



# Rancang Bangun Alat Deteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler ESP32 Dengan Energi Surya

Nurhabibah Naibaho<sup>1\*</sup>, Arlan Ramadhan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana, Jl. Kampus UNKRIS Jatiwaringin, Bekasi 13077, Indonesia

<sup>1</sup> [nurhabibah@unkris.ac.id](mailto:nurhabibah@unkris.ac.id); <sup>2</sup> [arlanramadhan@gmail.com](mailto:arlanramadhan@gmail.com);

\* corresponding author

## ARTICLE INFO

Available Online 02/09/2025

**Keywords:**  
ESP32 Microcontroller  
Flame Sensor  
DHT22 Sensor  
Fire Detection  
Blynk

## ABSTRACT

Fires are disasters that can cause significant material and non-material losses. Therefore, an effective and efficient fire detection system is needed. This study aims to design and develop a fire detection system based on the ESP32 microcontroller with advanced sensors and monitoring technology. The system uses a flame sensor to detect fire, a DHT22 sensor to monitor temperature and humidity, an MQ-135 sensor to detect smoke, and a Ublox Neo-6M GPS module to determine the location of the fire. Sensor data is sent to the Blynk application for real-time monitoring, and the system uses solar energy as the primary power source. Additionally, the system is equipped with an emergency button to send distress signals and a siren for early warning. Testing results show that the flame sensor detects fire up to a maximum distance of 105 cm, indicated by a red LED light and the siren sounding. The MQ-135 sensor shows an increase in ppm levels on the Blynk application when smoke is present, with the siren activating when the ppm level exceeds 2000. The DHT22 sensor has high accuracy, with an error of 2.96% for temperature and 2.7% for humidity when tested with a Thermohygrometer. The GPS module provides accurate location information when a fire is detected. The Blynk application successfully displays real-time sensor data and sends fire detection notifications. The solar power system charges the battery with an average voltage of 12.2 Volts and a current of 0.46 Amps, with the battery voltage gradually decreasing by 0.5 Volts. This system can detect fires quickly and accurately, provide precise location information, and issue early warnings, thus aiding in early fire response and minimizing losses.

© 2025 Jurnal Teknokris All rights reserved.

## 1. Pendahuluan

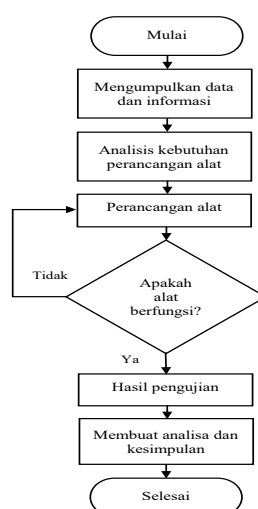
Kebakaran dianggap sebagai musibah, karena dampaknya yang berbahaya bagi lingkungan dan masyarakat, serta sulit untuk dikendalikan. Kebakaran adalah kejadian berbahaya yang memiliki potensi besar mengancam kelangsungan hidup manusia. Insiden ini dapat terjadi di berbagai tempat, seperti gedung perkantoran, perumahan penduduk, hingga hutan yang luas. Kebakaran bisa disebabkan oleh banyak hal, termasuk korsleting Listrik yang terjadi akibat peralatan elektronik yang rusak atau instalasi Listrik yang tidak sesuai standarisasi. Selain itu, kebocoran gas dari tabung gas rumah tangga atau industri juga dapat memicu terjadinya kebakaran. Suhu cuaca yang panas ekstrim, terutama saat musim kemarau, juga menambah potensi terjadinya kebakaran, karena lingkungan menjadi sangat kering. Kebakaran juga dapat menyebabkan berbagai kecelakaan yang serius, misalnya ketika asap tebal dari pembakaran menutupi area penglihatan di jalan raya, yang dapat mengakibatkan tabrakan kendaraan dan kecelakaan lalu lintas lainnya. Asap tersebut tidak hanya berbahaya bagi penglihatan, tetapi juga mengandung partikel beracun yang bisa membahayakan kesehatan manusia, jika terhirup dalam jumlah besar. Akibatnya, pencegahan kebakaran dan penanganan yang cepat serta efektif penting untuk meminimalkan dampak negatif yang ditimbulkan. Sistem deteksi kebakaran berbasis IoT memungkinkan pengawasan secara real-time dan terpusat dari jarak jauh. Sensor seperti sensor suhu, sensor asap dan sensor api dapat dipasang di lokasi yang rentan kebakaran, kemudian data dari sensor-sensor tersebut dikirimkan melalui jaringan IoT ke pusat pemantauan. Dengan demikian, petugas dapat segera mengetahui jika terjadi gejala kebakaran dan mengambil tindakan yang diperlukan. [1]

Namun, salah satu tantangan dalam implementasi sistem ini adalah kebutuhan daya Listrik yang berkelanjutan untuk pengoperasian sensor dan perangkat IoT. Kebutuhan daya yang terus menerus ini menjadi kendala, terutama di area yang sulit terjangkau jaringan Listrik atau di lokasi yang sering mengalami pemadaman Listrik. Oleh karena itu, sistem ini dapat diintegrasikan dengan panel surya sebagai sumber energi terbarukan yang memanfaatkan sinar matahari. Dengan memanfaatkan energi surya, sistem tidak hanya menjadi lebih mandiri dan independen dari jaringan Listrik utama, tetapi juga mengurangi biaya operasional secara signifikan karena tidak memerlukan sumber energi konvensional yang mahal. Selain itu, penggunaan panel surya menjadikan sistem ini lebih ramah lingkungan, karena menurunkan emisi karbon dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Integrasi dengan panel surya juga memberikan keuntungan tambahan berupa keberlanjutan dan keandalan operasional, terutama di daerah yang memiliki paparan sinar matahari tinggi sepanjang tahun. Secara keseluruhan, langkah ini tidak hanya mengatasi tantangan kebutuhan daya, tetapi juga berkontribusi positif terhadap upaya pelestarian lingkungan dan pengembangan teknologi hijau yang berkelanjutan.

Berdasarkan penelitian ini, judul adalah Rancang Alat Bangun Deteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler ESP32 dengan Energi Surya. Modul ESP32 akan membaca data dari sensor deteksi kebakaran, seperti sensor api, sensor asap dan sensor suhu dan kelembapan. Jika terdeteksi kebakaran, modul ESP32 akan mengirimkan pesan melalui aplikasi Blynk. Dalam penelitian ini, penyusun menambahkan modul GPS untuk mengetahui lokasi kebakaran dan alarm sirene untuk memperingatkan lingkungan sekitar. Penerapan rancang bangun ini dirancang untuk digunakan dalam sistem deteksi kebakaran pada gedung, dengan tujuan memberikan perlindungan yang optimal melalui deteksi dini terhadap potensi kebakaran. Sistem ini berfungsi untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time dan mengirimkan peringatan apabila terdeteksi adanya api atau peningkatan suhu yang signifikan, sehingga dapat membantu dalam upaya pencegahan dan penanganan kebakaran.

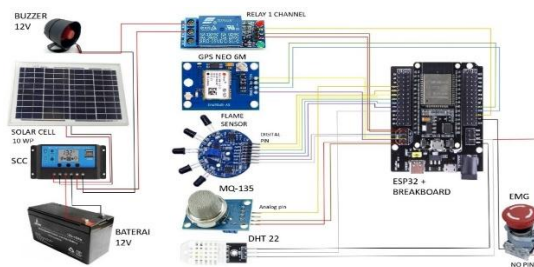
## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah Rancang Bangun Alat Deteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler ESP32 dengan Energi Surya. Modul ESP32 akan membaca data dari sensor deteksi kebakaran, seperti sensor api, sensor asap dan sensor suhu dan kelembapan. Jika terdeteksi kebakaran, modul ESP32 akan mengirimkan pesan melalui aplikasi Blynk. Proses penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Gambar 2 adalah Rangkaian perangkat keras secara keseluruhan. Rangkaian ini merupakan alat bagaimana semua komponen telah dirancang. Adapun komponen yang digunakan untuk membuat deteksi kebakaran berbasis mikrokontroler ESP32 dengan energi surya adalah Mikrokontroler ESP32, Flame Sensor 5 Channel, Sensor MQ-135, Sensor DHT22, GPS Ublox Neo-6M, Panel Surya, Solar Charge Controller, Baterai, Relay 1 Channel, Tombol Bantuan, Sirene, Box Panel.

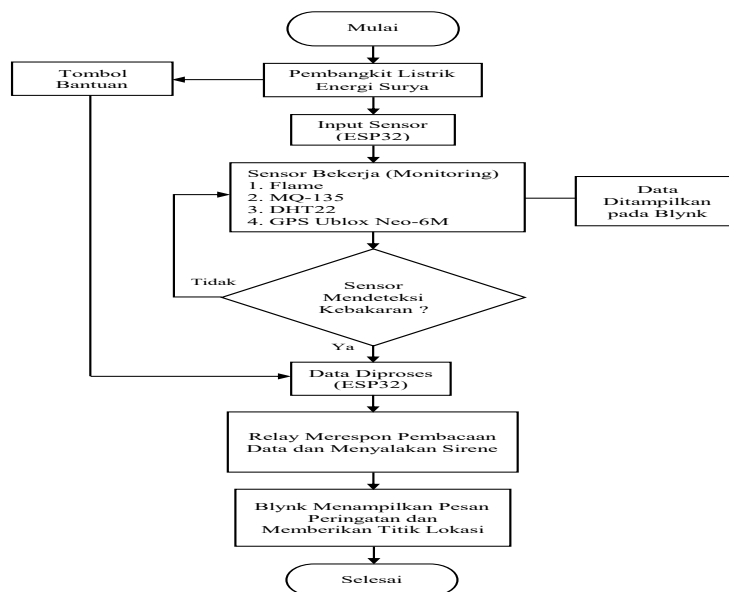


Gambar 2. Rangkaian Perangkat Keras

Dalam proses membuat perangkat lunak menggunakan software Arduino IDE, program dapat ditulis dan dikompilasi ke mikrokontroler. Program yang dikompilasi akan dikirim ke dalam mikrokontroler, sehingga mikrokontroler akan bekerja sesuai perintah:

- Menunjukkan Halaman awal Arduino.
- Setelah halaman awal Arduino terbuka, maka dilanjutkan dengan membuat Program deteksi kebakaran.
- Setelah program selesai adalah memilih tools verify untuk melakukan pemeriksaan terhadap program untuk menemukan kesalahan. Apabila tidak ada kesalahan dalam program, tekan Ctrl + S untuk menyimpan program. Lalu program bisa ditransfer ke ESP32 dengan memilih tool upload.
- Setelah program selesai diupload, maka akan muncul notifikasi “done uploading” pada layar yang menandakan proses upload telah selesai. Notifikasi ini memberikan konfirmasi kepada pengguna bahwa program telah diterima oleh ESP32. Selanjutnya, ESP32 akan bekerja sesuai dengan instruksi yang telah ditentukan dalam program tersebut. Menunjukkan Notifikasi proses upload telah selesai.

Diagram menggambarkan bagaimana alur kerja sistem deteksi kebakaran yang dirancang. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kontrol utama, aplikasi Blynk sebagai platform untuk pemantauan secara real-time, dan energi surya sebagai sumber energi yang berkelanjutan. Diagram ini memberikan gambaran detail mengenai setiap komponen dan interaksi antar komponen dalam sistem deteksi kebakaran. Untuk lebih jelasnya, diagram alur kerja sistem deteksi kebakaran tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alur Kerja Sistem Deteksi Kebakaran

Sistem kerja ini dimulai dengan energi surya sebagai sumber Listrik memberikan tegangan input ke ESP32. Selanjutnya, ESP32 memberikan tegangan input ke sensor. Saat sistem mendeteksi indikasi kebakaran seperti adanya api dan asap, ESP32 akan mengaktifkan relay yang terhubung ke sirene. Sirene ini berfungsi sebagai alarm peringatan untuk memberi tahu orang-orang di sekitar tentang

bahaya kebakaran. Modul GPS Ublox Neo-6M menyediakan data lokasi yang akurat, sehingga pengguna dapat mengetahui lokasi perangkat secara tepat melalui aplikasi Blynk. Tombol bantuan pada sistem ini berfungsi sebagai deteksi manual apabila terdapat indikasi kebakaran namun sensor belum memberi perintah ke relay dan memproses data untuk mengirimkan pesan pada aplikasi Blynk. Secara keseluruhan, sistem ini memberikan solusi yang efektif untuk mendeteksi dan merespon cepat terhadap kebakaran, dengan pemantauan dan notifikasi real-time melalui aplikasi Blynk.

Perangkat ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu panel surya, solar charge controller, dan baterai. Pemasangan solar charge controller dan baterai dilakukan di dalam box panel khusus yang dirancang untuk melindungi komponen-komponen tersebut dari paparan hujan dan kondisi cuaca buruk lainnya. Pengaturan ini memastikan bahwa seluruh sistem dapat beroperasi dengan optimal dan memiliki umur pakai yang lebih panjang. Perangkat pembangkit Listrik energi surya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perangkat Pembangkit Listrik Energi Surya

Perangkat ini terdiri dari berbagai sensor dalam perancangan sistem ini. Sensor-sensor yang digunakan meliputi sensor api, sensor kualitas udara MQ-135, sensor suhu dan kelembaban DHT22, modul GPS Ublox Neo-6M serta relay. Semua sensor tersebut dipasang dengan rapi di dalam box duradus untuk melindungi dan mengorganisir komponen-komponen secara efisien. Susunan dan penempatan perangkat sensor ini dapat dilihat secara lebih jelas pada Gambar 5.



Gambar 5. Perangkat Pembangkit Listrik Energi Surya

Perangkat ini merupakan gabungan antara perangkat pembangkit Listrik energi surya, perangkat sensor, dan sirene peringatan. Gabungan dari berbagai komponen ini membentuk realisasi alat secara keseluruhan yang menjadi inti dari penyusunan tugas akhir ini. Perangkat deteksi kebakaran ini dirancang untuk berfungsi secara terpadu, di mana energi surya digunakan sebagai sumber daya utama, sensor-sensor yang handal berperan untuk mendeteksi adanya kebakaran, dan sirene yang berfungsi untuk memberikan peringatan dini kepada pengguna. Dengan demikian, sistem ini memastikan adanya respon yang cepat dan efisien dalam menghadapi potensi kebakaran. Penataan dan konfigurasi perangkat deteksi kebakaran secara lengkap, termasuk posisi dan hubungan antara masing-masing komponen, dapat dilihat dengan jelas pada Gambar 6.



Gambar 6. Realisasi Alat Deteksi Kebakaran

Dengan demikian, perangkat deteksi kebakaran ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dan efisien dalam sistem deteksi dan pencegahan kebakaran. Integrasi antara pembangkit Listrik energi surya, sensor, dan sirene peringatan memastikan bahwa sistem ini berfungsi secara optimal dalam mendeteksi bahaya dan memberikan peringatan secara tepat waktu.

### 3. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Tahap pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil dari perancangan yang dibuat pada bab sebelumnya. Pengujian ini terdiri dari beberapa langkah, dimulai dengan pengujian sensor dan berakhir dengan pengujian sistem secara keseluruhan. Hasil pengujian ini memungkinkan untuk mengevaluasi kinerja tiap komponen sistem yang saling berhubungan dan tingkat keberhasilan sistem.

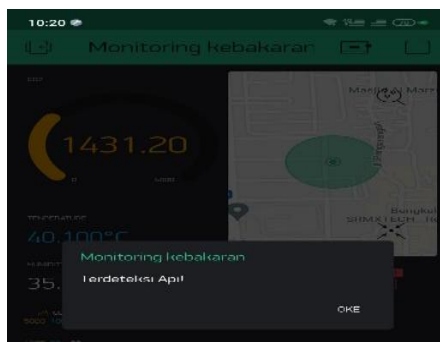
#### 3.1 Pengujian Sensor Api

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur nilai jarak antara sumber api dan sensor. Sensor api bekerja dengan mendeteksi sinar inframerah (IR) yang dihasilkan oleh api. Semakin besar nyala titik api, maka jarak deteksi sensor akan semakin jauh. Dalam pengujian ini penyusun menggunakan korek api sebagai sumber api dan rol meter untuk mengukur jarak. Hasil pengujian jarak sensor api dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pengukuran Beban

No	Jarak (cm)	Indikator Sensor	Sirene	Notifikasi Blynk
1	15	Aktif	Aktif	Terdeteksi Api!
2	30	Aktif	Aktif	Terdeteksi Api!
3	45	Aktif	Aktif	Terdeteksi Api!
4	60	Aktif	Aktif	Terdeteksi Api!
5	75	Aktif	Aktif	Terdeteksi Api!
6	90	Aktif	Aktif	Terdeteksi Api!
7	105	Aktif	Aktif	Terdeteksi Api!
8	120	Nonaktif	Nonaktif	(Tidak ada Notifikasi)

Dari hasil Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa sensor api mampu mendeteksi adanya api hingga jarak 105 cm. Pada jarak 120 cm sensor sudah tidak mendeteksi adanya api. Saat sensor mendeteksi adanya api, sensor akan mengirim sinyal kepada ESP32 untuk mengaktifkan sirene dan mengirim notifikasi ke aplikasi Blynk berupa peringatan dan titik lokasi GPS. Notifikasi sensor api pada aplikasi Blynk dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Notifikasi Api pada Blynk

#### 3.2 Pengujian Sensor MQ-135

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur kadar kualitas udara. Nilai yang diukur oleh sensor MQ-135 adalah kadar ppm CO2. Apabila nilai sensor melewati ambang batas maka sensor akan mendeteksi adanya indikasi kebakaran. Menurut skripsi yang berjudul Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Thingspeak dan Website, tingkat kadar ppm CO2 terbagi menjadi 4 kategori, dapat dilihat pada Tabel 2. [18]

Tabel 2. Tingkat Kadar CO<sub>2</sub>

No	Tingkatan ppm	Indikator Sensor
1	<350	Baik
2	350-1000	Sedang
3	1001-2000	Tidak Sehat
4	>2000	Sangat Tidak Sehat

Dari data Tabel 2 maka ambang batas yang ditetapkan untuk mengukur kadar ppm CO<sub>2</sub> adalah 2000. Dalam pengujian ini penyusun mengukur kadar ppm CO<sub>2</sub> tanpa asap dan dengan asap. Asap yang digunakan berasal dari asap pembakaran kertas. Data pengujian sensor MQ-135 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor MQ-135

No	Interval Waktu (Jam)	Pengujian	Data Mentah (ADC)	Kadar CO <sub>2</sub> (ppm)	Sirene	Notifikasi Blynk
1	23.20	Tanpa asap	2298	1851	Nonaktif	(Tidak ada Notifikasi)
2	23.21	Tanpa asap	2293	1847	Nonaktif	(Tidak ada Notifikasi)
3	23.38	Dengan asap	2576	2075	Aktif	Terdeteksi Asap!
4	23.39	Dengan asap	2583	2081	Aktif	Terdeteksi Asap!

Sampel pengujian ADC pada serial monitor arduino dapat dilihat pada Gambar 8.

Pembacaan ADC tanpa Asap	Pembacaan ADC dengan Asap
<pre> Output Serial Monitor x Message (Enter to send message to 'DOT ESP32 DEVKIT V1' on 'COM3') 23:20:47.823 -&gt; Humidity: 61.30% Temperature: 23.90°C 23:20:50.007 -&gt; CO2= 1853.48 23:20:50.007 -&gt; data mentah = 2305.00 23:20:51.992 -&gt; Humidity: 61.60% Temperature: 23.90°C 23:20:53.289 -&gt; CO2= 1855.09 23:20:53.305 -&gt; data mentah = 2302.00 23:20:54.463 -&gt; Humidity: 62.30% Temperature: 24.00°C 23:20:56.552 -&gt; CO2= 1849.45 23:20:56.600 -&gt; data mentah = 2295.00 23:20:57.462 -&gt; Humidity: 62.30% Temperature: 23.90°C 23:20:59.833 -&gt; CO2= 1851.87 23:20:59.867 -&gt; data mentah = 2298.00 23:21:00.959 -&gt; Humidity: 62.40% Temperature: 23.90°C 23:21:03.108 -&gt; CO2= 1847.84 23:21:03.139 -&gt; data mentah = 2293.00 23:21:04.249 -&gt; Humidity: 63.00% Temperature: 23.90°C 23:21:06.417 -&gt; CO2= 1762.23 23:21:06.417 -&gt; data mentah = 2224.00                     </pre>	<pre> Output Serial Monitor x Message (Enter to send message to 'DOT ESP32 DEVKIT V1' on 'COM3') 23:39:51.308 -&gt; Humidity: 65.30% Temperature: 23.70°C 23:39:53.475 -&gt; CO2= 2078.31 23:39:53.507 -&gt; data mentah = 2379.00 23:39:54.478 -&gt; Humidity: 63.60% Temperature: 23.70°C 23:39:56.832 -&gt; CO2= 2075.80 23:39:56.876 -&gt; data mentah = 2376.00 23:39:58.030 -&gt; Humidity: 62.70% Temperature: 23.70°C 23:39:00.185 -&gt; CO2= 2074.29 23:39:00.226 -&gt; data mentah = 2374.00 23:39:01.348 -&gt; Humidity: 63.10% Temperature: 23.80°C 23:39:03.522 -&gt; CO2= 2083.54 23:39:03.554 -&gt; data mentah = 2383.00 23:39:04.727 -&gt; Humidity: 63.60% Temperature: 23.70°C 23:39:06.897 -&gt; CO2= 2097.48 23:39:06.897 -&gt; data mentah = 2603.00 23:39:08.068 -&gt; Humidity: 64.20% Temperature: 23.70°C 23:39:10.248 -&gt; CO2= 2105.71 23:39:10.248 -&gt; data mentah = 2613.00                     </pre>

Gambar 8. Data ADC pada Serial Monitor Arduino

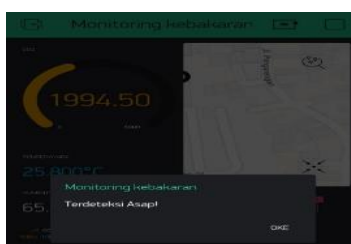
Dari data Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa sensor MQ-135 mampu mendeteksi kadar ppm CO<sub>2</sub>. Kadar ppm CO<sub>2</sub> dibawah 2000 tidak terdeteksi indikasi kebakaran dan kadar ppm CO<sub>2</sub> di atas 2000 akan terdeteksi indikasi kebakaran. Adapun perhitungan kadar CO<sub>2</sub> adalah sebagai berikut:

$$ppm = \left( \frac{ADC \times VCC}{4095} \right)$$

Dimana,

- ADC = Data konsentrasi asap yang diubah ke digital
- VCC = Tegangan input sensor (3300mV)
- 4095 = Rentang tegangan dari bit ESP32

Saat sensor mendeteksi adanya asap, sensor akan mengirim sinyal kepada ESP32 untuk mengaktifkan sirene dan mengirim notifikasi ke aplikasi Blynk berupa peringatan dan titik lokasi GPS. Notifikasi sensor asap pada aplikasi Blynk dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Notifikasi Asap pada Blynk

### 3.3 Pengujian Sensor DHT22

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur akurasi suhu dan kelembapan. Nilai yang diukur oleh sensor DHT22 adalah temperatur dalam satuan derajat Celcius (°C) dan kelembapan dalam satuan Relative Humidity (RH). Dalam pengujian ini, penyusun membandingkan akurasi data pengukuran sensor DHT22 dengan Thermohygrometer. Pengambilan data dilakukan dengan interval waktu 1 jam. Data pengukuran sensor suhu DHT22 dan Thermohygrometer dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor MQ-135

No	Interval Waktu	Pengukuran DHT22	Pengukuran Thermohygrometer	Selisih	Nilai Error
	(Jam)	(°C)	(°C)	(°C)	(%)
1	11.00	40.3	40.9	0.6	1.4
2	12.00	38.3	40.6	2.3	5.6
3	13.00	38.3	38.9	0.6	1.5
4	14.00	37.0	39.0	2.0	3.8
5	15.00	34.3	35.0	0.7	2
6	16.00	33.0	34.2	1.2	3.5
Rata-Rata Nilai Error (%)					2.96

Dari data Tabel 4, bahwa sensor DHT22 berfungsi dengan baik, karena sesuai dengan spesifikasi, bahwa rentang suhu yang terukur harus ± 5°C. Adapun perhitungan nilai error dan rata-rata suhu dari DHT22 dan Thermohygrometer adalah:

$$Error = \left( \frac{(Nilai Thermohygromete - Nilai DHT22)}{Nilai Thermohygrometer} \right) \times 100\%$$

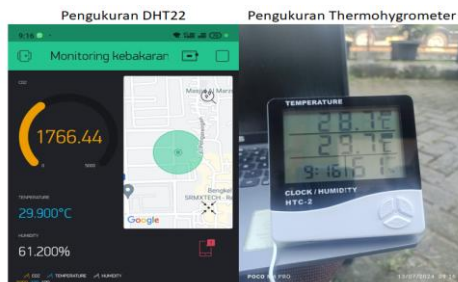
$$Rata - rata Error = \frac{Jumlah data}{Banyak data}$$

Pengujian selanjutnya adalah membandingkan akurasi data pengukuran kelembapan DHT22 dengan Thermohygrometer. Data pengukuran tersebut dapat dilihat pada Tabel 5. Dari data Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa sensor DHT22 berfungsi dengan baik karena sesuai dengan spesifikasi bahwa rentang kelembapan yang terukur harus 2%-5%.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kelembapan Sensor DHT22 dan Thermohygrometer

No	Interval Waktu	Pengukuran DHT22	Pengukuran Thermohygrometer	Selisih	Nilai Error
	(Jam)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	11.00	31.9	33	1.1	3.3
2	12.00	35.2	36	0.8	2.2
3	13.00	37.0	38	1	2.6
4	14.00	39.5	40	0.5	1.2
5	15.00	44.7	46	1.3	3.4
6	16.00	43.4	45	1.6	3.5
Rata-Rata Nilai Error (%)					2.7

Pengujian sensor DHT22 dan Thermohygrometer menunjukkan perbandingan hasil pengukuran suhu dan kelembapan dari kedua perangkat. Adapun sampel pengujian sensor DHT22 dan Thermohygrometer dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tegangan Phasa Stop Kontak yang Dihubungkan ke Tanah

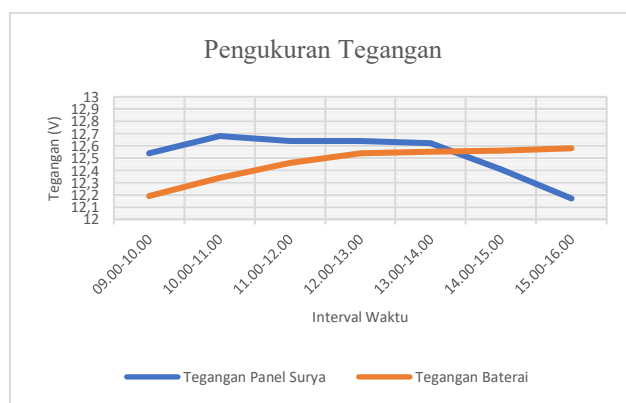
Gambar tersebut memberikan visualisasi yang mendetail mengenai bagaimana data yang dihasilkan oleh sensor DHT22 dibandingkan dengan data yang diperoleh dari Thermohygrometer, serta memberikan informasi tentang tingkat akurasi masing-masing alat dalam pengukuran lingkungan.

### 3.4 Pengujian Pengisian Daya Baterai

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah panel surya mampu melakukan pengisian ke baterai. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus menggunakan tang amper. Pengambilan data dilakukan dengan interval waktu 1 jam. Data pengujian pengisian daya dapat dilihat pada Tabel 6 dan pada Gambar 11.

Tabel 6. Hasil Pengujian Pengisian Daya Baterai

No	Interval Waktu	Solar Panel		Tegangan Baterai (V)	Catatan
		Tegangan (V)	Arus (A)		
1	09.00-10.00	12.54	0.46	12.19	Suhu cuaca rata-rata 36°C
2	10.00-11.00	12.68	0.52	12.34	
3	11.00-12.00	12.64	0.48	12.46	
4	12.00-13.00	12.64	0.48	12.54	
5	13.00-14.00	12.62	0.46	12.55	
6	14.00-15.00	12.41	0.42	12.56	
7	15.00-16.00	12.17	0.41	12.58	
<b>Rata-Rata</b>		12.52	0.46	12.46	



Gambar 11. Grafik Tegangan Panel Surya dan Baterai

Dari Tabel 6 dapat disimpulkan, bahwa panel surya dapat mengisi baterai. Dengan suhu cuaca rata-rata 36°C, proses pengisian daya dapat dilakukan dengan nilai arus rata-rata sebesar 0,46 Ampere yang berasal dari sumber tegangan panel surya sebesar 12.52 Volt. Tegangan baterai bertambah dari 12.19 Volt menjadi 12.58 Volt.

### 3.5 Pengujian Pelepasan Daya Baterai

Pengujian ini untuk mengetahui ketahanan daya baterai dengan pembebanan dari mikrokontroler dan sensor deteksi kebakaran yang terhubung melalui USB solar charge controller. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan baterai setiap 24 jam tanpa pengisian daya dari panel surya. Data pengujian pelepasan daya baterai dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7.  
Hasil Pengujian Pelepasan Daya Baterai

No	Tanggal	Tegangan Awal	Tegangan Akhir	Selisih
		(V)	(V)	(V)
1	2-3	13.3	12.8	0.5
2	3-4	12.8	12.3	0.5
3	4-5	12.3	11.8	0.5
<b>Rata-Rata Pelepasan Daya Baterai</b>				0.5

Dari data pada Tabel 7 dapat disimpulkan, bahwa pelepasan daya baterai dengan beban mikrokontroler dan sensor deteksi kebakaran menunjukkan penurunan tegangan secara bertahap. Pengukuran tegangan baterai setiap 24 jam tanpa pengisian daya dari panel surya menunjukkan, bahwa rata-rata penurunan tegangan adalah sebesar 0.5 Volt. Hasil ini mengindikasikan, bahwa baterai memiliki ketahanan daya yang cukup baik, namun tetap mengalami penurunan tegangan yang konsisten setiap harinya, sehingga untuk menjaga operasional, pengisian ulang baterai akan diperlukan setelah periode tertentu.

### 3.6 Pengujian Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan pada sistem pendeteksi kebakaran berbasis ESP32 untuk memastikan komponennya berfungsi sesuai harapan. Komponen yang diuji meliputi sensor api, sensor asap, sensor suhu dan kelembapan, GPS, serta tombol darurat. Tujuannya adalah memverifikasi, bahwa data yang diproses dapat ditampilkan dengan akurat melalui aplikasi Blynk. Pengujian ini juga dilakukan untuk memastikan sistem pembangkit Listrik energi surya berfungsi. Data-data hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8.  
Hasil Pengujian Keseluruhan

No	Komponen	Pengujian	Respon	Hasil Pengujian
1	Sensor Api	Deteksi api	Saat terdeteksi api, led sensor akan menyala merah dan sirene aktif. Blynk mengirim titik lokasi dan notifikasi "Terdeteksi api!"	Berhasil
2	Sensor MQ-135	Deteksi asap	Kadar ppm pada Blynk akan meningkat dan apabila ppm melewati 2000, sirene aktif. Blynk mengirim titik lokasi dan notifikasi "Terdeteksi Asap!"	Berhasil
3	Sensor DHT22	Deteksi suhu dan kelembapan	Nilai error perbandingan suhu 2.96% dan kelembapan 2.7%. Perbandingan dilakukan dengan Thermo hygrometer	Berhasil
4	GPS Ublox Noe-6M	Tes pengiriman lokasi GPS	Saat Blynk mendeteksi api, asap, dan tombol bantuan ditekan, GPS secara otomatis memberikan titik lokasi	Berhasil
5	Blynk	Pembacaan data sensor	Blynk menampilkan data pembacaan dari sensor secara real time	Berhasil
6	Pembangkit Listrik Energi Surya	Pengisian daya baterai	Panel surya mampu mengisi baterai dengan tegangan rata-rata 12.2 Volt dan arus 0.46 Ampere	Berhasil
		Ketahanan daya baterai	Dengan beban mikrokontroler dan sensor-sensor deteksi kebakaran, baterai mengalami penurunan tegangan secara bertahap rata-rata sebesar 0.5 Volt	Berhasil
7	Tombol Bantuan	Cek koneksi	Sirene aktif saat tombol bantuan ditekan dan Blynk mengirim notifikasi "Tombol darurat ditekan, ada kebakaran!"	Berhasil

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dari berbagai komponen pada sistem deteksi kebakaran berbasis Mikrokontroler ESP32, bahwa:

1. Sensor dapat bekerja, seperti sensor api mendeteksi api dengan jarak maksimal 105 cm, dengan nyala LED merah dan sirene Aktif. Sensor MQ-135 menunjukkan peningkatan kadar ppm pada aplikasi Blynk saat terdapat asap, dan ketika kadar ppm melebihi 2000, sirene aktif. Sensor DHT22 memiliki tingkat akurasi yang cukup baik, dibandingkan dengan alat ukur Thermo hygrometer, dengan nilai error perbandingan sebesar 2.96% untuk suhu dan 2.7%, serta Modul GPS Ublox Neo-6M saat terdeteksi kebakaran memberikan titik lokasi secara akurat.
2. Blynk menampilkan dan memonitor pembacaan data dari sensor secara real-time. Blynk menampilkan informasi penting, seperti kadar ppm, tingkat suhu, kelembapan, dan data GPS. Selain itu, Blynk juga mengirimkan notifikasi deteksi kebakaran.

3. Pembangkit Listrik energi surya dapat melakukan pengisian tegangan baterai dengan tegangan rata-rata 12.2 Volt dan arus 0.46 Ampere, dan ketahanan baterai mengalami penurunan tegangan secara bertahap rata-rata sebesar 0.5 Volt.

#### 4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, untuk meningkatkan efektivitas dan keandalan sistem deteksi kebakaran, sebagai berikut:

1. Untuk ESP32 selalu terhubung dengan internet, agar Blynk dapat mengirim notifikasi, menggunakan jaringan internet tersendiri, seperti USB Modem atau Modul GSM/4G, agar jaringan internet tetap stabil.
2. Menambahkan cctv untuk memastikan deteksi kebakaran lebih akurat dengan menyediakan verifikasi visual dari cctv.
3. Menambahkan kapasitas panel surya dan baterai untuk mempercepat pengisian daya, dan ketersediaan daya yang cukup bagi sistem selama periode tanpa sinar matahari.

#### Referensi

- [1] M. Annafi, "Perancangan Sistem Pengawas Pendeteksi Api Berbasis Internet of Things," vol. 9, no. 3, pp. 817–824, 2022.
- [2] B. Kusumo and T. Ardiansyah, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Mikrokontroler Esp32," J. Elektro, vol. 12, no. 1, 2024, [Online]. Available: <https://jurnalteknik.unkris.ac.id/index.php/jie/article/view/440%0Ahttps://jurnalteknik.unkris.ac.id/index.php/jie/article/download/440/350>
- [3] Y. Irawan, R. Muzawi, A. Alamsyah, U. Hang Tuah Pekanbaru, and S. Amik Riau, "Sistem Real Time Monitoring Pendeteksi Kebakaran Hutan Dan Lahan Di Provinsi Riau Real Time Monitoring System for Forest and Land Fire Detection in Riau Province," J. Inf. Technol. Comput. Sci., vol. 5, no. 2, 2022.
- [4] R. Zuana, "Alarm Kebakaran Berbasis IoT Dengan Sumber Listrik Tenaga Surya," 2022.
- [5] F. Auzar, R. Hayati, and I. Suandi, "Rancang Bangun Prototype Sistem Kendali Parkir Otomatis Berbasis Internet of Things ( IoT ) Menggunakan Aplikasi Android," vol. 7, no. 2, pp. 199–203, 2023.
- [6] S. A. Setiawan, M. Hidayat, and Sutarti, "Prototype Lampu Penerangan Jalan Otomatis Menggunakan Sensor Ldr Berbasis Arduino Uno," PROSISKO J. Pengemb. Ris. dan Obs. Sist. Komput., vol. 11, no. 1, pp. 119–127, 2024, doi: 10.30656/prosisko.v11i1.8257.
- [7] M. Cuci, "IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS ( IOT ) DENGAN SENSOR DS18B20 DAN FLOAT SENSOR UNTUK MONITORING SUHU DAN KETINGGIAN AIR PADA PROSES MEMANDIKAN BAYI," vol. 8, no. 3, pp. 3824–3829, 2024.
- [8] V. Dakhi and A. A. Fajrin, "Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sms Gateway," Comput. Sci. Ind. Eng., vol. 9, no. 8, 2023, doi: 10.33884/comasiejournal.v9i8.7951.
- [9] A. Mukhtar, R. Hermana, A. Burhanudin, and Y. Setyoadi, "Sensor Dan Aktuator: Konsep Dasar Dan Aplikasi," Cv Widina Media Utama, p. 1, 2023.
- [10] A. Shambala, P. Studi, D. Instrumentasi, D. A. N. Elektronika, S. Vokasi, and U. D. Semarang, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebakaran Dini Dengan Sensor Api 5 Channel Dan Sensor Mq-2 Berbasis Mikrokontroler," pp. 1–45, 2021.
- [11] I. A. Rombang, L. B. Setyawan, and G. Dewantoro, "Perancangan Prototipe Alat Deteksi Asap Rokok dengan Sistem Purifier Menggunakan Sensor MQ-135 dan MQ-2," Techné J. Ilm. Elektrotek., vol. 21, no. 1, pp. 131–144, 2022, doi: 10.31358/techne.v21i1.312.
- [12] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohyrometer Standar," J. Fis. dan Apl., vol. 16, no. 1, p. 40, 2020, doi: 10.12962/j24604682.v16i1.5776.
- [13] R. Herawati, A. Nugroho, and D. E. Prastiwi, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Siswa Berprestasi Menggunakan Metode Weighted Product," Go Infotech J. Ilm. STMIK AUB, vol. 28, no. 2, pp. 111–120, 2022, doi: 10.36309/goi.v28i2.175.
- [14] K. Y. Astuti, "Pembentukan Nanopartikel TiO<sub>2</sub> dengan Metode Bervariasi," J. Jieom, vol. 1, no. 1, pp. 19–23, 2018.
- [15] T. O. Priyono and G. Prasetyo, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Berbasis IoT Pada Panel Surya 20 WP Menggunakan Arduino Mega 2560," Jurnal Elektro, vol. 10, no. 2. pp. 156–165,

- 2022.
- [16] Wijaya Kusuma, Anang Dasa Novfowan, and Harrij Mukti K., "Penerapan Charger Controller type PWM pada Pembangkit Listrik Tenaga Pihidro," *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 9, no. 3, pp. 194–197, 2023, doi: 10.33795/elposys.v9i3.658.
  - [17] W. P. M. P. W., "Analisa Efisiensi Pemakaian Panel Surya Monocrystalline 50 Wp Dan Polycrystalline Analysis of Efficiency of Using 50 Wp Monocrystalline and Polycrystalline Solar Panels Using a 25 W Load," 2023.
  - [18] L. 2023, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kualitas Udara Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Thingspea