan solusi efisien dan praktis dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan pengaturan aliran air yang tepat dan konsumsi energi yang minimal [14].

2.7. Relay

Relay merupakan komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar listrik. Komponen ini bekerja dengan bantuan arus listrik, yang memungkinkan relay untuk mengendalikan aliran arus listrik yang besar. Sebagai bagian penting dalam sistem elektronik, relay juga digunakan untuk mengimplementasikan logika *switching*. Relay terdiri dari dua bagian utama, yaitu coil (kumparan) dan contact (kontak). Coil adalah

gulungan kawat yang dialiri arus listrik, sementara contact berfungsi sebagai saklar yang pergerakannya bergantung pada ada tidaknya arus pada coil. Prinsip kerja relay didasarkan pada pembentukan medan magnet yang dihasilkan oleh coil ketika arus mengalir melalui kawat gulungan tersebut, yang kemudian menggerakkan saklar [10].

Fungsi utama relay adalah untuk memisahkan rangkaian satu dengan yang lainnya, memberikan perlindungan agar tidak ada saluran yang saling terhubung secara langsung. Setiap saluran pada modul relay memiliki tiga koneksi, yaitu NC (Normally Closed), COM (Common), dan NO (Normally Open). NC dan NO digunakan untuk menghubungkan sumber listrik (kabel fasa) dengan terminal SPO. Relay ini menggunakan jenis kontak Normally Closed (NC), yang berarti pada kondisi arus normal, sambungan antara sumber dan SPO akan tertutup. Namun, ketika terjadi arus berlebih, kontak ini akan otomatis terbuka dan memutuskan aliran listrik. Bagian coil relay dihubungkan dengan pin pengendali NodeMCU melalui switch transistor untuk mengontrol pengoperasiannya [15].

2.8. Blynk

Blynk adalah platform yang memungkinkan pengendalian perangkat seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, dan perangkat serupa lainnya melalui internet pada sistem operasi iOS maupun Android. Penggunaan aplikasi Blynk sangat mudah, baik pada perangkat Android maupun iOS. Aplikasi ini tidak terikat pada komponen atau chip tertentu, namun memerlukan board yang memiliki akses Wi-Fi untuk dapat berkomunikasi dengan perangkat keras yang digunakan. Blynk terdiri dari tiga komponen utama, yaitu Aplikasi, Server, dan Libraries. Server Blynk berfungsi untuk mengelola seluruh komunikasi antara smartphone dan perangkat keras yang terhubung [15].

2.9. WhatsApp Bot

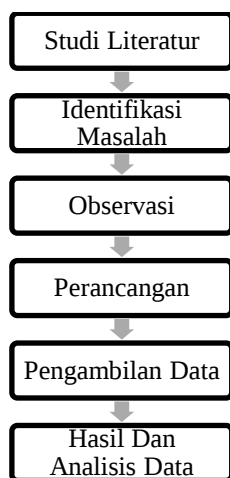
WhatsApp bot adalah aplikasi otomatis yang dirancang untuk merespons pesan pengguna di platform WhatsApp tanpa memerlukan intervensi manusia. Bot ini banyak digunakan oleh perusahaan untuk memberikan jawaban atas pertanyaan pelanggan, menyampaikan informasi terkait produk atau

layanan, mengirimkan notifikasi, dan memfasilitasi komunikasi secara langsung dalam waktu nyata. Bot bekerja dengan cara menganalisis kata kunci atau pola dalam pesan yang diterima dan kemudian memberikan balasan sesuai dengan respons yang telah diprogram sebelumnya. Beberapa metode operasional yang digunakan oleh bot ini termasuk pencocokan pola, pohon keputusan, atau bahkan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk mensimulasikan percakapan manusia secara lebih alami [16].

2.10. Gmail

Gmail adalah layanan email yang disediakan oleh Google, memungkinkan pengguna untuk mengirim dan menerima pesan melalui web dengan protokol HTTPS, POP3, atau IMAP4. Diluncurkan pertama kali pada 1 April 2004 dalam versi beta dan tersedia untuk umum pada Februari 2007, Gmail menggunakan teknologi antarmuka berbasis Ajax/JavaScript untuk memberikan pengalaman yang interaktif. Layanan ini memfasilitasi pengguna untuk mengirim pesan, file, gambar, audio, dan video secara aman dan nyaman, dan dapat diakses melalui berbagai browser seperti Google Chrome, Firefox, Safari, dan lainnya. Selain itu, pengguna Android harus memiliki akun Gmail untuk dapat mengakses berbagai produk Google seperti Google Drive, Google Play Store, dan G Workspace [17].

3. METODE PENELITIAN



Gambar 1 Alur Penelitian

3.1. Tahap Studi Literatur

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur yang membahas kejadian kebakaran di kampus, yang sering kali disebabkan oleh korsleting listrik, kelalaian, atau faktor lingkungan lainnya. Kejadian kebakaran di kampus dapat mengancam keselamatan dan menimbulkan kerugian besar, sehingga diperlukan sistem deteksi kebakaran yang cepat dan efektif. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem deteksi berbasis IoT yang dapat memberikan peringatan dini sangat penting untuk mencegah kebakaran lebih lanjut. Laboratorium teknik di kampus juga berisiko tinggi terhadap kebakaran karena penggunaan bahan kimia dan alat-alat listrik yang berpotensi menyebabkan kebakaran, sehingga memerlukan pengawasan yang lebih ketat.

3.2. Tahap Identifikasi Masalah

Pada tahap identifikasi masalah, peneliti menganalisis tantangan yang dihadapi dalam mencegah kebakaran di area kampus, khususnya di laboratorium teknik yang memiliki risiko kebakaran tinggi. Permasalahan yang ditemukan termasuk keterlambatan dalam mendeteksi kebakaran dan pemberitahuan yang tidak cepat kepada pihak berwenang. Hal ini mengarah pada kebutuhan akan sistem deteksi kebakaran yang dapat memberikan notifikasi otomatis kepada pihak terkait, sehingga langkah-langkah pencegahan atau pemadaman kebakaran dapat segera dilakukan.

3.3. Tahap Observasi

Tahap observasi dilakukan dengan memantau sistem proteksi kebakaran yang ada di kampus, khususnya di area laboratorium teknik. Peneliti mengamati cara kerja sistem deteksi kebakaran yang diterapkan, serta mengidentifikasi kekurangan yang ada, seperti ketidakakuratan deteksi atau keterlambatan dalam pemberitahuan. Observasi ini penting untuk mengetahui seberapa efektif sistem yang sedang digunakan dalam menghadapi situasi darurat kebakaran.

3.4. Tahap Perancangan

Pada tahap perancangan, peneliti memilih komponen seperti sensor flame, sensor suhu (DHT22), dan sensor kualitas udara (MQ-135) yang akan terhubung dengan mikrokontroler ESP32 untuk mendeteksi kebakaran. Setelah itu, peneliti membuat

skematik rangkaian listrik untuk memastikan komponen terhubung dengan benar, dilanjutkan dengan perakitan perangkat keras. Selain itu, perangkat lunak aplikasi untuk notifikasi melalui Blynk dan WhatsApp Bot juga dirancang agar pengguna dapat memantau sistem secara real-time dan menerima peringatan otomatis saat kebakaran terdeteksi.

3.5. Tahap Pengambilan Data

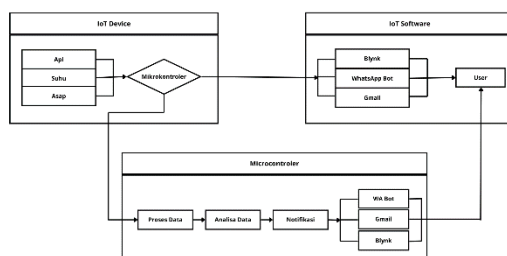
Pada tahap pengambilan data, peneliti menggunakan berbagai sensor seperti sensor api, suhu, kelembaban, dan kualitas udara untuk mengumpulkan data terkait kondisi lingkungan di laboratorium teknik. Data yang diperoleh dari sensor ini kemudian dikirim ke mikrokontroler ESP32 untuk dianalisis dan diteruskan ke platform notifikasi seperti Blynk atau WhatsApp Bot. Data ini memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara real-time, serta deteksi kebakaran secara dini.

3.6. Tahap Hasil dan Analisis

Setelah data terkumpul, tahap hasil dan analisis data dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas sistem deteksi kebakaran berbasis IoT. Peneliti menganalisis data yang diambil dari sensor-sensor untuk menilai kecepatan dan akurasi sistem dalam mendeteksi potensi kebakaran. Hasil analisis ini akan digunakan untuk menarik kesimpulan tentang kinerja sistem, serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dan respons sistem proteksi kebakaran di masa depan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Diagram Sistem

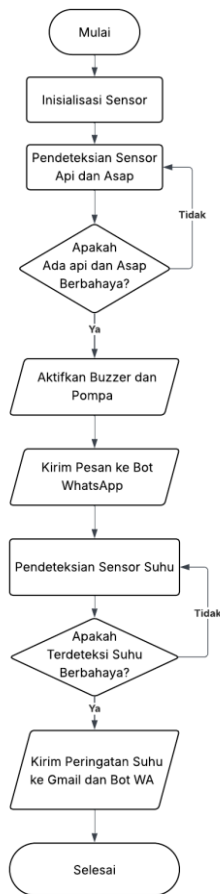


Gambar 2 Diagram Sistem LabSave

Pada gambar diatas dijelaskan cara kerja LabSave yang mengintegrasikan berbagai sensor untuk mendeteksi kondisi berbahaya di laboratorium dan memberikan respons cepat.

Sensor Flame memantau api secara terus-menerus, dan jika api terdeteksi, mikrokontroler ESP32 akan mengaktifkan buzzer sebagai alarm dan menyalakan pompa air untuk memadamkan api, serta mengirimkan notifikasi kebakaran melalui aplikasi mobile dan pesan WhatsApp kepada pihak keamanan. Sensor MQ135 memantau kualitas udara, dan jika mendeteksi asap atau kualitas udara yang buruk, sistem mengirimkan notifikasi melalui WhatsApp yang menampilkan nilai kualitas udara dan mengaktifkan buzzer untuk memberi peringatan. Sensor DHT22 mengukur suhu dan kelembaban udara, dan jika terdeteksi kondisi yang tidak normal, sistem mengirimkan notifikasi suhu dan kelembaban melalui WhatsApp, serta mengaktifkan buzzer sebagai peringatan. Semua data ini juga dikirimkan melalui Gmail untuk memberi informasi lebih lanjut kepada pihak berwenang, sementara data dari sensor-sensor ini dapat dipantau secara real-time melalui website atau aplikasi mobile, memungkinkan pengguna untuk mengambil tindakan preventif jika diperlukan.

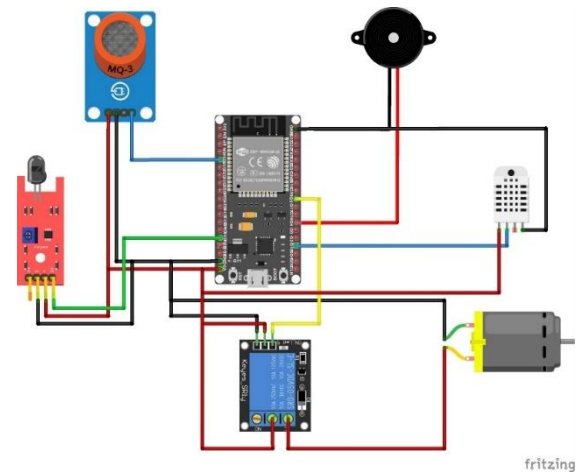
4.2. Flowchart



Gambar 3 Flowchart LabSave

Pada gambar diatas sistem dimulai dengan inisialisasi sensor untuk mendeteksi api, asap, dan suhu. Setelah sensor siap, sistem akan memantau apakah ada api atau asap yang terdeteksi. Jika terdeteksi, buzzer dan pompa akan diaktifkan untuk memberikan peringatan dan memadamkan api. Selain itu, sistem akan mengirimkan pesan peringatan melalui WhatsApp Bot. Selanjutnya, sensor suhu akan mengukur suhu ruangan, dan jika suhu melebihi batas aman, sistem akan mengirimkan peringatan melalui Gmail dan WhatsApp Bot. Jika tidak ada deteksi bahaya, sistem akan terus memantau kondisi lingkungan dan mengulangi proses tersebut. Sistem ini bertujuan untuk mendeteksi kebakaran, gas berbahaya, dan suhu tinggi, serta memberikan peringatan secara otomatis kepada pengguna atau pihak berwenang.

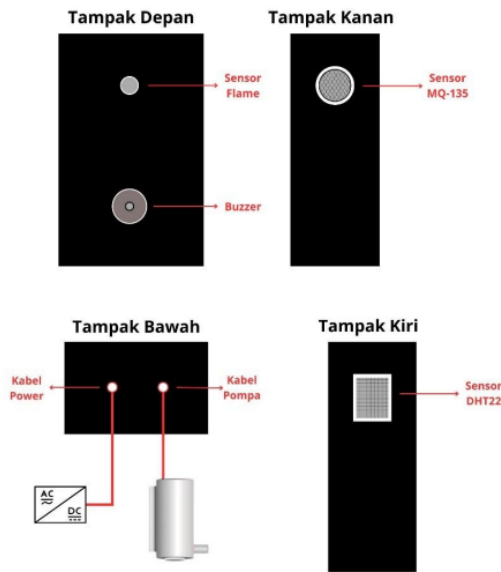
4.3. Skematik



Gambar 4 Skematik LabSave

Pada skema rangkaian ini, mikrokontroler ESP32 bertindak sebagai pusat kendali yang menghubungkan berbagai komponen untuk mendeteksi kebakaran dan bahaya lainnya. Sensor Flame yang terhubung ke pin digital ESP32 digunakan untuk mendeteksi api, dan ketika api terdeteksi, buzzer yang juga terhubung ke pin digital ESP32 akan berbunyi sebagai alarm peringatan. Sensor MQ-135 yang terhubung ke pin analog ESP32 mengukur kualitas udara dan mendeteksi gas berbahaya, mengaktifkan buzzer untuk memberikan peringatan jika gas terdeteksi. Sensor DHT22, yang terhubung ke pin digital ESP32, memantau suhu dan kelembapan, dan jika suhu melebihi batas aman, sistem akan mengirimkan peringatan. Relay module yang terhubung ke ESP32 mengendalikan pompa DC yang diaktifkan untuk memadamkan api jika kebakaran terdeteksi. Semua komponen ini bekerja terintegrasi untuk mendeteksi kebakaran atau kondisi berbahaya lainnya dan memberikan peringatan melalui aplikasi Blynk dan WhatsApp, memungkinkan sistem pemantauan dan pengendalian secara otomatis dan real-time.

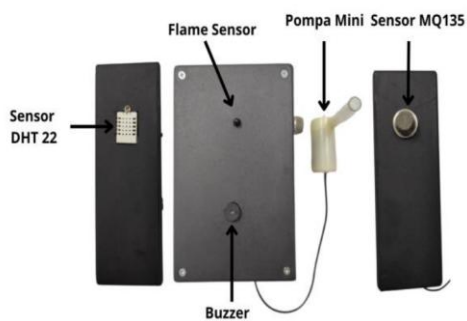
4.4. Design



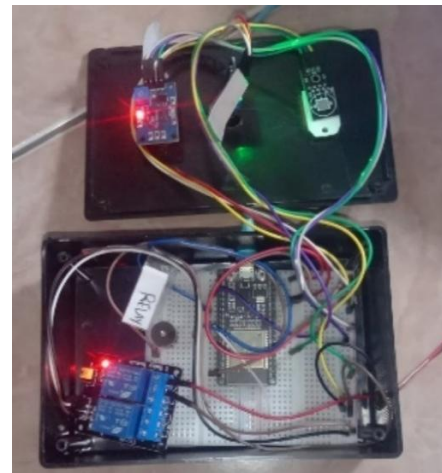
Gambar 5 Design Alat LabSave

Gambar diatas menunjukkan desain LabSave yang telah dipasang dalam box cover. Di dalam cover tersebut terdapat tiga sensor yang dirangkai dan terhubung ke mikrokontroler ESP32. Setiap sensor dipasang pada posisi yang berbeda: sensor flame terletak di bagian depan alat, bersebelahan dengan buzzer. Sensor MQ-135 diletakkan di sisi kanan, sementara sensor DHT22 berada di sisi kiri. Penataan sensor yang berbeda posisi ini membantu dalam manajemen desain alat, karena tidak ada komponen yang menumpuk di satu tempat, serta peletakan sensor flame di bagian depan memudahkan deteksi api dalam ruangan. Buzzer yang diposisikan di samping sensor flame juga memungkinkan suara alarm terdengar lebih jelas dan luas, sehingga peringatan kebakaran lebih efektif tanpa hambatan.

4.5. Hardware



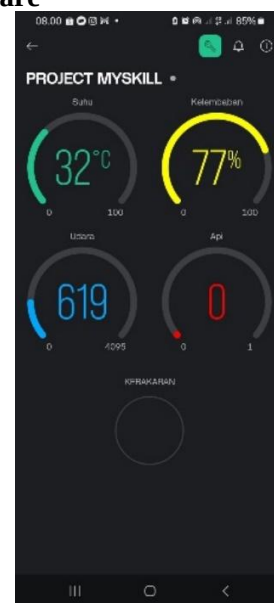
Gambar 6 Tampilan Hardware LabSave



Gambar 7 Hardware Rangkaian LabSave

Gambar di atas menunjukkan hardware dari alat LabSave yang terdiri dari beberapa komponen utama. Di sebelah kiri terdapat sensor DHT22 yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban, sedangkan di tengah terlihat sensor flame yang berfungsi mendeteksi keberadaan api. Di sisi kanan terdapat sensor MQ-135 untuk mendeteksi kualitas udara dan gas berbahaya, serta pompa mini yang digunakan untuk memadamkan api jika terdeteksi. Selain itu, buzzer juga terlihat di bagian bawah sebagai alarm peringatan jika ada bahaya. Semua komponen ini terhubung dengan mikrokontroler untuk memantau kondisi dan memberikan notifikasi.

4.6. Software



Gambar 8 Software LabSave

Aplikasi ini menggunakan Blynk sebagai platform untuk memantau dan mengendalikan perangkat secara real-time. Software ini menampilkan informasi dari berbagai sensor seperti suhu, kelembaban, kualitas udara, dan deteksi api dalam bentuk grafik yang mudah dibaca. Blynk juga memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi perangkat dan menerima notifikasi jika terjadi kejadian darurat, seperti kebakaran atau kualitas udara yang buruk.

4.7. Pengujian

Hasil pengujian dilakukan untuk menguji respon sistem alat deteksi kebakaran dan pemantauan kualitas udara berdasarkan pembacaan sensor yang terpasang. Sensor-sensor tersebut digunakan untuk mendeteksi api, kualitas udara (gas berbahaya), dan suhu/kelembaban di lingkungan sekitar. Berdasarkan data yang diperoleh, sistem mampu memberikan notifikasi atau peringatan yang sesuai dengan kondisi yang terdeteksi.

4.7.1. Kalibrasi

Dibawah ini merupakan tabel kalibrasi untuk sensor sebagai indikator dari sistem LabSave dapat bekerja.

Tabel 1 Indikator Kalibrasi Sensor

No	Pengukuran	Indikator	Aktifitas Sistem
1	API	Aman	Dalam kondisi aman sensor api mengirim data bernilai 1.
		Berbahaya	Dalam kondisi berbahaya sensor api mengirim data bernilai 0, kemudian ESP32 akan mengirimkan notifikasi peringatan melalui whatsapp bot, notifikasi

			Blynk yang merupakan aplikasi yang digunakan, pengiriman notifikasi ke email, serta relay yang akan menyalakan pompa mini untuk mematikan api.
2	Udara	Aman	Dalam kondisi aman data sensor MQ-135 bernilai dari range 0 hingga 999.
		Berbahaya	Dalam kondisi berbahaya data yang dikirimkan MQ-135 bernilai antara range 1000 hingga 4095, kemudian mikrokontroler akan mengirimkan notifikasi peringatan melalui whatsapp bot.
3	Suhu	Aman	Dalam kondisi aman data akan bernilai range 0°C hingga 36°C.
		Berbahaya	Kondisi berbahaya data akan bernilai dalam range 37°C hingga 60°C,

			kemudian mikrokontroler akan mengirimkan notifikasi peringatan melalui whatsapp bot.
--	--	--	--

4.7.2. Hasil Pengujian

Pengujian sistem LabSafe dilakukan sebanyak 10 kali untuk setiap sensor dengan variasi jarak api, kualitas udara, dan suhu. Tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan setiap sensor dapat mendeteksi bahaya dengan tepat dan memberikan peringatan melalui WhatsApp dan Gmail. Data yang diperoleh digunakan untuk menilai sensitivitas dan efektivitas sistem dalam merespons kondisi berbahaya di laboratorium.

Tabel 2 Pengujian Sensor Flame

No	Jarak Api (cm)	Deteksi Api	Tindakan
1	10	Aman	Buzzer aktif, pompa aktif, peringatan dikirimkan ke WhatsApp dan Gmail
2	20	Aman	
3	30	Aman	
4	40	Aman	
5	50	Berbahaya	Tidak ada api terdeteksi, sistem aman.
6	60	Berbahaya	
7	70	Berbahaya	
8	80	Berbahaya	
9	90	Berbahaya	
10	100	Berbahaya	

Pada pengujian sensor flame, jarak api ke sensor bervariasi dari 10 cm hingga 40 cm. Pada jarak 10 cm, sensor dapat dengan mudah mendeteksi api, dan status terdeteksi sebagai "Aman". Namun, pada jarak yang lebih jauh, seperti 20 cm hingga 40 cm, sensor mulai kesulitan mendeteksi api, sehingga tidak ada peringatan yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa sensor flame efektif dalam mendeteksi api dalam jarak dekat (10 cm), tetapi kinerjanya menurun saat jarak api semakin jauh dari sensor. Untuk kondisi jarak

yang lebih jauh, tindakan perlu diambil untuk meningkatkan efisiensi deteksi api.

Tabel 3 Pengujian Sensor MQ-135

No	Nilai ADC (Kualitas Udara)	Kualitas Udara	Tindakan
1	300	Aman	Tidak ada tindakan, kualitas udara normal
2	458	Aman	
3	670	Aman	
4	580	Berbahaya	Buzzer aktif, pompa aktif, peringatan dikirimkan ke WhatsApp dan Gmail
5	690	Berbahaya	
6	788	Berbahaya	
7	832	Berbahaya	
8	975	Berbahaya	
9	851	Berbahaya	
10	1023	Berbahaya	

Pada hasil pengujian Sensor MQ-135, kualitas udara terdeteksi dengan nilai ADC berkisar antara 0 hingga 1023. Pada pengujian pertama hingga ketiga, nilai ADC berada pada rentang 0–500, yang menunjukkan kondisi udara dalam kategori "Aman". Pada pengujian keempat dan kelima, nilai ADC berada pada rentang 701–1023, yang menunjukkan kondisi "Berbahaya". Hal ini menandakan bahwa sensor dapat mendeteksi kualitas udara yang buruk dan memberikan peringatan melalui buzzer serta notifikasi di WhatsApp dan Gmail kepada pihak keamanan.

Tabel 4 Pengujian Sensor DHT22

No	Jarak Api (cm)	Deteksi Api	Tindakan
1	25	Aman	Tidak ada tindakan, suhu dalam batas normal
2	26	Aman	
3	27	Aman	
4	28	Aman	
5	29	Aman	
6	30	Aman	
7	31	Berbahaya	Buzzer aktif, peringatan dikirimkan ke WhatsApp dan Gmail
8	32	Berbahaya	
9	33	Berbahaya	
10	34	Berbahaya	

Pada pengujian sensor suhu DHT22, suhu udara tercatat berkisar antara 25–34°C. Dari hasil pengujian, pada suhu 25–30°C, suhu udara berada dalam kategori "Aman" dan tidak memerlukan tindakan. Namun, pada pengujian dengan suhu 31–34°C, sensor mendeteksi suhu yang tergolong "Berbahaya", mengaktifkan buzzer, dan mengirimkan peringatan melalui WhatsApp dan Gmail. Pengujian ini menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi suhu yang berpotensi membahayakan dan memberikan peringatan yang diperlukan untuk mencegah dampak yang lebih serius.

Berdasarkan hasil pengujian, alat LabSafe berhasil mendeteksi kondisi berbahaya di laboratorium melalui sensor-sensor yang terintegrasi. Sensor flame mampu mendeteksi api dengan jarak maksimal 40 cm, memberikan respon cepat pada kebakaran yang terdeteksi pada jarak dekat. Meskipun demikian, keterbatasan jangkauan deteksi ini menunjukkan bahwa alat lebih efektif pada area laboratorium yang lebih kecil atau lebih terkontrol. Pada sensor kualitas udara MQ-135, pengujian menunjukkan bahwa alat dapat mendeteksi gas berbahaya pada level ADC tertentu, dan mengaktifkan buzzer serta mengirimkan notifikasi ke pihak terkait ketika kualitas udara berada dalam kondisi yang membahayakan. Namun, sensor ini hanya memberikan pengukuran level tanpa dapat membedakan jenis gas yang terdeteksi, yang bisa menjadi pertimbangan untuk pengembangan lebih lanjut.

Sensor DHT22 menunjukkan suhu yang aman untuk laboratorium berada di antara 24–30°C, dengan suhu lebih dari 32°C dianggap tidak sesuai untuk aktivitas laboratorium dan bisa mengganggu kondisi tanaman. Secara keseluruhan, alat ini efektif dalam memberikan deteksi dini untuk kebakaran, kualitas udara buruk, dan suhu tinggi, dengan memberikan peringatan melalui buzzer dan notifikasi. Walaupun alat ini terbukti efektif, beberapa keterbatasan, seperti jarak deteksi api dan ketidakmampuan dalam membedakan jenis gas, menunjukkan potensi untuk pengembangan lebih lanjut. Penambahan fitur dan peningkatan deteksi pada ruang yang lebih besar dan lebih kompleks dapat meningkatkan efektivitasnya di masa depan.

5. KESIMPULAN

1. Alat LabSafe Berfungsi Secara Efektif: Alat ini berhasil mendeteksi kebakaran, kualitas udara, dan suhu dengan menggunakan sensor-sensor yang terintegrasi seperti sensor flame, MQ-135, dan DHT22.
2. Sensor Flame: Mampu mendeteksi api dengan jarak maksimal 40 cm, meskipun ada keterbatasan jangkauan yang dapat mempengaruhi efektivitas pada area yang lebih luas.
3. Sensor MQ-135: Mendeteksi gas berbahaya pada level ADC tertentu dan memberikan notifikasi serta peringatan. Namun, sensor ini hanya mengukur kualitas udara tanpa membedakan jenis gas yang terdeteksi.
4. Sensor DHT22: Menyediakan pembacaan suhu dan kelembaban yang sesuai untuk kondisi laboratorium, dengan suhu di atas 32°C dianggap tidak aman untuk aktivitas laboratorium.
5. Pemberitahuan Secara Real-time: Sistem memberikan peringatan secara otomatis melalui buzzer dan notifikasi WhatsApp kepada pihak keamanan dan pengelola laboratorium, memungkinkan respons cepat terhadap kondisi berbahaya.
6. Keterbatasan Sistem: Beberapa keterbatasan, seperti jarak deteksi api dan ketidakmampuan membedakan jenis gas, menunjukkan adanya peluang untuk pengembangan lebih lanjut.
7. Rekomendasi Pengembangan: Perlu pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan efektivitas alat pada ruang yang lebih besar dan kompleks, serta menambah kemampuan deteksi jenis gas untuk meningkatkan keselamatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik (BPS), "Frekuensi Kebakaran Menurut Penyebabnya 2021-2023," jakbarkota.bps.go.id/.
- [2] B. F. Surapati, "Kebakaran di Kampus F

- Universitas Trisakti Berhasil Dipadamkan,” beritajakarta.id.
- [3] A. Christy Darea, D. V D Doda, and W. P. Kaunang, “Penerapan Sistem Tanggap Darurat Kebakaran Di Gedung-Gedung Universitas,” *J. KESMAS*, vol. 10, no. 1, pp. 112–117, 2021.
- [4] A. N. Pratiwi and H. Koesyanto, “Manajemen Sistem Kebakaran di Pasar,” *Higeia J. Public Heal. Res. Dev.*, vol. 5, no. 1, pp. 52–62, 2020.
- [5] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, “Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 26/PRT/M/2008 Tahun 2008,” peraturan.bpk.go.id. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/104475/permen-pupr-no-26prtm2008-tahun-2008>
- [6] M. V. Gultom, I. S. Putro, U. S. Karawang, and T. Timur, “SISTEM DETEKSI KEBAKARAN BERBASIS DENGAN MIKROKONTROLER ESP32,” vol. 13, no. 2, 2025.
- [7] A. Wagya, “Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT),” *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 8, no. 2, p. 238, 2019, doi: 10.36055/setrum.v8i2.6561.
- [8] M. N. Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari, “Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 2, pp. 767–772, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5713.
- [9] S. Siswanto, M. Selvia Laurin, and D. Wahyu Wibowo, “Prototype Akses Gedung Perpustakaan Dilengkapi Sistem Peringatan Dini Kebakaran Berbasis Internet of Things,” *PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 54–60, 2022, doi: 10.30656/prosisko.v9i2.5369.
- [10] F. Saputra, D. Ryana Suchendra, and M. Ikhsan Sani, “Implementasi Sistem Sensor Dht22 Untuk Menstabilkan Suhu Dan Kelembaban Berbasis Mikrokontroller Nodemcu Esp8266 Pada Ruangan,” *Proceeding Appl. Sci.*, vol. 6, no. 2, p. 1977, 2020.
- [11] A. Widodo, A. Sumaedi, and E. Hendrawati, “Memanfaatkan Teknologi Sensor Dht22 Pada Sistem Manajemen Gudang,” vol. 2, no. 3, pp. 138–146, 2024.
- [12] Ardutech, “Sensor Suhu Kelembaban DHT22 dan Arduino,” ardutech.com. [Online]. Available: <https://www.ardutech.com/sensor-suhu-kelembaban-dht22-dan-arduino/>
- [13] R. Muttaqin, W. S. W. Prayitno, N. E. Setyaningsih, and U. Nurbaiti, “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Iot (Internet Of Things) dengan Sensor DHT11 dan Sensor MQ135,” *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 6, no. 2, pp. 102–115, 2024, doi: 10.14710/jplp.6.2.102-115.
- [14] M. D. Ariansyah and S. Sariman, “Analisa Performa Pompa Air DC 12V 42 Watt terhadap Variasi Kedalaman Pipa Menggunakan Baterai dengan Sumber Energi dari Matahari,” *J. Syntax Admiration*, vol. 2, no. 6, pp. 1083–1102, 2021, doi: 10.46799/jsa.v2i6.251.
- [15] I. Syukhron, “Penggunaan Aplikasi Blynk untuk Sistem Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar berbasis IoT,” *Electrician*, vol. 15, no. 1, pp. 1–11, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n1.2158.
- [16] Ivosights, “Apa Itu WhatsApp Bot? Pengertian, Fungsi, dan Manfaatnya!,” ivosights.com. [Online]. Available: <https://ivosights.com/read/artikel/apa-itu-whatsapp-bot-pengertian-fungsi-dan-manfaatnya>
- [17] SASTEN TECHNOLOGIES, “Manfaat dari Gmail,” saasten.com. [Online]. Available: <https://saasten.com/manfaat-dari-gmail/>