

Alat Pendeteksi Kebakaran Hutan Menggunakan Arduino Nano Berbasis Internet of Things (IoT)

Aziz Fajar Ubaidillah^{*1}, Misbah², Pressa Perdana Surya Saputra³
^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammdiyah Gresik
^{*1}e-mail: Fajarazis00@gmail.com

ABSTRAK

Kebakaran hutan merupakan salah satu ancaman utama terhadap keberlanjutan ekosistem hutan yang disebabkan oleh faktor alami maupun antropogenik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem deteksi dini kebakaran hutan berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat memantau kondisi lingkungan secara *real-time* dan memberikan peringatan secara cepat. Sistem dirancang menggunakan *Arduino Nano* yang dikombinasikan dengan sensor api, sensor gas MQ-2, dan sensor suhu DHT22. Data dari sensor dikirim melalui modul LoRa dan dipantau melalui platform *Ubidots*, serta dilengkapi dengan peringatan berupa notifikasi Telegram dan bunyi *buzzer*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor suhu memiliki tingkat *error* rendah (0,05%), sensor api efektif mendeteksi nyala api pada jarak hingga 13 cm, dan sensor asap MQ-2 mampu mendeteksi gas dalam waktu 1–2 detik. Keterlambatan pengiriman data oleh ESP8266 menjadi tantangan dalam sistem peringatan *buzzer*. Untuk peningkatan performa, direkomendasikan penggunaan sensor dengan waktu respons lebih cepat dan optimalisasi sumber daya. Sistem ini diharapkan dapat membantu mitigasi kebakaran hutan secara efisien di lapangan.

Kata kunci : *Arduino; IoT; kebakaran hutan; sensor; Ubidots*

ABSTRACT

Forest fires are a major threat to the sustainability of forest ecosystems, driven by both natural and anthropogenic factors. This study aims to design an early detection system for forest fires using *Internet of Things* (IoT)-based monitoring that enables *real-time* environmental tracking and rapid warning alerts. The system integrates *Arduino Nano* with flame sensors, MQ-2 gas sensors, and DHT22 temperature sensors. Data is transmitted via LoRa modules and monitored through the *Ubidots* platform, complemented by warning outputs such as Telegram notifications and a *buzzer*. Test results show the temperature sensor has a very low error rate (0.05%), the flame sensor effectively detects fire within 13 cm, and the MQ-2 gas sensor responds within 1–2 seconds. However, data transmission delays from the ESP8266 module affect the *buzzer* warning system. To improve performance, faster-response sensors and optimized power sources are recommended. This system is expected to support effective forest fire mitigation in the field.

Keywords : *Arduino; forest fire; IoT; sensor; Ubidots*

PENDAHULUAN

Hutan merupakan unit ekologi yang mencakup bagian tak terpisahkan dari sumber daya alam hayati dan lingkungan alam sekitarnya. Hutan memiliki struktur dan komponen yang kompleks sehingga tidak mudah untuk diatur karena adanya hubungan timbal balik antara unsur-unsurnya (Herianto, 2017). Dalam beberapa dekade terakhir, laju deforestasi dan degradasi hutan di Indonesia meningkat secara signifikan dan menjadi ancaman yang mengkhawatirkan bagi kelestarian lingkungan. Gangguan terhadap kawasan hutan disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu faktor alami dan faktor antropogenik, yang pada akhirnya memicu terjadinya deforestasi dan degradasi hutan.

Salah satu bentuk gangguan yang paling sering terjadi adalah kebakaran hutan. Menurut Rizqi et al. (2023), kebakaran hutan adalah reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen yang terjadi dalam suhu tinggi dan menghasilkan cahaya serta api. Api dapat menyebar bebas dan menghanguskan berbagai bahan organik seperti tanaman mati dan hidup, humus, semak belukar, dan gulma. Dampak dari kebakaran hutan tidak hanya mengakibatkan kerusakan lingkungan, tetapi juga merugikan dari segi sosial dan ekonomi.

Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), selama periode Januari hingga Agustus 2023 tercatat sebanyak 500 hektare (ha) hutan dan lahan terbuka di Jawa Timur terbakar. Kabupaten

Pasuruan menjadi wilayah dengan lahan terbakar terluas yaitu 277,4 ha, disusul oleh Kabupaten Bondowoso dan Mojokerto dengan luas masing-masing 71,5 ha dan 59,27 ha (Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Jawa Timur, 2023). Kejadian kebakaran hutan tersebut menunjukkan pentingnya penanganan yang cepat dan tepat untuk meminimalisir kerugian yang ditimbulkan. Sayangnya, proses deteksi dan pelaporan kebakaran masih terkendala oleh lambatnya penyampaian informasi akibat minimnya jaringan atau sinyal internet di kawasan hutan serta belum tersedianya sistem peringatan dini yang efektif (Irfanianingrum et al., 2023).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring kebakaran hutan dengan pendekatan teknologi. Misalnya, penelitian oleh Diki Arisandi, Liza Trisnawati, dan Amir Syamsuadi mengembangkan sistem monitoring deteksi dini berbasis multiplatform menggunakan sensor kadar air, suhu dan kelembaban udara, serta sensor kelembaban tanah. Sistem tersebut dilengkapi dengan solar panel, baterai, LoRa (*Long Range*) untuk transmisi data, dan *cloud server* yang dapat diakses melalui *web*, aplikasi *mobile*, serta *LED Board* (Arisandi et al., 2022). Penelitian lainnya memanfaatkan sensor api, sensor asap, dan sensor suhu dengan modul ESP8266 untuk kemampuan konektivitas WiFi serta output berupa indikator LED dan suara *buzzer* (Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Jawa Timur, 2023).

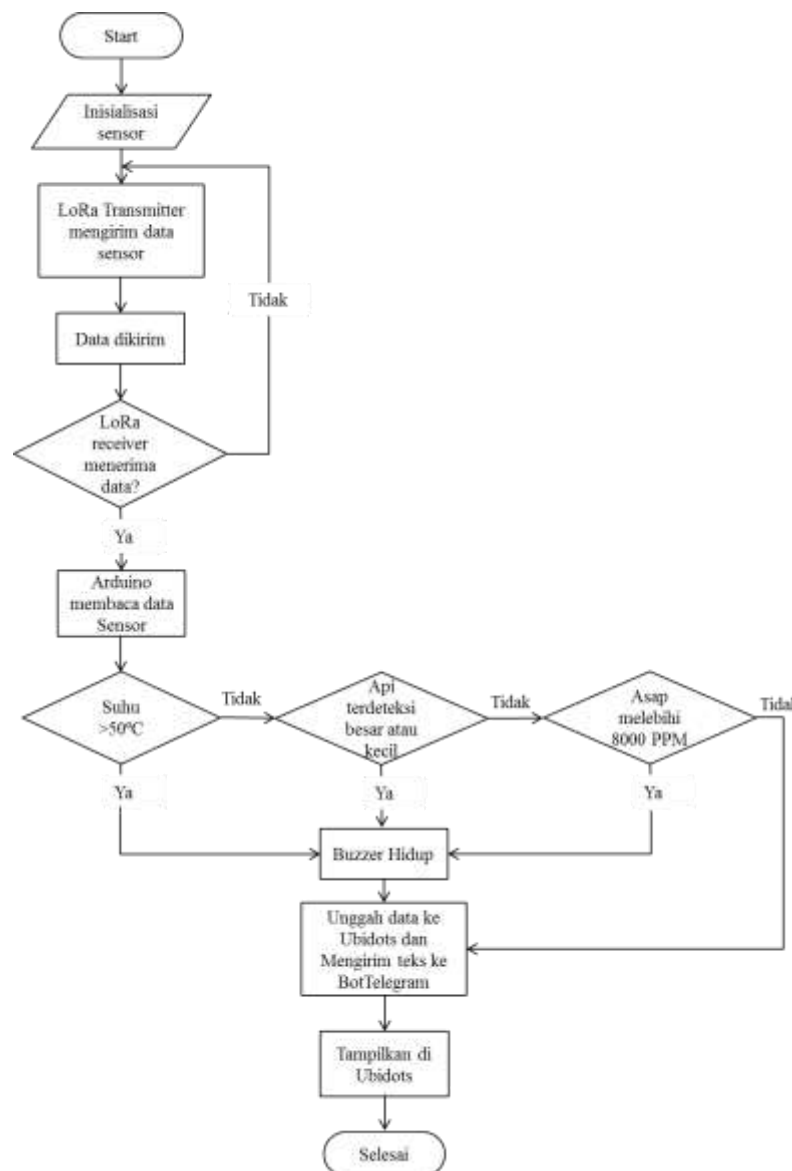
Berdasarkan latar belakang tersebut, dibutuhkan sistem pendeteksi kebakaran hutan yang bersifat *real time*, praktis, mudah digunakan, dan dapat diakses dari jarak jauh. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang alat monitoring kondisi hutan berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan *Arduino Nano* yang dikombinasikan dengan sensor api (*flame sensor*), sensor gas MQ-2, dan sensor suhu DHT-22. Sensor-sensor ini akan ditempatkan pada beberapa titik untuk mendeteksi potensi kebakaran hutan dan dilengkapi dengan koordinat lokasi agar dapat dipantau secara cepat. Data dari sensor akan dikirim melalui LoRa *Transmitter* ke LoRa *receiver* yang terhubung dengan *Arduino* dan ESP8266. Data yang diterima akan ditampilkan melalui platform *Ubidots* sebagai sistem monitoring, serta menghasilkan output berupa notifikasi ke aplikasi Telegram dan suara *buzzer* sebagai peringatan di pos penjaga hutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur yang bertujuan untuk memberikan pemahaman terkait ide dan teknologi yang menjadi dasar aplikasi. Referensi yang digunakan mencakup artikel, *e-book*, dokumentasi komponen teknis, dan sumber internet. Setelah tinjauan literatur, langkah pertama adalah identifikasi masalah yang dilakukan untuk menentukan kesulitan dalam penelitian dan mencapai tujuan yang diinginkan. Berdasarkan identifikasi ini, tujuan dan manfaat penelitian ditetapkan untuk memastikan keberhasilan dan relevansi penelitian.

Tahap selanjutnya adalah analisis kebutuhan sistem yang mencakup identifikasi data dan teknologi yang diperlukan untuk membangun sistem yang efisien. Setelah itu, perancangan sistem dilakukan, dimulai dengan konsep blok sistem yang menggambarkan ide dasar instrumen deteksi kebakaran hutan. Diagram sistem kemudian dibuat, menggambarkan perangkat keras yang digunakan, termasuk *Arduino* sebagai mikrokontroler, LoRa untuk pengirim data, ESP 8266 untuk koneksi WiFi, serta berbagai sensor seperti sensor api, sensor suhu, dan sensor asap. Output peringatan berupa *buzzer*, notifikasi melalui Telegram, dan monitoring menggunakan aplikasi *Ubidots*.

Proses perancangan perangkat lunak dijelaskan melalui *flowchart* yang menggambarkan prinsip kerja sensor dan aktuator, dengan alur data dari sensor api, suhu, kelembapan, dan asap yang kemudian dikirim ke LoRa *Transmitter* dan diterima oleh LoRa *receiver* di basecamp. Data yang diterima diproses oleh *Arduino* dan ditampilkan pada *Ubidots* serta dikirimkan melalui pesan ke bot Telegram. Desain *prototype* sistem, yang termasuk penempatan modul dan penggunaan tiang untuk mendukung LoRa *Transmitter* dan *receiver*, diatur untuk memaksimalkan jangkauan data.



Gambar 1. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

Pengujian sensor dilakukan untuk memastikan akurasi pembacaan dari sensor suhu, sensor gas asap, sensor api, dan LoRa. Pengujian suhu dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur lain. Sensor asap diuji berdasarkan nilai ADC dan konsentrasi PPM, sedangkan sensor api diuji dengan jarak dan nilai ADC untuk memastikan deteksi api yang akurat. Pengujian LoRa dilakukan untuk menguji pengiriman data dengan berbagai jarak dan delay pengiriman.

Aplikasi *Ubidots* digunakan untuk memonitoring suhu, kelembaban, volume api, dan kepekatan asap, serta merekam data pada web server agar pengguna dapat mengakses data secara real-time melalui perangkat Android dan web server, asalkan sistem terhubung dengan jaringan internet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan Sistem

Rancangan sistem merupakan hasil dari desain elektrik sebuah sensor yang di aplikasikan pada papan PCB yang berfungsi untuk menjalankan sebuah perintah yang telah di tentukan.

1. Hasil Rancangan Sensor Asap

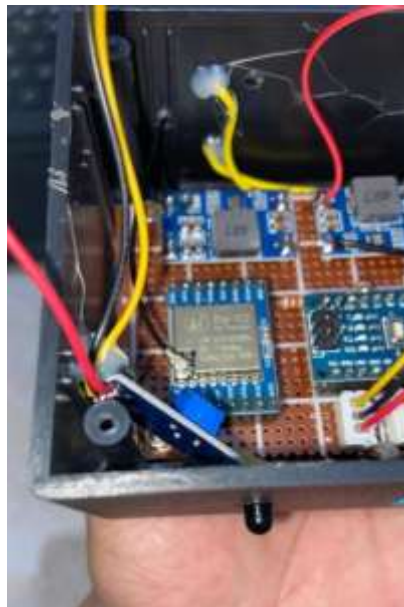
Sensor Asap menggunakan MQ2 dimana sensor ini dikhususkan untuk pembacaan gas atau asap dengan supply daya sensor sebesar 5 VDC dan keluaran sensor berupa analog yang dikonversikan ke nilai digital, hasil rancangan sensor asap MQ2 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Sensor Asap

2. Hasil Rancangan Sensor Api

Gambar 3 merupakan rangkaian sensor Api yang dirancang untuk mendeteksi dan merespons keberadaan nyala api yang terhubung dengan mikrokontroler *Arduino Nano*, pin yang dipakai adalah pin A0, GND, dan VCC dihubungkan dengan *Arduino Uno* dengan pin A4, GND, dan 5V.



Gambar 3. Rangkaian Sensor Api

3. Hasil Rancangan Sensor Suhu

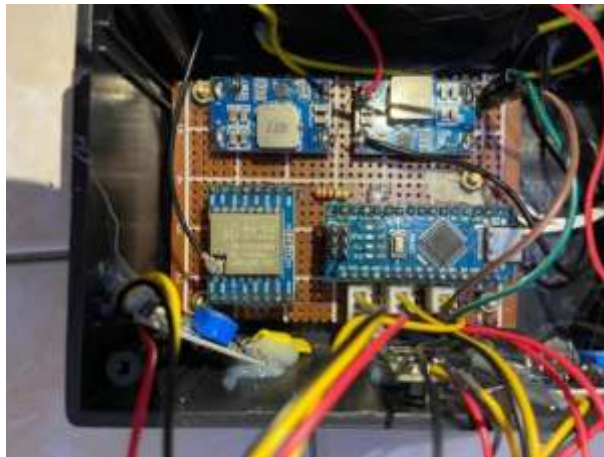
Untuk sensor suhu menggunakan DHT-22 yang mana sama halnya dengan sensor asap menggunakan supply sebesar 5 VDC dan keluaran sensor ini berupa Digital Output. Sensor DHT-22 ini terhubung pada pin A8, GND, dan 5V, hasil rancangan sensor suhu DHT-22 pada mikrokontroler dan pada papan PCB dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Sensor Suhu

4. Hasil Rancangan LoRa Transmitter

LoRa Transmitter ini terhubung langsung dengan *Arduino Nano* yang membutuhkan supply sebesar 3,3VDC, dan terhubung pada pin D13 (SCK), D12 (MISO), D11 (MOSI), D10 (NSS), D9 (NRESET), dan D2 (DIO 0). Hasil rancangan LoRa Transmitter pada mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian LoRa Transmitter

5. Hasil Rancangan Power Supply

Power supply merupakan hal penting untuk tegangan input pada rangkaian alat ini, untuk *power supply* sendiri menggunakan 2 buah baterai dengan tegangan sebesar 7,2 V untuk memenuhi kebutuhan rangkaian ini maka di tambahkan *Step-Down Mini* yang memiliki 2 varian output 5V dan 3,3V, rancangan *power supply* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Power Supply

6. Hasil Rancangan Keseluruhan pada Transmitter

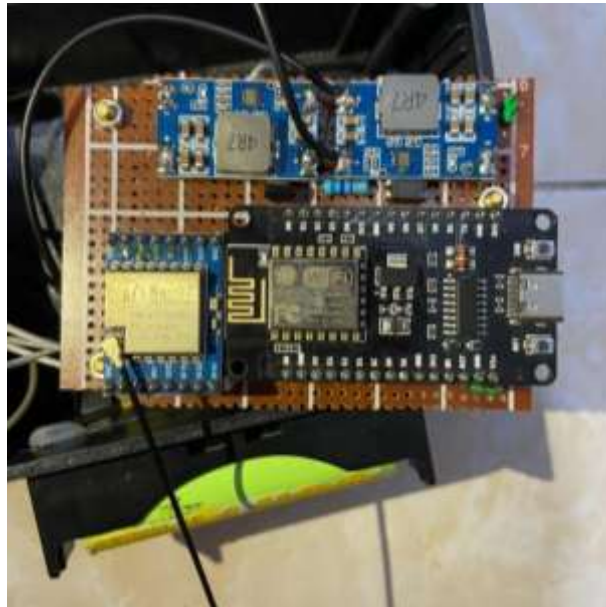


Gambar 7. Rangkaian Keseluruhan Transmitter

Pada Gambar 4.6 merupakan hasil rancangan keseluruhan dimana desain sebuah rancangan dirancang seefisien mungkin agar pada saat pemakaian lebih fleksibel, juga untuk menghemat ruang untuk *project box*. Untuk papan PCB bagian depan digunakan sebagai tempat sensor–sensor yang dipakai dan papan PCB bagian belakang digunakan untuk rangkaian *power supply* dan antenna dari LoRa.

7. Hasil Rancangan LoRa Receiver Dan ESP 8266

Rangkaian pada sisi *receiver* terdiri dari LoRa yang terhubung dengan ESP 8266 yang membutuhkan supply sebesar 3,3VDC. Rancangan LoRa juga terhubung pada beberapa pin pada ESP8266 yaitu pada pin D5 untuk SCK, pin D6 untuk MISO, pin D7 untuk MOSI, pin D8 untuk NSS, pin D0 untuk RESET dan pin D1 untuk DIO 0 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Rangkaian LoRa Receiver Dan ESP 8266

Pengujian Sensor

Pengujian sensor merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui apakah semua intruksi dari sensor berjalan sesuai dengan perintah yang diinginkan. Data tersebut digunakan sebagai nilai acuan saat penentuan nilai seting sebuah proses. Tahap – tahapan pengujian sensor meliputi Sensor suhu DHT-22, Sensor Asap MQ2, Sensor Api, Pengujian *Long Range*, dan Konektivitas antara ESP 8266 dengan Telegram untuk pengiriman teks.

1. Pengujian Pembacaan Sensor Suhu *Transmitter* 1, 2, dan 3

Pengujian ini meliputi pengujian pembacaan sensor suhu DHT-22 pembacaan sensor dibandingkan dengan alat ukur / termometer digital untuk memastikan ke akuratan pembacaan yang akan menentukan presentase *error*.

Tabel 1. Pengujian Pembacaan Sensor Suhu *Transmitter* 1, 2, dan 3

No	Suhu Sensor 1 (°C)	Suhu Digital 1 (°C)	%Error 1	Suhu Sensor 2 (°C)	Suhu Digital 2 (°C)	%Error 2	Suhu Sensor 3 (°C)	Suhu Digital 3 (°C)	%Error 3
1	33	35	0,05%	33	34,6	0,04%	33	34,1	0,03%
2	32	34,5	0,07%	31	33,3	0,06%	32	33,8	0,05%
3	32	33,8	0,05%	32	34,2	0,06%	31	32,3	0,04%
4	31	32,7	0,05%	31	32,7	0,05%	32	33,6	0,04%
5	33	34,6	0,04%	33	34,4	0,04%	32	33,7	0,05%

2. Pengujian Pembacaan Sensor Asap *Transmitter* 1, 2, dan 3

Pengujian ini meliputi pengujian pembacaan sensor terhadap asap untuk mengamati kebenaran pembacaan sensor. Pengujian ini menggunakan beberapa jarak deteksi sumber asap dan pengujian kondisi *Buzzer* dengan parameter nilai PPM yang telah ditentukan.

Tabel 2. Pengujian Pembacaan Sensor Asap *Transmitter* 1, 2, dan 3

No	Jarak Deteksi	Konsentrasi PPM 1	Tegangan Sensor 1	Buzzer 1	Konsentrasi PPM 2	Tegangan Sensor 2	Buzzer 2	Konsentrasi PPM 3	Tegangan Sensor 3	Buzzer 3
1	5 CM	10.000 PPM	2,2 V	Nyala	10.000 PPM	2,8 V	Nyala	9.009 PPM	2,5 V	Nyala
2	10 CM	5.766 PPM	1,2 V	Tidak	7.580 PPM	2,4 V	Tidak	4.162 PPM	1,8 V	Tidak
3	13 CM	8.560 PPM	2,1 V	Nyala	9.679 PPM	2,7 V	Nyala	9.590 PPM	2,6 V	Nyala
4	15 CM	3.120 PPM	0,9 V	Tidak	5.630 PPM	2,1 V	Tidak	9.530 PPM	2,6 V	Nyala
5	17 CM	4.796 PPM	1,1 V	Tidak	6.940 PPM	2,2 V	Tidak	6.710 PPM	2,0 V	Tidak

3. Pengujian Pembacaan Sensor Api *Transmitter* 1, 2 dan 3

Pengujian ini meliputi pengujian pembacaan flame sensor dengan beberapa jarak dari sumber api yang telah ditentukan untuk mengamati ketepatan pembacaan sensor. Pengujian ini juga meliputi pengujian kondisi *Buzzer* nyala atau tidak, sesuai dengan deteksi pembacaan sensor.

Tabel 3. Pengujian Pembacaan Sensor Api *Transmitter* 1, 2, dan 3

No	Jarak Deteksi	Terdeteksi 1	Buzzer 1	Terdeteksi 2	Buzzer 2	Terdeteksi 3	Buzzer 3
1	5 CM	Ya	Nyala	Ya	Nyala	Ya	Nyala
2	10 CM	Ya	Nyala	Ya	Nyala	Ya	Nyala
3	13 CM	Tidak	Tidak	Ya	Nyala	Tidak	Tidak
4	15 CM	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Nyala
5	17 CM	Ya	Nyala	Tidak	Tidak	Ya	Nyala

4. Pengujian Pembacaan Long Range *Transmitter* 1,2 Dan 3

Pengujian ini meliputi pengujian pengiriman data dari *Transmitter* ke sisi receiver dengan jarak yang ditentukan dan delay setiap pengiriman data dengan menggunakan timer dari handphone.

Tabel 4. Pengujian Pembacaan LoRa *Transmitter* 1, 2, dan 3

No	Jarak	Penghalang	Dikirim T1	Diterima T1	Delay T1	Dikirim T2	Diterima T2	Delay T2	Dikirim T3	Diterima T3	Delay T3
1	50 Meter	Ya	13.25.46	13.25.50	4 Detik	13.46.58	13.47.00	2 Detik	13.50.21	13.50.23	2 Detik
2	100 Meter	Ya	13.27.33	13.27.37	4 Detik	13.45.22	13.45.26	4 Detik	13.46.29	13.46.32	3 Detik
3	200 Meter	Ya	13.28.55	13.29.00	5 Detik	13.44.27	13.44.31	4 Detik	13.45.43	13.45.46	3 Detik
4	500 Meter	Ya	13.35.03	13.35.09	6 Detik	13.40.54	13.40.58	4 Detik	13.44.22	13.44.26	4 Detik
5	50 Meter	Tidak	13.26.34	13.26.37	3 Detik	13.46.25	13.46.26	1 Detik	13.50.11	13.50.12	1 Detik
6	100 Meter	Tidak	13.27.58	13.28.01	3 Detik	13.45.05	13.45.07	2 Detik	13.46.25	13.46.26	1 Detik
7	200 Meter	Tidak	13.29.07	13.29.10	3 Detik	13.43.57	13.43.59	2 Detik	13.45.05	13.45.07	2 Detik
8	500 Meter	Tidak	13.37.44	13.37.48	4 Detik	13.40.38	13.40.41	3 Detik	13.43.58	13.44.42	4 Detik

5. Pengujian Koneksi ESP 8266 dan Telegram

Pengujian ini meliputi pengujian koneksi antara ESP 8266 dan Telegram untuk mengetahui ketepatan dalam pengiriman teks pesan ke Bot Telegram secara real time. Pengujian dilakukan dalam kurun waktu beberapa kali untuk memastikan apakah pesan berhasil terkirim atau tidak. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Pengiriman Teks ke Telegram

No	Waktu Deteksi	Terkoneksi		Keterangan
		Ya	Tidak	
1.	12.18	✓		Terkirim ke Bot Telegram
2.	12.23	✓		Terkirim ke Bot Telegram
3.	12.26	✓		Terkirim ke Bot Telegram
4.	12.27	✓		Terkirim ke Bot Telegram
5.	12.31	✓		Terkirim ke Bot Telegram

Pengujian Keseluruhan dan Analisa

1. Pengujian Keseluruhan *Transmitter* 1

Pengujian keseluruhan *Transmitter* 1 yang berada di Hutan Larangan, Desa Prupuh, Kecamatan Panceng, Gresik dengan arah penempatan 30° dari titik Receiver berada. Hasil pengukuran pengujian *Transmitter* 1 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Keseluruhan *Transmitter* 1

No	<i>Transmitter</i>		Sensor Api		Sensor Asap		Suhu
	Jarak	Delay	Jarak	Terdeteksi	Jarak	Ppm	
1.	50M	2 Detik	5Cm	✓	5Cm	10.000	32°
			10Cm	✓	10Cm	3.258	32°
			20Cm	X	20Cm	129	32°
2.	100M	2 Detik	5Cm	✓	5Cm	10.000	32°
			10Cm	X	10Cm	576	32°
			20Cm	✓	20Cm	0	32°
3.	200M	3 Detik	5Cm	✓	5Cm	8.670	32°
			10Cm	✓	10Cm	2.682	32°
			20Cm	✓	20Cm	460	32°
4.	500M	4 Detik	5Cm	✓	5Cm	9.879	32°
			10Cm	X	10Cm	4.162	32°
			20Cm	X	20Cm	412	32°

2. Pengujian Keseluruhan *Transmitter* 2

Pengujian keseluruhan *Transmitter* 1 yang berada di Hutan Larangan, Desa Prupuh, Kecamatan Panceng, Gresik dengan arah penempatan 45° dari titik Receiver. Hasil pengukuran pengujian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Keseluruhan *Transmitter* 2

No	<i>Transmitter</i>		Sensor Api		Sensor Asap		Suhu
	Jarak	Delay	Jarak	Terdeteksi	Jarak	Ppm	
1.	50M	1 Detik	5Cm	✓	5Cm	10.000	33°
			10Cm	✓	10Cm	2.701	33°
			20Cm	✓	20Cm	169	33°
2.	100M	2 Detik	5Cm	✓	5Cm	10.000	33°
			10Cm	✓	10Cm	2.243	33°
			20Cm	X	20Cm	220	33°
3.	200M	2 Detik	5Cm	✓	5Cm	10.000	33°
			10Cm	X	10Cm	7.016	33°
			20Cm	X	20Cm	478	33°
4.	500M	4 Detik	5Cm	✓	5Cm	4.704	33°
			10Cm	✓	10Cm	1.262	33°
			20Cm	X	20Cm	546	33°

3. Pengujian Keseluruhan *Transmitter* 3

Pengujian keseluruhan pada sistem *Transmitter* 1 di Hutan Larangan, Desa Prupuh, Kecamatan Panceng, Gresik dengan arah penempatan 60° dari titik Receiver berada. Hasil pengukuran pengujian dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian Keseluruhan *Transmitter* 3

No	<i>Transmitter</i>		Sensor Api		Sensor Asap		Suhu
	Jarak	Delay	Jarak	Terdeteksi	Jarak	Ppm	

1.	50M	1 Detik	5Cm	✓	5Cm	5.628	32°
			10Cm	✓	10Cm	1.404	32°
			20Cm	X	20Cm	308	32°
2.	100M	3 Detik	5Cm	✓	5Cm	8.690	32°
			10Cm	X	10Cm	2.296	32°
			20Cm	✓	20Cm	798	32°
3.	200M	2 Detik	5Cm	✓	5Cm	9.009	32°
			10Cm	✓	10Cm	4.999	32°
			20Cm	✓	20Cm	4.162	32°
4.	500M	3 Detik	5Cm	✓	5Cm	10.000	32°
			10Cm	X	10Cm	6.543	32°
			20Cm	X	20Cm	952	32°

4. Pengujian Keseluruhan ESP 8266 Dan Telegram

Pengujian ini meliputi pengujian koneksi antara ESP 8266 dan Telegram untuk mengetahui ketepatan waktu dalam pengiriman teks ke Bot Telegram secara real time. Pengujian dilakukan dalam kurun waktu beberapa kali untuk memastikan apakah pesan berhasil terkirim atau tidak. Hasil pengukuran pengujian dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Pengujian Keseluruhan Transmitter 3

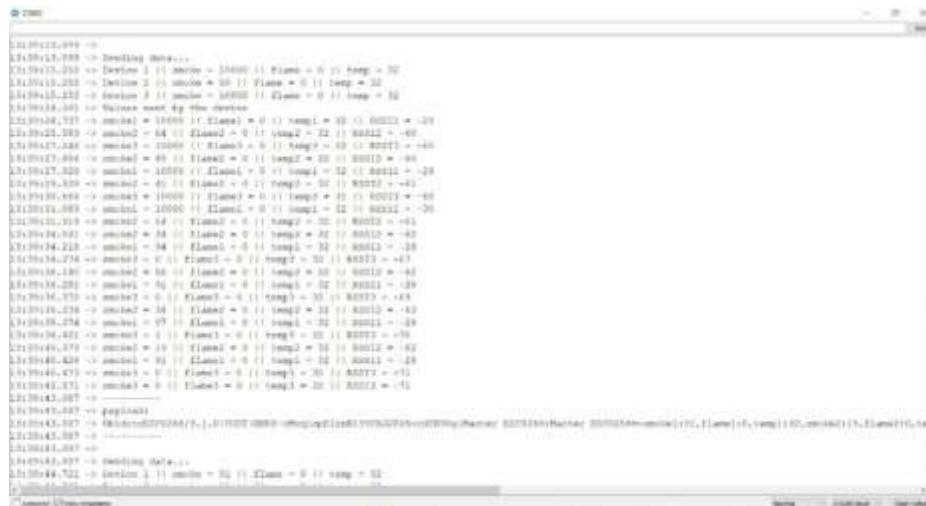
No	Jarak	Transmitter 1		Transmitter 2		Transmitter 3		Terkoneksi	
		Data Diterima	Teks Terkirim	Data Diterima	Teks Terkirim	Data Diterima	Teks Terkirim	Ya	Tidak
1.	50M	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2.	100M	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
3.	200M	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
4.	500M	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	



Gambar 9. Tampilan Teks Pada Bot Telegram

5. Tampilan Pada Serial Monitor

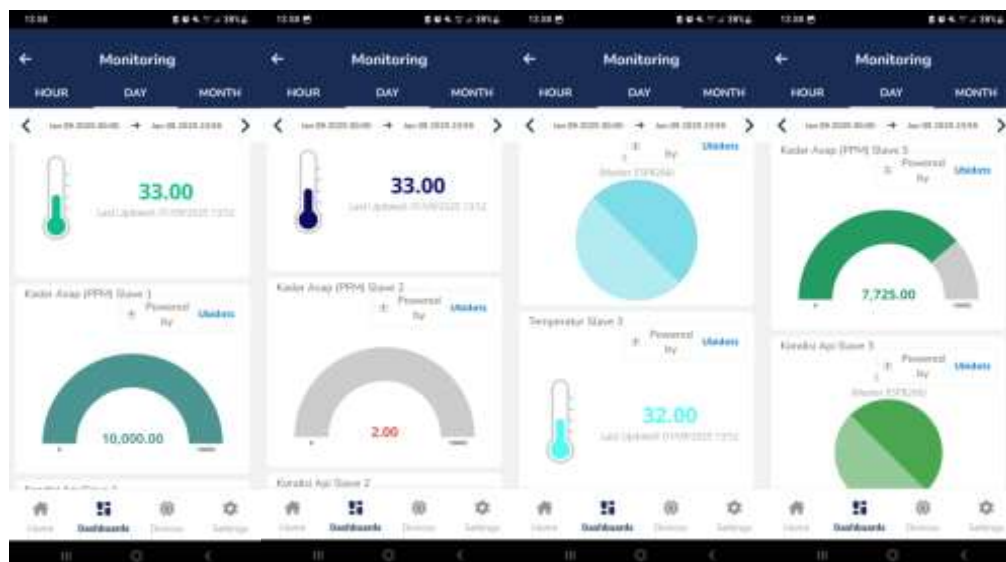
Hasil pengukuran alat pada penelitian kali ini berupa tampilan data pada serial monitor yang meliputi waktu, data asap, api, suhu, dan kekuatan sinyal dari LoRa dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Data Monitoring pada Serial Monitor

6. Tampilan Dashboard Interface Monitoring *Ubidots*

Berikut adalah tampilan dari platform *Ubidots* untuk monitoring area sesuai data sensor yang sudah diambil pada masing-masing *Transmitter* yang telah dikirimkan oleh Node MCU ESP 8266. Tampilan interface pada smartphone dan web server dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Tampilan Interface *Ubidots* Pada Smartphone



Gambar 12. Tampilan Interface Ubidots Pada Web Server

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi dini kebakaran hutan yang dirancang telah menunjukkan performa yang cukup baik. Sensor suhu DHT22 memberikan tingkat kesalahan yang sangat rendah, dengan rata-rata *error* hanya 0,05%. Sistem monitoring menggunakan Ubidots dan integrasi dengan Bot Telegram berfungsi efektif dalam menyampaikan informasi secara real-time. Sensor api bekerja optimal pada jarak hingga 13 cm, namun efektivitasnya menurun pada jarak lebih jauh karena ukuran api yang kecil. Sementara itu, sensor asap MQ2 mampu mendeteksi asap/gas dengan cepat, dalam waktu 1–2 detik, terutama pada jarak 5–13 cm. Namun, keterlambatan pengiriman data oleh modul ESP8266 ke server Ubidots terkadang menghambat sistem peringatan *buzzer* akibat penumpukan proses data.

Untuk meningkatkan kinerja sistem, disarankan untuk memilih jenis sensor asap yang tidak memerlukan waktu pemanasan yang lama, mengoptimalkan sistem pengiriman data untuk menghindari penundaan, dan mempertimbangkan penggunaan sumber daya dengan kapasitas lebih besar atau tenaga surya agar sistem dapat bekerja lebih tahan lama dan mandiri di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi, D., Trisnawati, L., & Syamsuadi, A. (2022). Sistem Monitoring Deteksi Dini Kebakaran Hutan Berbasis Multiplatform Di Kabupaten Siak Menggunakan SDLC Prototyping. *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (JSON)*, 3(4). <https://www.academia.edu/download/98195149/2771.pdf>
- Davies, M. (n.d.). *How long can an Arduino run on a battery?* Quora. Retrieved April 30, 2025, from <https://www.quora.com/How-long-can-an-Arduino-run-on-a-battery>
- Efianto, E., Ridwan, R., & Fahrudi, I. (2016). Sistem pengaman motor menggunakan smartcard Politeknik Negeri Batam. *Jurnal Integrasi*, 8(1), 1–5.
- Fadilah, M. I., Hamaluddin, M., Muhammad, U., & Mukhlisin. (2022). Rancang bangun perangkat komunikasi wireless menggunakan LoRa pada sistem monitoring suhu, kelembaban dan kecepatan angin. *Journal of Electrical Engineering (Joule)*, 3(2).
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Jawa Timur. (2023). *500 hektare lahan terbakar di Jawa Timur hingga Agustus 2023, Pasuruan terbesar*.
- Herianto, H. (2017). Keanekaragaman jenis dan struktur tegakan di areal tegakan tinggal. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan*. <https://journal.umpr.ac.id/index.php/daun/article/download/104/104>
- Irfanianingrum, I., Chaidir, A. R., Sumardi, S., Rahardi, G. A., & Herdiyanto, D. W. (2023). Sistem Pendeteksi Dini Kebakaran Hutan Berbasis Logika Fuzzy dengan Integrasi Telegram. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 23(2). <https://journals.ums.ac.id/emitor/article/view/22019>

- Kuriando, D., Noertjahyana, A., & Lim, R. (2017). Pendeteksi volume air pada galon berbasis Internet of Things dengan menggunakan Arduino dan Android. *Jurnal Petra*, (d), 2–7.
- Lukman, H., & Halim, J. (2018). Peringatan kebakaran hutan menggunakan sensor api, suhu, dan asap. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komputer (SEMNASITIK) X*.
- Nova, F., dkk. (2021). Monitoring polusi udara dan kebakaran berbasis Android. *Elektron Jurnal Ilmiah*, 13(1).
- Rizqi, R., Sulistyarini, S., & Christanto, L. M. H. (2023). Zonasi Daerah Rawan Kebakaran Hutan Dan Lahan Di Kabupaten Mempawah. *GEOREFERENCE*.
- Sahbani, R., & Azwar, H. (2021). Pengiriman data sensor suhu dan asap menggunakan Longe Range (LoRa). *ABEC Indonesia*.
- Syarifah A. (2021, December 10). *Apa itu LoRa?* Medium. <https://medium.com/@syarifahaula18/apa-itu-lora-fda061aa5487>
- Yaqub, M. (2018). *LKP: Analisis sensor DHT-22 untuk memantau proses fermentasi daun tembakau, dengan pengiriman data menggunakan protocol Zigbee* (Skripsi, Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya).
- Yusuf, M. E., & Chandra, J. E. (2019). Implementasi Internet of Things pada sistem kendali lampu rumah menggunakan Telegram Messenger Bot dan NodeMCU ESP8266. *Global Journal of Computer Science and Technology: A - Hardware & Computation*, 19(1).