

PENERAPAN INTERNET OF THINGS UNTUK SISTEM PENDETEKSI DAN PENGENDALIAN ASAP DAN SUHU DALAM RUANGAN

Farhan Abdi Pratama^{1*}, Silfia Rifka², Lifwarda³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Padang, Indonesia

15farhanabdipratama12@gmail.com, silfia_rifka@gmail.com

ABSTRACT

Clean air and comfortable temperature are important factors for the health and comfort of indoor occupants. Smoke, especially cigarette smoke, and high temperatures can reduce air quality and have a negative impact on health. This research aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based indoor smoke and temperature monitoring and control system. The system uses MQ2 sensor for smoke detection and DHT22 sensor for temperature measurement, controlled by ESP32 microcontroller connected via Wi-Fi. Sensor data is processed in real-time to automatically activate the exhaust fan and fan based on predetermined thresholds. In addition, the system provides manual control through a mobile application developed in MIT App Inventor, and data is stored in Google Sheets for historical monitoring. Test results show the system is able to accurately monitor smoke levels and temperature and control actuators both automatically and manually. Sensor data was successfully transmitted and stored in Google Sheets with minimal delay. This system provides an effective solution to improve air quality and space comfort using IoT technology.

Kata Kunci/ Keywords:

Internet of Things, Smoke and temperature detectors, Sensor DHT22, Sensor MQ2.

PENDAHULUAN

Udara merupakan salah satu komponen lingkungan yang menjadi kebutuhan mendasar bagi makhluk hidup, setelah air, karena berperan penting dalam menunjang kehidupan di permukaan bumi (Komputasi et al., 2021). Namun, polusi udara yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, industri, pembangkit listrik, maupun proses pembakaran dapat masuk ke saluran pernapasan dan paru-paru, sehingga menimbulkan gangguan seperti masalah pernapasan, penurunan daya tahan tubuh, alergi, dan asma (Maharani & Aryanta, 2023). Selain itu, suhu udara juga mempengaruhi kenyamanan tubuh, di mana suhu ruangan yang nyaman berkisar antara 25–28°C sesuai dengan standar kenyamanan udara yang ditetapkan oleh ASHRAE Standard 55-1992 dan ISO 7730, yang menyatakan bahwa kenyamanan termal mencerminkan tingkat kepuasan terhadap lingkungan termal, dengan batas kenyamanan di wilayah khatulistiwa berada pada kisaran suhu 22,5–29°C (Putri et al., 2020).

Penelitian terdahulu telah mengembangkan berbagai sistem deteksi asap dan pengendalian udara dalam ruangan dengan pendekatan berbeda. Merancang sistem berbasis sensor DHT11 yang hanya mengaktifkan *exhaust fan* secara otomatis ketika suhu dan kelembapan melewati ambang batas kenyamanan, namun belum memanfaatkan komunikasi IoT (Irfani et al., 2025). Mengembangkan alat deteksi asap rokok berbasis Arduino menggunakan sensor MQ135 dan MQ2 untuk mendeteksi kadar gas CO₂ dan CO, tetapi belum memiliki fitur kendali manual maupun pengaturan durasi kipas (Rombang et al., 2022). Sementara itu, merancang sistem deteksi asap dengan notifikasi Telegram, buzzer, dan kipas DC, namun sistemnya masih kurang efisien karena data sensor tercampur dengan notifikasi lain dan belum memiliki kontrol waktu kipas (Intania Paramitha et al., 2020).

Berdasarkan hasil dari ketiga penelitian tersebut, penelitian ini mengusulkan sistem pendeteksi dan pengendalian asap serta suhu berbasis Internet of Things (IoT) yang lebih lengkap dan interaktif. Sistem menggunakan sensor untuk mendeteksi asap dan suhu secara otomatis, dengan *exhaust fan* dan kipas angin yang dapat beroperasi baik secara otomatis maupun manual melalui *platform* Blynk dan aplikasi MIT App Inventor. Data sensor disimpan pada Google Spreadsheet, sehingga pengguna dapat memantau kondisi udara secara real-time. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan termal tetapi juga memberikan solusi efektif untuk menjaga kualitas udara dalam ruangan.

TINJAUAN PUSTAKA

Asap Dan Suhu

Asap merupakan salah satu bentuk polutan udara yang berasal dari pembakaran tidak sempurna bahan organik atau bahan bakar fosil. Asap terdiri dari campuran partikel padat, cair, dan gas yang mengandung senyawa berbahaya seperti karbon monoksida (CO), tar, nikotin, sulfur dioksida (SO₂), dan senyawa organik volatil (VOC). Sumber utamanya meliputi asap kendaraan, rokok, pembakaran sampah, emisi pabrik, serta kebakaran hutan.

Asap berdampak besar terhadap penurunan kualitas udara karena partikel halus (terutama PM_{2.5}) dapat masuk ke sistem pernapasan dan menimbulkan gangguan kesehatan. Oleh karena itu, asap menjadi salah satu parameter penting dalam pemantauan kualitas udara.

Suhu ruangan merupakan ukuran panas atau dinginnya udara yang memengaruhi kenyamanan dan kesehatan penghuni. Kisaran suhu ideal berada antara 18–30°C, tergantung kelembapan dan sirkulasi udara. Suhu yang stabil dan sesuai sangat penting untuk menjaga kenyamanan termal, produktivitas, serta kesehatan di dalam ruangan.

Internet Of Things

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat konektivitas internet dengan menghubungkan berbagai perangkat, mesin, dan benda fisik melalui jaringan, sensor, dan aktuator guna memperoleh serta mengelola data secara otomatis. Dengan demikian, perangkat dapat berkolaborasi dan mengambil tindakan secara mandiri berdasarkan informasi yang diterima (Nahdi & Dhika, 2021).

IoT pada dasarnya merupakan sistem yang terdiri dari perangkat keras (hardware) yang berperan sebagai titik awal dari sebuah sistem. Komponen-komponen di dalamnya bekerja sama untuk mengumpulkan data, memprosesnya, serta menjalankan aksi atau perintah sesuai kebutuhan. IoT memungkinkan berbagai perangkat saling berkomunikasi dan mengirimkan data melalui jaringan tanpa campur tangan manusia. Konsep ini menggambarkan kemampuan objek cerdas untuk berinteraksi dengan objek lain, termasuk komponen elektronika, melalui konektivitas internet (Khairulah & Herdianto, 2023).

Secara operasional, jaringan IoT bekerja dengan menghubungkan perangkat fisik yang dilengkapi sensor dan aktuator ke internet, sehingga mampu bertukar data secara otomatis dan real-time. Konektivitas umumnya menggunakan jaringan Wi-Fi dengan protokol TCP/IP, namun dapat pula memanfaatkan Bluetooth, jaringan seluler, atau protokol khusus IoT. Sensor pada perangkat IoT mengumpulkan data lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan gerakan, kemudian data dikirim ke server cloud untuk disimpan dan diproses. Data yang telah diolah dapat dianalisis menggunakan algoritme atau teknologi kecerdasan buatan (AI) guna menghasilkan informasi yang berguna untuk pengambilan keputusan. Hasilnya kemudian dikirim kembali sebagai perintah ke perangkat atau ditampilkan kepada pengguna melalui aplikasi IoT.

Mikrokontroler ESP32 merupakan salah satu perangkat keras utama dalam sistem IoT. Dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi, ESP32 dapat terhubung langsung ke jaringan internet untuk mengirim dan menerima data. Perangkat ini memungkinkan sistem melakukan interaksi dengan platform IoT dan aplikasi pendukung, sehingga berbagai benda di sekitar pengguna dapat saling berkomunikasi melalui jaringan internet (Tri Sulistyorini et al., 2022).

Dalam implementasinya, ESP32 digunakan untuk mengambil data sensor dari perangkat IoT dan mengirimkannya ke platform penyimpanan berbasis cloud secara kontinu. Data yang dikumpulkan dalam jumlah besar dapat dimanfaatkan melalui integrasi dengan platform seperti Blynk untuk pemantauan dan Google Spreadsheet untuk penyimpanan serta pengarsipan nilai sensor berdasarkan waktu (Pradana & Bhawiyuga, 2022).

Aplikasi IoT juga berperan penting sebagai antarmuka pengguna (interface) yang memungkinkan interaksi langsung antara pengguna dan perangkat IoT. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat memantau data secara real-time, mengontrol perangkat dari jarak jauh, serta mengelola sistem dengan mudah melalui tampilan yang interaktif dan informatif.

ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan perangkat yang dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth, sehingga sangat mendukung sistem berbasis Internet of Things (IoT) dalam menjalankan fungsinya. ESP32 memiliki prosesor dual-core berkecepatan tinggi yang memungkinkan perangkat ini melakukan beberapa tugas secara bersamaan (multitasking), seperti mengumpulkan data dari sensor, mengontrol aktuator, serta berkomunikasi secara nirkabel dengan perangkat lain melalui jaringan Wi-Fi maupun Bluetooth. Selain itu, modul ESP32 juga dilengkapi dengan sejumlah pin GPIO, dua pin ground, dan suplai tegangan 3,3 VDC, yang menjadikannya fleksibel untuk berbagai aplikasi kendali dan pemantauan. Dengan beragam fitur tersebut, ESP32 menjadi salah satu mikrokontroler yang efisien dan serbaguna dalam pengembangan sistem IoT (Gultom et al., 2025).

Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 merupakan sensor yang mampu mendeteksi gas dari hasil pembakaran, sehingga asap di udara dari hasil pembakaran tersebut dapat dibawa sebagai tegangan analog dan ada beberapa Kandungan senyawa Gas atau Polutan yang dapat diukur dengan MQ2 yaitu LPG, Hidrogen (H₂), Metana (CH₄), Karbon Monoksida (CO), Alkohol dan Asap Rokok. Sensor ini dirancang untuk penggunaan di dalam ruangan pada suhu kamar.

Pada sensor ini disebut juga Chemiresistors karena pendeteksiannya didasarkan pada perubahan nilai resistansi material/material dari sensor ketika material/material tersebut bersentuhan dengan gas terdeteksi dan sensor ini dilakukan preheating agar nilai dari sensor ini stabil (Suryana, 2021).

Sensor DHT22

Sensor ini digunakan dalam aplikasi monitoring lingkungan, sistem otomatisasi, serta proyek IoT karena kemudahan integrasi dan keakuratannya. DHT22 sensor digital senyawa yang output dikalibrasi sinyal digital. Berkat teknologi akuisisi modul khusus digital dan suhu dan kelembaban penginderaan teknologi diterapkan pada modul, DHT22 datang dengan keandalan yang sangat tinggi dan stabilitas jangka panjang yang sangat baik (Saputra et al., 2020).

Power Supply

Power supply atau catu daya adalah perangkat yang menyalurkan daya listrik ke beban setelah memprosesnya untuk disesuaikan dengan kebutuhan beban. Power Supply ini yang memiliki fungsi sebagai penyuplai tegangan untuk jalannya komponen – komponen pada sistem kerja alat yang terhubung langsung pada modul ESP32. Power supply digunakan untuk mengubah besar arus maupun tegangan. Power supply DC mengubah output dari sumber listrik AC ke output DC yang stabil. Tegangan AC pertama diperbaiki untuk memberikan DC berdenyut, dan kemudian ditapis untuk menghasilkan tegangan halus. Akhirnya, tegangan diatur untuk menghasilkan tingkat output yang konstan terlepas dari variasi pengaruh tegangan AC (Lubis et al., 2022).

Relay

Pada dasarnya relay berfungsi sebagai saklar yaitu memutus/menyambungkan arus listrik berdasarkan arus yang masuk ke input relay. Pada sistem elektrik, relay biasanya terpasang diantara fuse/sikring dan beban. Fungsinya untuk mengamankan bila terjadi short pada rangkaian listrik. Relay terdiri dari 4 komponen dasar, yaitu: Electromagnet (Coil), Armature, Switch, dan spring (Manullang et al., 2021).

Exhaust Fan

Exhaust fan adalah perangkat mekanis yang berfungsi untuk mengeluarkan udara kotor dari dalam ruangan ke luar. Cara kerja exhaust fan melibatkan motor yang menggerakkan kipas untuk menyedot udara dan memperbaiki sirkulasi udara dalam ruangan. Penggunaan exhaust fan sangat penting terutama di ruangan dengan kondisi udara buruk seperti dapur, kamar mandi, atau ruangan dengan populasi asap rokok yang rentan terhadap kelembapan dan bau tidak sedap, karena dapat membantu menjaga kenyamanan, mengurangi risiko pertumbuhan jamur, serta meningkatkan kualitas udara secara keseluruhan

Kipas Angin

Kipas angin adalah perangkat mekanis yang berfungsi untuk menghasilkan aliran udara dengan cara memutar bilah kipas yang digerakkan oleh motor listrik. Aliran udara yang dihasilkan oleh kipas angin membantu mengurangi panas dan meningkatkan kenyamanan dengan mempercepat penguapan keringat pada kulit, sehingga memberikan efek pendinginan pada tubuh manusia. Kipas angin banyak digunakan di berbagai tempat, seperti rumah, kantor, dan ruang publik, sebagai alat pendingin yang ekonomis dan efisien.

Blynk

Blynk merupakan platform IoT serta juga menyediakan aplikasi mobile untuk IOS atau ANDROID yang digunakan untuk mengambil nilai komponen seperti sensor yang terhubung ke perangkat IoT seperti module arduino, Rasberry Pi, Wemos, ESP32 dan module sejenisnya melalui internet diakses (Pradana & Bhawiyuga, 2022). Aplikasi ini memiliki banyak fitur yang memudahkan pengguna dalam memakainya Blynk tidak terkait dengan module atau papan tertentu. Dari aplikasi inilah kita dapat mengontrol apapun dengan catatan terhubung dengan internet (Artiyasa et al., 2021).

Google Spreadsheet

Google Spreadsheet adalah sebuah program atau program web yang dikembangkan oleh Google untuk membuat tabel serta perhitungan sederhana, Perangkat lunak ini berbasis cloud yang mengandalkan koneksi internet untuk dapat mendukung komunikasi dan kolaborasi antar penggunanya. Google Spreadsheet juga sering kali juga digunakan untuk beberapa pekerjaan pemrograman karena kelebihanannya tersebut (Pratama et al., 2023).

Google Spreadsheet digunakan untuk menyimpan data historis suhu dan kelembaban dimana Google Spreadsheet memiliki kemampuan yang cukup baik dalam menyimpan data dan memiliki kemampuan untuk diakses dari luar sehingga tidak diperlukan program database yang khusus untuk menyimpan data historis (Iriyanta et al., 2025).

MIT App Inventor

MIT App Inventor adalah sebuah platform pengembangan aplikasi mobile berbasis Android yang sangat populer. Program ini dikembangkan oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT) dan merupakan proyek open-source yang dapat diakses oleh siapa saja. Dalam penggunaannya, memungkinkan penggunanya untuk merancang aplikasi Android dengan mudah dan cepat tanpa perlu memiliki keahlian khusus dalam pemrograman (Setiawan & Suhartono, 2023).

Dalam pengembangan aplikasi Android menggunakan App Inventor, terdapat dua komponen utama yaitu App Inventor Designer dan App Inventor Blok Editor. App Inventor Designer digunakan untuk memilih komponen yang akan digunakan dalam aplikasi, seperti tombol untuk kontrol on / off exhaust fan dan kipas angin serta untuk mode kontrol manual / otomatis, label untuk memberi status nyala atau mati alat serta menampilkan nilai dari sensor, dan lain sebagainya. Sementara itu, App Inventor Blok Editor digunakan untuk merakit blok program yang menentukan bagaimana komponen-komponen tersebut harus bersikap. Proses merakit program pada App Inventor Blok Editor dilakukan secara visual, yaitu dengan merangkai blok-blok program yang tersedia seperti menyusun puzzle.

Arduino Ide

Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram, yang mana sebagai media untuk memberikan perintah pada ESP32 seperti menampilkan nilai sensor dan kontrol relay pada sistem tersebut.

Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-upload ke board yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan library C/C++(wiring), yang membuat operasi input/output lebih mudah (Kamal et al., 2023).

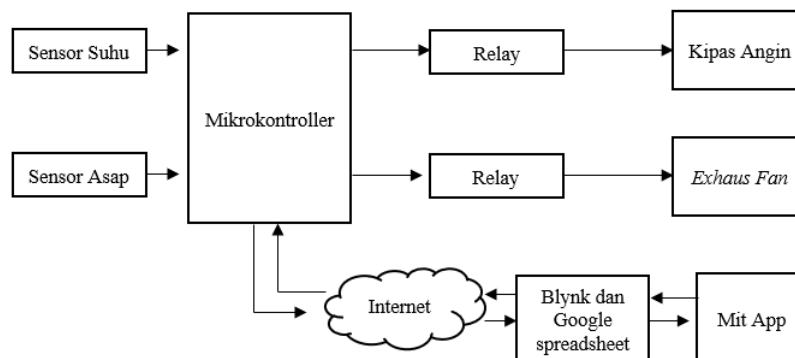
METODE PENELITIAN

Secara Keseluruhan alat ini tersusun atas bagian-bagian penting yang saling terhubung yaitu antara perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (Software). Pada kedua bagian harus saling terhubung dengan tujuan alat ini tercapai atau dapat dijalankan, bagian Hardware terdiri dari ESP32, power supply, Relay, sensor MQ2 dan sensor DHT22, bagian Software terdiri dari program untuk ESP32 dan termasuk pada platform Blynk, Google Spreadsheet dan Aplikasi Mit App di Handphone untuk memantau dan kontrol alat ini.

Blok Diagram

Blok diagram menggambarkan susunan komponen utama dan alur komunikasi dalam sistem Internet of Things (IoT). Sistem ini diawali dengan sensor MQ2 dan DHT22 yang berfungsi untuk mendeteksi asap dan suhu di ruangan. Data yang diperoleh sensor kemudian dikirim ke ESP32 untuk diproses, di mana mikrokontroler bertugas membaca dan mengolah sensor. Selanjutnya, data hasil olahan diteruskan melalui Wi-Fi menuju platform Blynk dan cloud data Google Spreadsheet, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi ruangan dan memberikan perintah langsung melalui antarmuka pengguna Mit App serta pada Google Spreadsheet melihat data sensor yang telah disimpan.

Pada blok diagram ini terdapat beberapa komponen pada perangkat keras (Hardware) yang dapat dipantau dan dikontrol menggunakan aplikasi android Mit App, dapat dilihat pada gambar 1. Blok Diagram.



Gambar 1. Blok Diagram

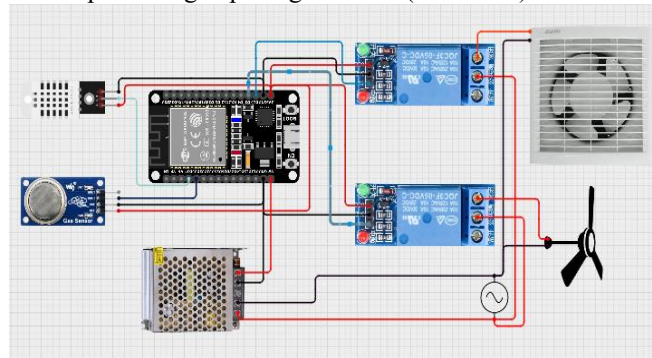
Sistem pada diagram blok tersebut terdiri dari tiga bagian utama, yaitu input, proses, dan output. Pada bagian input, terdapat sensor MQ2 yang berfungsi mendeteksi kadar asap dalam satuan PPM (parts per million), serta sensor DHT22 yang digunakan untuk memantau suhu ruangan. Selain itu, terdapat juga perintah yang dikirimkan pengguna melalui aplikasi Mit App untuk memberikan instruksi kepada ESP32.

Bagian proses dilakukan oleh modul ESP32 yang bertugas mengolah seluruh data dari sensor dan perintah pengguna. Data yang diterima kemudian dikirimkan ke platform Blynk sebelum akhirnya ditampilkan pada Mit App sebagai antarmuka monitoring. ESP32 juga menerima instruksi dari aplikasi tersebut untuk mengendalikan perangkat output, serta mencatat data yang dikumpulkan ke dalam Google Spreadsheet sebagai penyimpanan.

Pada bagian output, ESP32 mengendalikan relay yang berfungsi sebagai saklar elektronik untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik. Relay ini mengatur dua perangkat aktuator, yaitu exhaust fan yang dapat menyala atau mati secara otomatis berdasarkan data sensor MQ2 maupun secara manual melalui Mit App, dan kipas angin yang bekerja berdasarkan pembacaan suhu dari sensor DHT22 atau perintah manual pengguna melalui aplikasi.

Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Pada perancangan alat membutuhkan rangkaian elektronika untuk menjalankan dari sistem kerja alat. Berikut merupakan gambar rangkaian dalam perancangan perangkat keras (Hardware).



Gambar 2. Rancangan Hardware

Pada tahap perancangan perangkat keras (Hardware) membutuhkan penyambungan antara pin komponen seperti yang terdapat pada gambar 2. yang menjadi satu - kesatuan dari beberapa komponen. Terdapat tabel detail pin komponen pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Penghubung Komponen Dengan ESP32

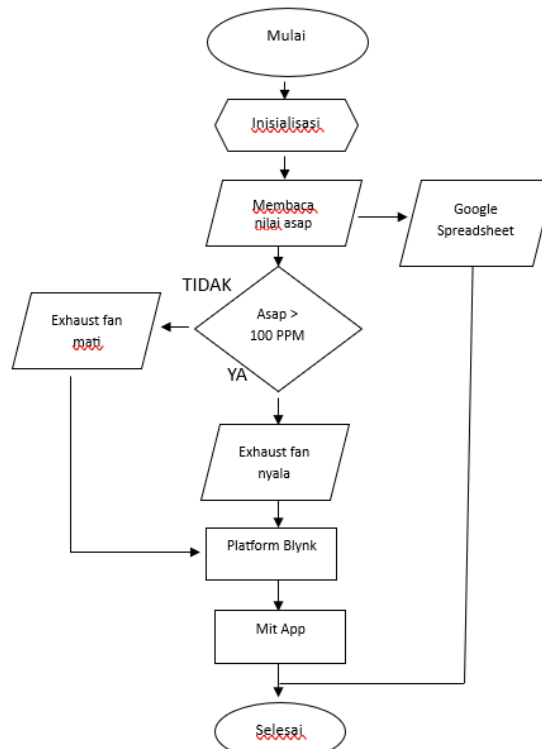
No	Komponen	Pin	ESP32	
1	Power Supply	Vin	GND	
2	Sensor MQ-2	VCC	GND	D34
3	Sensor DHT 22	VCC	GND	D21
4	Relay 1	VCC	GND	D23
5	Relay 2	VCC	GND	D5

Tabel 2. Penghubung Aktuator Dengan Relay dan Sumber AC

No	Komponen	Pin NO Relay	Pin Relay COM
1	Relay 1	Exhaust Fan	AC
2	Relay 2	Kipas Angin	AC

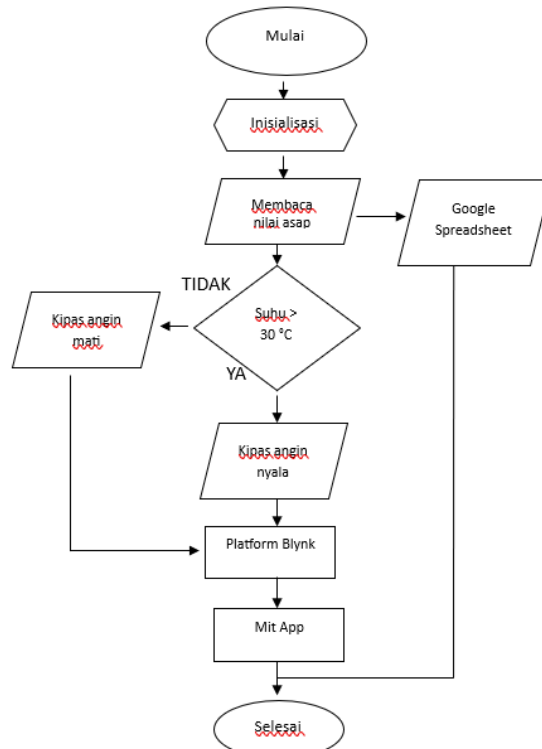
Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Flowchart Sistem Pendeteksi Asap, Flowchart atau diagram alir merupakan suatu bagian dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan urutan suatu proses secara mendetail dan hubungan antara suatu program. Adapun flowchart dari sistem pendeteksi asap yang dibuat dapat dilihat pada gambar 3. Berikut flowchart perancangan dari sistem pendeteksi asap.



Gambar 3. Flowchart Pendeteksi Asap

Flowchart Sistem Pendeteksian Suhu, pada flowchart ini menggambarkan suatu proses dari sistem pendeteksian suhu dapat dilihat pada gambar 3.4. Berikut merupakan flowchart dari pendeteksian suhu.

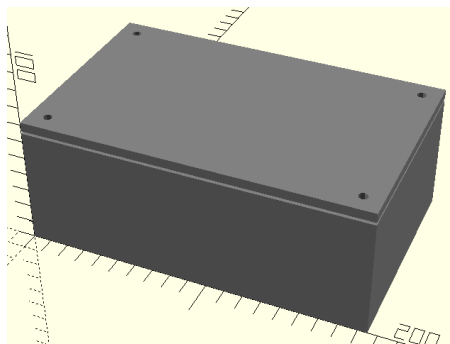


Gambar 4. Flowchart Pendeteksi Suhu

Adapun prinsip kerja dari alat tersebut adalah ketika sensor MQ2 yaitu sensor asap dan sensor DHT22 yaitu sensor suhu akan membaca nilai dari sensor tersebut. Jika hasil dari nilai sensor melebihi nilai yang telah ditetapkan, maka ESP32 sebagai mikrokontroler akan memberi perintah secara otomatis untuk menghidupkan relay. Hal ini menyebabkan exhaust fan atau kipas angin akan aktif sampai nilai dari sensor berada dibawah ambang batas. Nilai dari pembacaan sensor ditampilkan pada Google Spreadsheet sebagai media penyimpanan nilai dari sensor tersebut, dan pada aplikasi Mit App nilai dari kedua sensor tersebut dapat dilihat secara real time termasuk status dari exhaust fan atau kipas angin dalam kondisi nyala atau mati, dan exhaust fan atau kipas angin tersebut dapat dikontrol secara manual untuk dinyalakan ataupun dimatikan.

Perancangan Mekanik

Perancangan box dilakukan untuk media penyimpanan komponen-komponen yang digunakan pada sistem, dengan ukuran 18,5 cm x 11,5 cm x 6,5 cm dengan ukuran tersebut dapat menampung komponen yang digunakan pada sebuah sistem.



Gambar 5. Perancangan Box

Pembuatan Sistem

Pada pembuatan sistem ini merupakan proses mengembangkan dan membangun sebuah perangkat keras (Hardware) dan perangkat lunak (Software).

Pembuatan Perangkat Keras (Hardware)

Tahap ini merupakan sebuah proses melakukan sebuah penghubungan fungsi-fungsi pada setiap komponen yang digunakan. Pembuatan alat monitoring ini memerlukan alat dan modul yang digunakan pada pembuatan alat ini. Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Perangkat Keras

No	Komponen	Jumlah
1	Power Supply	1
2	Modul ESP32	1
3	Sensor DHT22	1
4	Sensor MQ2	1
5	Relay	2
6	Kabel	Secukupnya
7	PCB	1
8	Box Komponen	1
9	Box Sensor	1
10	Exhaust Fan	1
11	Kipas Angin	1

Proses perakitan perangkat keras dilakukan melalui beberapa tahap. Pertama, dilakukan penyolderan kabel jumper serta pemasangan pin header pada PCB sebagai dasar penghubung antar komponen. Setelah itu, komponen-komponen yang diperlukan dipasang dan dihubungkan langsung ke PCB agar seluruh rangkaian dapat bekerja dengan baik.

Tahap selanjutnya adalah menempatkan sensor MQ2 dan sensor DHT22 ke dalam box khusus sensor agar terlindungi dan dapat berfungsi optimal saat melakukan pengukuran. Terakhir, power supply beserta PCB yang telah dirangkai dengan seluruh komponen dimasukkan ke dalam box komponen. Box ini berisi modul ESP32 dan relay yang menjadi bagian utama dalam sistem kontrol perangkat.

Pembuatan Perangkat Lunak (Software)

Pada tahap ini dilakukan pengembangan perangkat lunak, yang merupakan bagian penting untuk memastikan sistem dapat berkomunikasi dan berfungsi sesuai kebutuhan. Pengembangan perangkat lunak mencakup pembuatan sistem pendeteksi asap, di mana program dirancang untuk membaca kadar asap di dalam ruangan dalam satuan PPM.

```
void sensorRead() {  
  int gasADC = analogRead(MQ2_PIN);  
  float rs = MQResistanceCalculation(gasADC);  
  float rs_ro_ratio = rs / Ro;  
  float gasPPM = MQGetGasPercentage(rs_ro_ratio);  
}  
Serial.print("Gas PPM: ");  
Serial.println(gasPPM);  
  
Blynk.virtualWrite(V0, gasPPM);      // Kirim data gas PPM ke Blynk  
  
sendDataToGoogleSheets(gasPPM);
```

Gambar 6. Pembacaan Nilai Asap

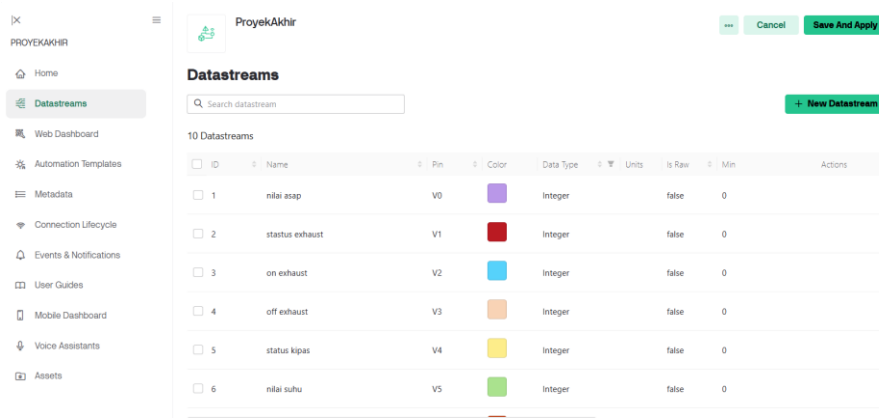
Selain itu, dibuat pula sistem pendeteksi suhu yang berfungsi mengambil dan menampilkan informasi suhu ruangan dalam satuan derajat Celsius. Kedua sistem tersebut diintegrasikan agar mampu memberikan data secara real-time dan mendukung proses monitoring pada keseluruhan perangkat.

```
void sensorRead() {  
  float temperature = dht.readTemperature();  
  if (isnan(temperature)) {  
    Serial.println("Gagal membaca sensor DHT");  
    return; // keluar fungsi jika gagal baca suhu  
  }  
  
  Serial.print("Temperature: ");  
  Serial.print(temperature);  
  Serial.println(" °C");  
  
  Blynk.virtualWrite(V5, temperature);  
  sendDataToGoogleSheets(temperature);
```

Gambar 7. Pembacaan Nilai Suhu

Pada bagian ini dilakukan pembuatan platform IoT menggunakan Blynk, yang berfungsi sebagai penghubung antara perangkat keras dan cloud sekaligus menjadi antarmuka aplikasi pada smartphone untuk kebutuhan monitoring dan pengendalian secara real-time. Blynk menyediakan layanan cloud yang memungkinkan ESP32 mengirim dan menerima data dengan mudah. Proses pembuatan dimulai dengan membuka halaman web Blynk dan membuat sebuah template baru melalui menu "+ New Template".

Setelah template berhasil dibuat, langkah berikutnya adalah masuk ke dalam template tersebut dan menambahkan datastream. Pembuatan datastream dilakukan dengan memilih opsi "+ New Datastream", lalu membuat sepuluh virtual pin sesuai fungsi yang dibutuhkan. Seluruh pengaturan ini menjadi dasar komunikasi antara perangkat dan aplikasi Blynk.

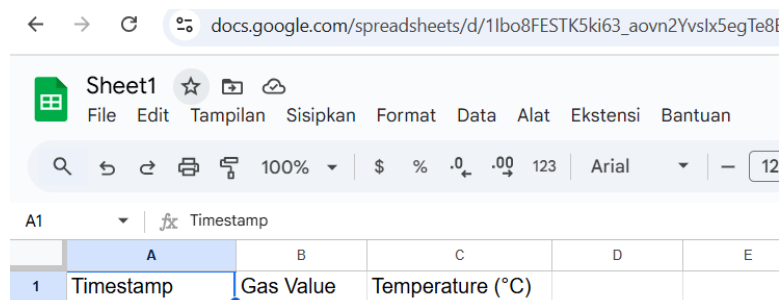


Gambar 8. Pembuatan Datastream Blynk

Pada tahap ini dilakukan pembuatan cloud menggunakan Google Spreadsheet sebagai media penyimpanan data sensor. Proses dimulai dengan membuat spreadsheet baru, kemudian memberi label pada kolom pertama dengan “Timestamp” untuk mencatat waktu pencatatan data, kolom kedua dengan “Gas Value” untuk menampilkan nilai asap dari sensor MQ-2, dan kolom ketiga dengan “Temperature (°C)” untuk menampilkan data suhu yang diterima dari sensor DHT22.

Setelah struktur tabel dibuat, langkah berikutnya adalah menambahkan script melalui menu “Ekstensi” dan memilih “Apps Script”. Pada halaman tersebut, program dituliskan untuk menerima dan menyimpan data sensor yang dikirim oleh ESP32.

Tahap terakhir adalah menerapkan konfigurasi dengan memilih opsi “Deployment baru”. Setelah proses ini selesai, sistem akan menghasilkan sebuah link yang nantinya dimasukkan ke dalam kode di Arduino IDE agar ESP32 dapat mengirimkan data langsung ke spreadsheet.

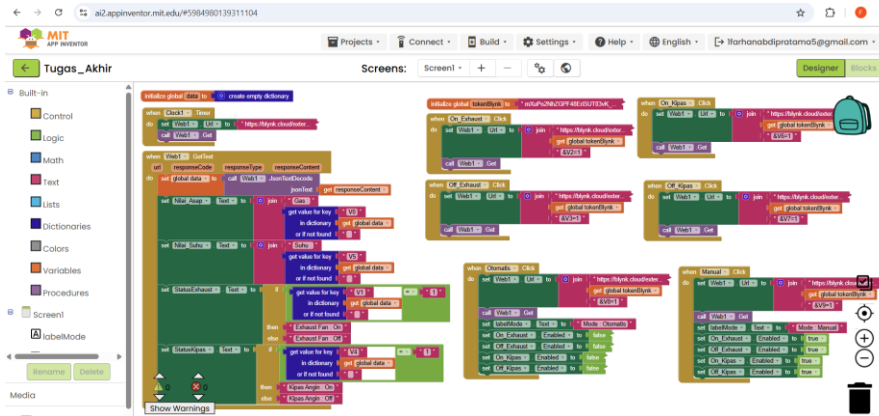


Gambar 9. Pembuatan Google Spreadsheet

Pada tahap ini dilakukan pembuatan antarmuka pengguna menggunakan platform Mit App sebagai sarana untuk memonitor dan mengendalikan sistem. Proses dimulai dengan mengakses situs Mit App dan memilih menu “Create Apps!” untuk masuk ke halaman pembuatan proyek. Setelah itu, dibuat sebuah proyek baru melalui opsi “+ New Project”, lalu proyek tersebut akan muncul sesuai nama yang diberikan.

Langkah berikutnya adalah merancang tampilan aplikasi. Dalam perancangan ini digunakan beberapa elemen seperti lima label, enam tombol yang masing-masing memiliki nama dan fungsi berbeda, komponen clock untuk menampilkan data sensor berdasarkan interval waktu, serta komponen web untuk memungkinkan komunikasi aplikasi dengan platform Blynk melalui internet. Seluruh elemen tersebut kemudian disusun hingga membentuk tampilan aplikasi yang diinginkan.

Setelah desain selesai, tahap dilanjutkan dengan penyusunan blok logika. Proses ini dilakukan dengan menyusun blok-blok perintah secara visual sehingga aplikasi dapat menjalankan fungsi seperti membaca data sensor, mengirim perintah ke perangkat, dan menampilkan informasi secara real-time. Seluruh blok tersebut dirangkai agar aplikasi dapat berfungsi sesuai kebutuhan system



Gambar 10. Pembuatan Blok Logika Mit App

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian sistem dilakukan untuk mengontrol exhaust fan dan kipas angin secara otomatis dan manual. Sistem ini menggunakan sensor MQ2 untuk mendeteksi kadar asap, serta sensor DHT22 yang berfungsi untuk mengukur suhu udara. Data dari kedua sensor ini diolah oleh ESP32 untuk mengaktifkan exhaust fan dan kipas angin secara otomatis berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan, kemudian juga menyediakan fitur kontrol manual melalui MIT App Inventor yang berfungsi sebagai user interface, dan nilai pembacaan dari sensor MQ2 dan DHT22 juga dikirim ke Google Spreadsheet.

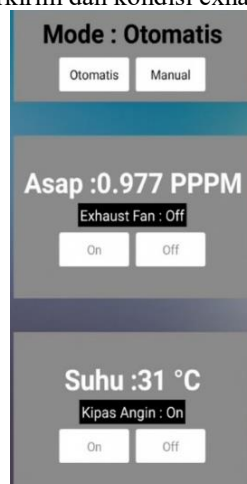
Hasil Pengujian Sistem Otomatis Pendeteksi Asap

Pengujian sistem diawali dengan membaca nilai sensor MQ2 pada kondisi ruangan bersih tanpa adanya paparan asap. Pada tahap ini dilakukan pengukuran tegangan menggunakan multimeter untuk melihat perubahan nilai sensor dalam kondisi normal. Hasil pengukuran dicatat dalam tabel berisi rentang tegangan dan nilai PPM ketika ruangan bebas asap.

Tabel 4. Pengukuran Tanpa Asap

No	Tegangan (VDC)	PPM
1	0,07	0,98
2	0,09	17
3	0,1	36

Setelah pengujian menggunakan multimeter, data kemudian diamati melalui tampilan serial monitor pada Arduino IDE serta aplikasi Mit App. Serial monitor menampilkan output nilai dari sensor MQ2, sedangkan pada aplikasi Mit App terlihat bahwa data berhasil terkirim dan kondisi exhaust fan masih dalam keadaan mati.



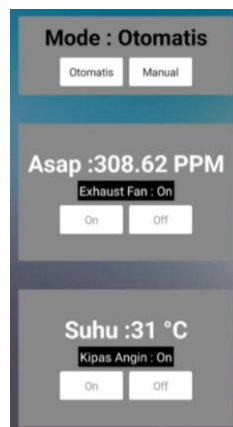
Gambar 11. Tanpa Asap

Pengujian berikutnya dilakukan dengan memberikan sumber asap di sekitar sensor MQ2 untuk mengetahui respons sensor terhadap peningkatan kadar asap. Pembacaan sensor menunjukkan kenaikan nilai PPM dan tegangan sesuai jumlah asap yang diterima. Nilai-nilai tersebut dicatat dalam tabel berisi data tegangan dan PPM pada kondisi berasap.

Tabel 5. Pengukuran Terdapat Asap

No	Tegangan (VDC)	PPM
1	0,13	308
2	0.2	502
3	0,45	1137
4	0,57	3582

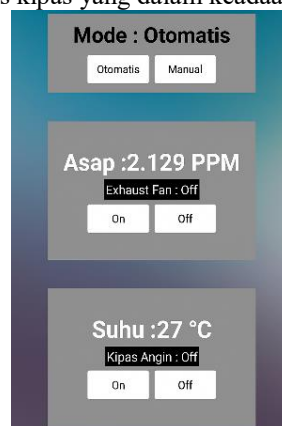
Setelah itu, hasil pembacaan ditampilkan kembali melalui serial monitor Arduino IDE dan aplikasi Mit App. Serial monitor memperlihatkan peningkatan nilai sensor MQ2, sementara aplikasi Mit App menunjukkan data yang masuk secara real-time serta perubahan status exhaust fan yang aktif secara otomatis ketika nilai sensor melewati ambang batas yang telah ditentukan.



Gambar 12. Terdapat Asap

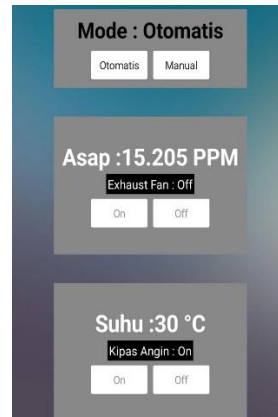
Hasil Pengujian Sistem Otomatis Pendeteksi Asap

Pada pengujian sistem otomatis pendeteksi suhu, dilakukan pembacaan nilai suhu ruangan sebagai pemicu kerja kipas angin ketika mode otomatis aktif. ESP32 telah diprogram untuk menyalakan relay yang terhubung dengan kipas angin apabila suhu melebihi batas yang telah ditetapkan. Ketika suhu masih berada di bawah ambang batas, hasil pada serial monitor menunjukkan nilai suhu rendah dan kipas tetap tidak aktif. Tampilan di aplikasi Mit App juga menampilkan nilai suhu yang sama serta status kipas yang dalam keadaan mati.



Gambar 13. Suhu Dibawah Ambang Batas

Sebaliknya, ketika suhu ruangan melampaui batas yang telah ditentukan, serial monitor menunjukkan peningkatan suhu yang memicu kipas angin untuk menyala. Hal yang sama juga terlihat pada aplikasi Mit App, di mana nilai suhu yang terbaca ditampilkan bersama dengan status kipas angin yang aktif dalam mode otomatis.

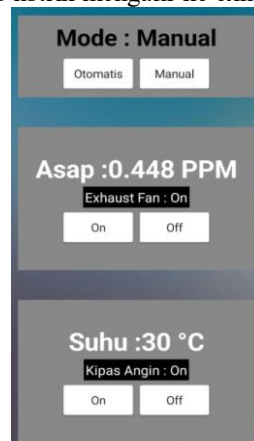


Gambar 14. Suhu Diatas Ambang Batas

Hasil Pengujian Sistem Manual Melalui Mit App

Pengujian sistem secara manual dilakukan menggunakan aplikasi Mit App yang berfungsi sebagai kontrol utama dan terhubung ke mikrokontroler ESP32 melalui jaringan Wi-Fi. Pada mode ini, pengguna dapat menyalakan atau mematikan perangkat seperti exhaust fan dan kipas angin secara langsung melalui tombol perintah pada aplikasi.

Pada saat tombol On ditekan dalam mode manual, tampilan aplikasi menunjukkan bahwa exhaust fan dan kipas angin berada dalam kondisi aktif. Kondisi ini sesuai dengan status yang terlihat pada relay, di mana kedua indikator LED pada modul relay menyala. Hal tersebut menandakan bahwa relay menerima suplai tegangan yang cukup dan sedang berada pada keadaan aktif sehingga arus listrik mengalir ke exhaust fan dan kipas angin.



Gambar 15. Diberi Perintah Nyala

Sebaliknya, ketika pengguna menekan tombol Off, aplikasi menampilkan bahwa kedua perangkat dalam kondisi tidak aktif. Pada relay, hanya satu LED yang menyala, menandakan bahwa relay tidak sedang menghubungkan arus ke perangkat. Dengan terputusnya aliran listrik, exhaust fan dan kipas angin pun berada dalam keadaan mati sesuai perintah manual dari aplikasi.



Gambar 16. Diberi Perintah Mati

Hasil Pengujian Pengiriman Data Ke Google Spreadsheet

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa data dari sensor MQ2 dan DHT22 dapat dikirim dan tersimpan secara real-time ke Google Spreadsheet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap pembacaan sensor berhasil dikirimkan tanpa hambatan dan langsung tercatat pada lembar spreadsheet. Menunjukkan bahwa pesan telah berhasil diteruskan ke Google Spreadsheet. Sementara itu, tampilan pada Google Spreadsheet menunjukkan data yang masuk berupa nilai kadar asap dan suhu yang tercatat sesuai dengan waktu pembacaan masing-masing sensor.

	A	B	C
1	Timestamp	Gas Value	Temperature (°C)
2	24/07/2025 20:15:53	251	31
3	24/07/2025 20:15:56	255	31
4	24/07/2025 20:15:59	178	31
5	24/07/2025 20:16:02	313	31
6	24/07/2025 20:16:04	251	31
7	24/07/2025 20:16:08	287	31,1
8	24/07/2025 20:16:10	261	31,1
9	24/07/2025 20:16:13	359	31
10	24/07/2025 20:16:15	103	31,1
11	24/07/2025 20:16:18	242	31,1
12	24/07/2025 20:16:21	235	31,1
13	24/07/2025 20:16:26	255	31,1
14	24/07/2025 20:16:32	237	31
15	24/07/2025 20:16:37	234	31
16	24/07/2025 20:16:41	260	31
17	24/07/2025 20:16:46	240	31,1
18	24/07/2025 20:16:51	226	31,1
19	24/07/2025 20:16:55	111	31,1
20	24/07/2025 20:17:00	234	31,1
21	24/07/2025 20:17:05	229	31,1
22	24/07/2025 20:17:10	239	31,1
23	24/07/2025 20:17:12	246	31,1
24	24/07/2025 20:17:15	233	31,1
25	24/07/2025 20:17:20	222	31,1

Gambar 17. Tampilan Pada Google Spreadsheet

Analisa Hasil Pengujian Sistem

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat dianalisis beberapa poin utama terkait kinerja sistem kontrol exhaust fan dan kipas angin menggunakan sensor MQ2 dan DHT22 yang terhubung dengan mikrokontroler ESP32 dan dikontrol secara otomatis maupun manual.

Analisa Pengujian Sistem Otomatis Pendeteksi Asap

Pengujian sistem otomatis terhadap asap menunjukkan bahwa mekanisme pengendalian perangkat berfungsi dengan baik. Exhaust fan dapat menyala dan mati secara otomatis sesuai nilai yang terdeteksi oleh sensor MQ2. Pada kondisi ruangan bersih, hasil pengukuran menunjukkan tegangan sensor sekitar 0,07 VDC, namun dapat meningkat hingga 0,1 VDC meskipun tidak ada asap, karena sensor tetap memiliki kemungkinan membaca fluktuasi kecil. Nilai PPM dalam kondisi normal tercatat sekitar 0,98 PPM dan dapat mencapai 36 PPM meskipun ruangan tanpa asap.

Saat sensor terpapar asap, tegangan meningkat signifikan mulai dari 0,13 VDC hingga 0,57 VDC, dengan nilai PPM yang naik dari ratusan hingga ribuan. Besarnya nilai yang terbaca dipengaruhi oleh banyaknya asap yang diterima sensor. Perubahan ini terjadi karena resistansi pada sensor MQ2 menurun ketika mendeteksi asap. Penurunan resistansi tersebut menyebabkan tegangan keluaran meningkat ketika diukur menggunakan multimeter, sekaligus membuat nilai PPM ikut bertambah seiring tingginya konsentrasi asap.

Ketika nilai sensor melampaui ambang batas yang telah ditentukan, mikrokontroler ESP32 mengaktifkan relay melalui pin yang terhubung sebagai pemacu exhaust fan. Relay kemudian mengalirkan arus listrik sehingga exhaust fan menyala. Status exhaust fan juga diperbarui pada platform Blynk dan aplikasi Mit App melalui proses komunikasi berbasis token autentikasi yang telah diatur sebelumnya. Sebaliknya, ketika nilai sensor kembali berada di bawah ambang batas, exhaust fan otomatis mati dan status pada aplikasi diperbarui sesuai kondisi perangkat.

Selain itu, hasil pengujian juga menunjukkan bahwa data sensor berhasil dikirim ke Google Spreadsheet. Hal tersebut terlihat dari tampilan serial monitor yang menandakan proses pengiriman berjalan lancar, serta tampilan spreadsheet yang memuat data pembacaan sensor lengkap beserta waktu pencatatannya.

Analisa Pengujian Sistem Otomatis Pendeteksi Suhu

Pengujian terhadap sensor DHT22 dan sistem kontrol kipas angin menunjukkan bahwa perangkat mampu membaca suhu ruangan dengan baik dan mengaktifkan kipas angin secara otomatis ketika suhu melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Pada kondisi ketika suhu masih berada di bawah batas pemacu, sistem tidak memberikan perintah untuk mengaktifkan relay yang terhubung ke pin D5 pada ESP32, sehingga aliran listrik ke kipas angin tetap terputus dan perangkat berada dalam keadaan mati. Sebaliknya, ketika suhu melampaui ambang batas, sistem secara otomatis mengirimkan perintah untuk mengaktifkan relay dan mengalirkan listrik ke kipas angin sehingga perangkat menyala.

Saat sensor mendeteksi suhu yang lebih tinggi dari batas pengaturan, ESP32 mengaktifkan relay melalui pin yang terhubung ke rangkaian kipas angin. Perubahan ini juga diperbarui pada platform Blynk dan aplikasi Mit App melalui komunikasi menggunakan kode autentikasi yang telah dikonfigurasi sebelumnya, sehingga status kipas angin pada aplikasi menyesuaikan dengan kondisi perangkat sebenarnya. Ketika suhu kembali turun di bawah ambang batas, kipas angin otomatis dimatikan dan perubahan status kembali ditampilkan pada aplikasi.

Selain fungsi kontrol, pengujian juga memastikan bahwa nilai pembacaan sensor berhasil dikirim dan disimpan ke Google Spreadsheet. Tampilan serial monitor menunjukkan bahwa proses pengiriman berjalan dengan baik, dan nilai sensor yang tersimpan pada Google Spreadsheet muncul sesuai waktu pembacaannya.

Analisa Pengujian Sistem Manual Melalui Mit App

Pada mode kontrol manual melalui aplikasi MIT App Inventor, pengguna memiliki keleluasaan untuk mengoperasikan sistem tanpa bergantung pada mode otomatis. Melalui aplikasi ini, perangkat seperti exhaust fan dan kipas angin dapat dikendalikan secara langsung dengan memanfaatkan koneksi Wi-Fi yang menghubungkan aplikasi dengan mikrokontroler ESP32. Ketika pengguna menekan tombol On, aplikasi mengirimkan perintah melalui autentikasi Blynk ke ESP32 untuk mengaktifkan relay yang terhubung pada pin D23 dan D5. Kondisi ini ditandai dengan relay yang menyala dan aliran listrik yang mulai menghidupkan exhaust fan serta kipas angin. Status perangkat kemudian diperbarui melalui virtual pin Blynk dan ditampilkan kembali pada aplikasi pengguna.

Sebaliknya, ketika tombol Off ditekan pada aplikasi, perintah dikirim untuk mematikan kedua relay tersebut. Relay yang tidak menyala menunjukkan bahwa arus listrik menuju exhaust fan dan kipas angin telah terputus, sehingga kedua perangkat berada pada kondisi mati. Perubahan status ini juga dikirim melalui virtual pin pada platform Blynk dan diperbarui secara real-time pada tampilan aplikasi pengguna. Dengan demikian, mode manual memberikan fleksibilitas penuh bagi pengguna untuk mengontrol perangkat secara langsung sesuai kebutuhan.

KESIMPULAN

Sistem pendeteksi dan pengendalian asap dan suhu dalam ruangan berhasil dirancang menggunakan sensor MQ2, sensor DHT22, dan mikrokontroler ESP32 yang bekerja dengan mengukur parameter secara kontinu untuk mengaktifkan aktuatur sesuai ambang batas, serta didukung penerapan IoT yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian real-time melalui Blynk, Mit App, dan Google Spreadsheet.

REFERENSI

- Amsar, A., Khairuman, K., & Marlina, M. (2020). Perancangan Alat Pendeteksi CO2 Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Internet Of Thing. *METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika Dan Komputerisasi Akuntansi*, 4(1), 73–79. <https://doi.org/10.46880/jmika.v4i1.143>
- Artiyasa, M., Nita Rostini, A., Edwinanto, & Anggy Pradifita Junfithrana. (2021). Aplikasi Smart Home Node Mcu Iot Untuk Blynk. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.52005/rekayasa.v7i1.59>

- Gultom, M. V., Putro, I. S., Karawang, U. S., & Timur, T. (2025). *SISTEM DETEKSI KEBAKARAN BERBASIS DENGAN MIKROKONTROLER ESP32*. 13(2).
- Intania Paramithal, I. A. P., Diafari Djuni, I., & Setiawan, W. (2020). Rancang Bangun Prototipe Sistem Pendeteksi Asap Rokok Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor Mq-2 Dilengkapi Dengan Exhaust Fan. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(3), 69. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2020.v07.i03.p9>
- Irfani, R., Rahmanto, A. A., & Gazazanata, E. M. (2025). Rancang Bangun Sistem Exhaust Fan Otomatis Berbasis Sensor DHT11 dan Mikrokontroler ESP32 untuk Peningkatan Kualitas Udara di Smoking Area. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 9(1), 102–112. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v9i1.2161>
- Iriyanta, K., Hendra, & Buryadi, I. Y. (2025). Visualisasi Data Suhu Dan Kelembaban Ruang Admisi Utdi Berbasis Iot Menggunakan Google Spreadsheet Dan Google Looker Studio. *Jurnal Informasi Interaktif*, 10(1), 130–140.
- Kamal, K., Tyas, U. M., Buckhari, A. A., & Pattasang, P. (2023). Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi (TEKNOS)*, 1(1), 1–10.
- Khairulah, R. A., & Herdianto, R. (2023). Klasifikasi Serangan Pada Jaringan Internet of Thing (IoT): Tinjauan Literatur Komparatif. *Jurnal Inovasi Teknologi Dan Edukasi ...*, 3(1), 47–53. <https://doi.org/10.17977/um068v3i12023p47-53>
- Komputasi, J., Asha, D., Ulum, M. B., & Rozali, Y. A. (2021). *Implementasi Metode Fuzzy Logic Pada Sistem Pakar*. 9(2), 1–11.
- Lubis, R. S., Haris, A., & Tarmizi, T. (2022). UPS Design for Increased Flexibility of Use and More Economic with PWM Controlled Inverter Based on ATmega 328 Microcontroller. *Teknik*, 43(1), 102–111. <https://doi.org/10.14710/teknik.v43i1.32736>
- Maharani, S., & Aryanta, W. R. (2023). Dampak Buruk Polusi Udara Bagi Kesehatan Dan Cara Meminimalkan Risikonya. *Jurnal Ecocentrism*, 3(2), 47–58. <https://doi.org/10.36733/jeco.v3i2.7035>
- Manullang, A. B. P., Saragih, Y., & Hidayat, R. (2021). Implementasi NodeMCU ESP8266 dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis IoT. *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika*, 4(2), 163–170. <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jireISSN.2620-6900>
- Nahdi, F., & Dhika, H. (2021). Analisis Dampak Internet of Things (IoT) Pada Perkembangan Teknologi di Masa Yang Akan Datang. *INTEGER: Journal of Information Technology*, 6(1), 33–40. <https://doi.org/10.31284/j.integer.2021.v6i1.1423>
- Pradana, R. B. A., & Bhawiyuga, A. (2022). Pengembangan Platform IoT Cloud berbasis Layanan Komputasi Serverless Google Cloud Platform (GCP). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(4 SE-), 1841–1847. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/10933>
- Pratama, R. A., Pratikto, P., & Arman, M. (2023). Sistem Akuisisi Data Temperatur Showcase Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dengan Sensor Termokopel dan Logging ke Google Spreadsheets. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 14(1), 252–257. <https://doi.org/10.35313/irwns.v14i1.5395>
- Putri, I., Nurfajriyani, I., & Fadilatussaniatun, Q. (2020). Pengaruh Suhu Ruang Kelas Terhadap Konsentrasi Belajar Mahasiswa Pendidikan Biologi Semester Vii (B). *BIO EDUCATIO : (The Journal of Science and Biology Education)*, 5(1), 11–15. <https://doi.org/10.31949/be.v5i1.1744>
- Rombang, I. A., Setyawan, L. B., & Dewantoro, G. (2022). Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 21(1), 131–144. <https://doi.org/10.31358/techne.v21i1.312>
- Saputra, F., Ryana Suchendra, D., & Ikhsan Sani, M. (2020). Implementasi Sistem Sensor DHT22 Untuk Menstabilkan Suhu Dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroler Nodemcu Esp8266 Pada Ruang Implementation of DHT22 Sensor System To Stabilize Temperature and Humidity Based on Microcontroller Nodemcu Esp8266 in Space. *Proceeding of Applied Science*, 6(2), 1977.
- Setiawan, D., & Suhartono, B. (2023). Desain Dan Implementasi Aplikasi Android Menggunakan Mit App Inventor Pada Pengendali Sistem Robotik. *Jurnal Teknik Informatika Dan Teknologi Informasi*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.55606/jutiti.v3i1.2030>
- Suryana, T. (2021). Implementasi Modul Sensor MQ2 Untuk Mendeteksi Adanya Polutan Gas di Udara. *Jurnal Komputa Unikom*, 1–15. <http://iot.ciwaruga.com>
- Tri Sulistyorini, Nelly Sofi, & Erma Sova. (2022). Pemanfaatan Nodemcu Esp8266 Berbasis Android (Blynk) Sebagai Alat Alat Mematikan Dan Menghidupkan Lampu. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 1(3), 40–53. <https://doi.org/10.56127/juit.v1i3.334>