



Pengembangan Sistem *Internet Of Things* (IOT) dengan LoRa (*Long Range*) dan Energi Surya untuk Deteksi Otomatis Kebakaran Hutan dan Lahan

Zul Ijra Saryendy^{*1}, Mitra Unik²

Email: ¹200401020@student.umri.ac.id, ²mitraunik@umri.ac.id

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika , Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Riau

Diterima: 2 Juli 2024 | Direvisi: - | Disetujui: 8 Agustus 2024

©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Abstrak

Kebakaran hutan dan lahan di Provinsi Riau merupakan masalah yang serius dan dapat menyebabkan kerugian bagi manusia maupun alam. Hal tersebut perlu rancang bangun perangkat deteksi kebakaran hutan dan lahan berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan sumber energi catu daya mandiri. Perangkat ini dilengkapi dengan sensor suhu DHT11, sensor asap MQ2, dan sensor api flame, serta modul LoRa SX276 sebagai media transmisi data. Sistem ini memanfaatkan teknologi IoT untuk memantau kondisi lingkungan secara *real-time* dan memberikan *respons* cepat terhadap potensi kebakaran. Sumber energi catu daya mandiri diimplementasikan untuk meningkatkan kemandirian perangkat, sehingga dapat beroperasi secara efektif dalam situasi darurat. Modul LoRa SX276 digunakan sebagai media transmisi data untuk memungkinkan komunikasi jarak jauh dan memastikan konektivitas perangkat dengan pusat kontrol. Pengujian perangkat dilakukan melalui simulasi skenario kebakaran untuk mengevaluasi kinerjanya dalam mendeteksi suhu tinggi, asap, dan api, serta kehandalan transmisi data melalui jaringan LoRa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat ini berhasil mendeteksi kebakaran dengan tingkat keandalan yang tinggi dan mampu mentransmisikan data secara efisien melalui jaringan LoRa. Kontribusi penelitian ini adalah penyediaan solusi deteksi kebakaran yang canggih dan dapat diandalkan menggunakan teknologi IoT dan sumber energi mandiri, dengan kemampuan transmisi data jarak jauh melalui modul LoRa.

Kata kunci: Deteksi Karhutla, IoT, LoRa, Panel surya, Sistem otomatis

Development of Internet Of Things (IOT) System with LoRa (Long Range) and Solar Energy for Automatic Detection of Forest and Ground Fires

Abstract

Forest and land fires in Riau Province are a serious problem and can cause losses to humans and nature. It is necessary to design an Internet of Things (IoT)-based land and forest fire detection device using an independent power supply energy source. This device is equipped with DHT11 temperature sensor, MQ2 smoke sensor, and flame sensor, as well as LoRa SX276 module as data transmission media. The system utilizes IoT technology to monitor real-time environmental conditions and provide a quick response to potential fires. A standalone power supply energy source is implemented to increase the independence of the device, so that it can operate effectively in emergency situations. The LoRa SX276 module is used as a data transmission medium to enable remote communication and ensure device connectivity with the control center. Device testing was conducted through simulated fire scenarios to evaluate its performance in detecting high temperature, smoke, and fire, as well as the reliability of data transmission over the LoRa network. The results show that the device successfully detects fires with a high level of reliability and is able to transmit data efficiently over the LoRa network. The contribution of this research is the provision of an advanced and reliable fire detection solution using IoT technology and self-sustaining energy sources, with the ability to transmit data over long distances via LoRa modules.

Keywords: Automatic system, Forest Fire Detection, IoT, LoRa, Solar panel

1. PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) merupakan masalah serius khususnya Indonesia. Selain menyebabkan kerusakan lingkungan, kebakaran hutan juga berdampak pada ekonomi, kesehatan, dan sosial masyarakat [1]. Provinsi Riau bahkan menjadi sumber utama polusi udara di sejumlah negara Asia Tenggara sebagai konsekuensi dari kebakaran hutan dan lahan yang terjadi secara persisten [2]. Faktor penyebab karhutla meliputi faktor manusia dan alam [3], seperti pembakaran lahan untuk pertanian, perkebunan, dan pemukiman, serta kemarau yang panjang yang meningkatkan risiko kebakaran [4]. Kemampuan mendeteksi dini karhutla sangat penting untuk mencegah dan mengurangi dampak [5]. Namun, deteksi kebakaran saat ini masih terbatas, dan seringkali bergantung pada laporan dari penduduk sekitar lokasi kejadian [6]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan inovatif yang mampu memberikan peringatan dini secara akurat dan efisien. Salah satu solusi yang diusulkan adalah rancang bangun perangkat sensor otomatis deteksi kebakaran hutan dan lahan berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sumber energi catu daya mandiri.

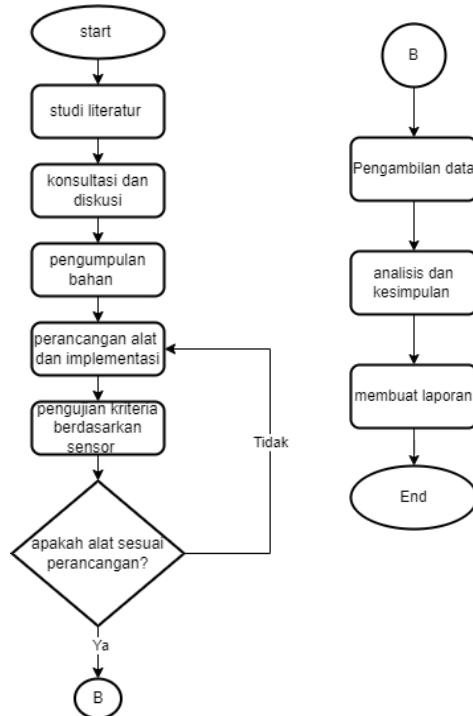
Perangkat sensor dikembangkan menggunakan mikrokontroler dan dilengkapi dengan berbagai sensor untuk mendeteksi parameter kejadian karhutla, seperti suhu, kelembaban udara, kadar asap, dan api [7]. Data yang dihasilkan oleh sensor akan dikirimkan melalui jaringan nirkabel ke perangkat pemantauan, yaitu sebuah komputer yang memonitor kondisi hutan atau lahan secara real time [8], [9]. Perangkat sensor ini dirancang dengan mempertimbangkan kendala di lapangan, terutama ketika catu daya listrik seringkali tidak tersedia. Oleh karena itu, perangkat dilengkapi dengan panel surya sebagai sumber energi alternatif untuk memastikan operasional perangkat di lokasi terpencil. Sehingga, perangkat sensor tersebut tidak hanya berfungsi sebagai sistem deteksi kebakaran yang canggih tetapi juga memiliki sumber energi yang berkelanjutan, memungkinkan operasional tanpa ketergantungan pada sumber daya listrik eksternal.

Langkah-langkah ini diambil untuk menjamin kehandalan dan keberlanjutan perangkat deteksi kebakaran, khususnya di lokasi-lokasi terpencil yang sulit dijangkau oleh sumber daya listrik konvensional. Dengan mengintegrasikan panel surya, diharapkan perangkat ini dapat beroperasi secara efisien dalam mendeteksi serta memberikan informasi dini mengenai kebakaran hutan dan lahan, sehingga memberikan kontribusi positif dalam upaya pencegahan dan mitigasi dampak yang mungkin terjadi [10]. Dengan demikian, perangkat ini diharapkan dapat membantu mengurangi dampak buruk dari kebakaran hutan dan lahan, serta menyediakan informasi yang diperlukan untuk pengambilan tindakan preventif dan penanggulangan yang cepat dan tepat. Berdasarkan permasalahan yang duraikan, penelitian ini bertujuan untuk Membuat dan merancang perangkat sensor otomatis deteksi kebakaran hutan dan lahan berbasis IoT dengan catu daya bertenaga surya sebagai perangkat peringatan dini kejadian karhutla.

Dalam mendukung rancang bangun perangkat sensor otomatis deteksi kebakaran hutan dan lahan berbasis *Internet of Things* (IoT) [11], proyek ini memperoleh dukungan finansial melalui hibah yang diberikan oleh Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Riau. Hibah ini bertujuan untuk memfasilitasi pengembangan teknologi inovatif yang dapat mengatasi tantangan karhutla khususnya di Provinsi Riau. Dengan adanya hibah ini, proyek dapat dilaksanakan dengan lebih efektif, memungkinkan eksplorasi solusi yang lebih mendalam dan terukur.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan, seperti gambar 1.



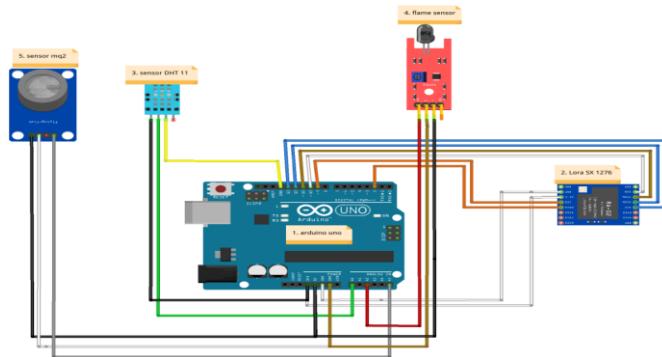
gambar 1. Metode penelitian

1. Kerangka kerja penelitian ini diawali dengan studi literatur, pada tahap ini melakukan penelusuran kepustakaan dengan mempelajari jurnal dan *paper* penelitian terdahulu yang dapat dijadikan referensi pada penelitian ini [12].
2. Melakukan konsultasi dan bimbingan dengan dosen pembimbing dan masyarakat atau orang yang mengerti di bidang IOT agar mendapatkan masukan-masukan yang dapat dijadikan pertimbangan pada penelitian ini.
3. Mengumpulkan bahan dan alat yang dibutuhkan untuk pembuatan rancang bangun alat pendeksi kebakaran hutan dan lahan berbasis IOT.
4. Setelah bahan yang dibutuhkan terkumpul, maka dilakukan perancangan untuk mengimplementasikan alat ini.
5. Tiap bagian dirangkai menjadi sistem yang utuh sesuai dengan perancangan sistem.
6. Metode pengujian, dengan metode ini dilakukan pengujian alat apakah alat sudah sesuai dengan hasil yang diinginkan, Jika alat belum sesuai, maka perlu dilakukan perancangan ulang sampai mencapai hasil yang diinginkan.
7. Pengambilan data hasil pengujian untuk dapat dianalisis dan diambil kesimpulan.
8. Menyusun laporan penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan ini dijelaskan secara lengkap tahapan penelitian yang dilakukan. Seperti pada bagian sebelumnya, penelitian ini memiliki beberapa tahap. Pada bagian ini akan dibahas hasil yang diperoleh pada setiap tahapan.

3.1. Hasil perancangan komponen sensor *transmitter*

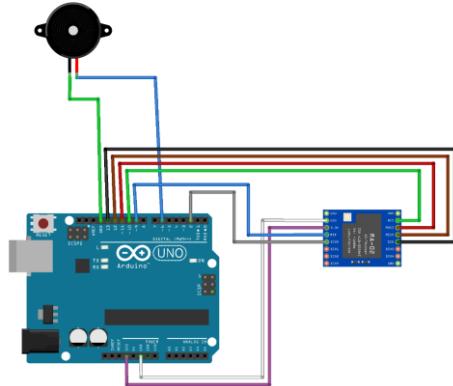


gambar 2. perangkat sensor transmitter

Berdasarkan gambar 2. berfungsi untuk mengirim data ke perangkat penerima, pada perangkat ini terdapat 3 sensor dan *module* LoRa SX1276 yang terhubung ke mikrokontroler dengan rangkaian sebagai berikut.

1. Sensor DHT-11 terhubung dengan input 5V dan ground, output sensor berupa data analog yang dikonversi ke data digital pada pin A0.
2. Sensor Flame terhubung dengan input 5V dan ground, output sensor berupa data digital yang akan dibaca oleh pin A2.
3. Sensor MQ2 yang terhubung dengan input 5V dan ground, lalu data akan dikirim oleh port data yang terhubung dengan pin A1.
4. *Module* LoRa SX1276 yang terhubung dengan input 3.3V dan ground, output dari *module* ini berupa data digital yang terhubung dengan pin D2, lalu port MOSI yang merupakan jalur data untuk komunikasi antar *slave* atau ic mikrokontroler terhubung ke pin 11, port MISO yang merupakan jalur data untuk komunikasi antar master terhubung pada pin 12. Juga ada port NSS yang berfungsi sebagai switch terhubung pada pin 10. SLCK terhubung ke pin 13 dan REST terhubung ke pin 9.

3.2. Hasil perancangan perangkat *receiver*



gambar 3. Perangkat sensor *receiver*

berdasarkan gambar 3 perangkat sensor ini berfungsi untuk menerima data dari perangkat pengirim data, dan dapat kita lihat rangkaian *receiver* yang terhubung ke mikrokontroler dengan pin sebagai berikut.

1. Untuk Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino uno R3 ATmega328P yang terhubung dengan *Module* LoRa SX1276 dan dipasangkan buzzer sebagai notifikasi kebakaran lahan.
2. *Module* LoRa SX1276 yang terhubung dengan input 3.3V dan ground, output dari *module* ini berupa data digital yang terhubung dengan pin D2, lalu port MOSI yang merupakan jalur data untuk komunikasi antar *slave* atau ic mikrokontroler terhubung ke pin 11, port MISO yang merupakan jalur data untuk komunikasi antar master terhubung pada pin 12. Juga ada port NSS yang berfungsi sebagai switch terhubung pada pin 10. SLCK terhubung ke pin 13 dan REST terhubung ke pin 9.
3. Buzzer digunakan untuk notifikasi kebakaran hutan dan lahan dengan pin negatif terhubung ke GND dan pin positif terhubung ke pin 6.

3.3. Hasil perancangan keseluruhan perangkat *hardware transmitter* dan *receiver*



gambar 4. hasil perancangan perangkat *transmitter* dan *receiver*

Perancangan dimulai dengan merangkai mikrokontroler arduino uno yaitu sensor DHT 11, sensor Flame, Sensor MQ2, dimana hasil data sensor akan dikirim oleh modul LoRa sebagai komunikasi ke *receiver*. Setelah semua sensor di konfigurasi maka rangkaian dimasukkan kedalam *box* besi yang didalamnya terdapat beberapa komponen pendukung seperti Aki 12v untuk menyimpan daya, *solar charger controller* yang berfungsi untuk mengatur arus tegangan serta terdapat modul stepdown yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari panel surya ke arduino uno, setelah itu rangkaian sensor akan tersambung dengan *solar cell* sebagai sumber daya utama. *Box receiver* terbuat dari *box* hitam yang didalamnya terdapat mikrokontroler arduino uno yang terhubung dengan dengan laptop untuk monitoring data sensor.

3.4 Hasil perancangan software perangkat *transmitter* dan *receiver*

```

tx | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help
tx
LoRa.print(temp);
LoRa.print("c (Level: ");
LoRa.print(suhuLevel);
LoRa.print(") Kadar asap : ");
LoRa.print(mqValue);
LoRa.print(" , Api : ");
LoRa.print(flameStatus);
LoRa.print(" , Asap : ");
LoRa.print((mqValue > sensorThres) ? "Terdeteksi" : "Tidak Terdeteksi");

// Aktifkan buzzer jika mendeteksi asap
if (mqValue > sensorThres || flameValue < sensorThres || temp >= 40) {
  LoRa.print(" , Buzzer:ON");
} else {
  LoRa.print(" , Buzzer:OFF");
}

LoRa.endPacket();
delay(2000);

Serial.print("Kelembaban: ");
Serial.print(hum);
Serial.print(" & Suhu:");
Serial.print(temp);
Serial.println(" C (Level: " + suhuLevel + ")");
Serial.println(" , Api : ");
Serial.println(flameValue);
Serial.print(" , Asap ");
Serial.println((mqValue > sensorThres) ? "Terdeteksi" : "Tidak Terdeteksi");

delay(1000);
}

Done compiling.

Sketch uses 9754 bytes (30%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.
Global variables use 516 bytes (25%) of dynamic memory, leaving 1532 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.

```

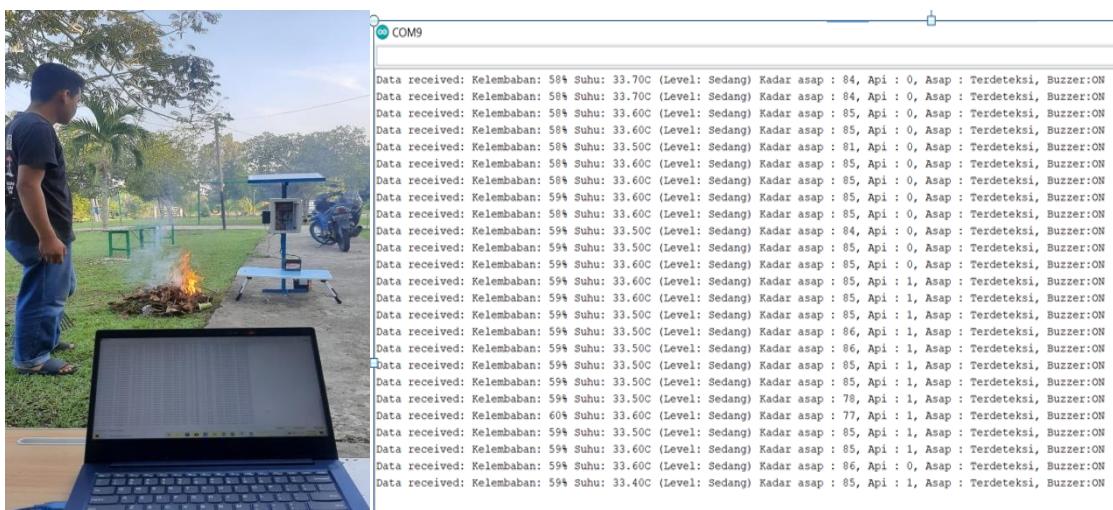
gambar 5. Hasil perancangan perangkat *software*

perancangan *software* sensor node ini berisi status pembacaan nilai dari dari sensor DHT11, MQ2 dan flame sensor yang dikirim melalui LoRa SX1276. Pada rancangan *software* DHT11 menggunakan pendeksi *temperature* dan *humidity* yang berbentuk data *string*. Pada perancangan *software* MQ 2 Menggunakan *mq value* untuk mendeksi asap dengan berbentuk

data integer dan pada rancang *software* sensor Flame menggunakan *flame value* 0 dan jika terdeteksi adanya api maka nilai *flame value* bernali 1. Hasil data setiap sensor akan dikirimkan bergantian melalui komunikasi LoRa yang dimulai dari LoRa *.beginPacket()* dan diakhiri dengan *LoRa.endPacket()*. Pengiriman sensor dilakukan secara bergantian karena pendekstian data sensor dilakukan pada waktu yang berbeda. Serial monitor berisi data sensor yang telah diterima *receiver* yang mana data ini hasil dari pengiriman sensor node. Pada pembacaan data di serial monitor data akan muncul setiap delay 2 detik. Singkatnya *receiver* ini harus mampu menerima data dari sensor node supaya bisa tampil pada serial monitor dan dapat melakukan analisis dari hasil data sensor yang terkirim.

3.5 pengujian sensor

Hasil pengujian dari sensor DHT 11 dalam kondisi normal dan kondisi saat terdeteksi kebakaran. Jika suhu lebih dari 40 C maka buzzer akan berubah menjadi *on* dan akan mengirim notifikasi bahwa akan terjadinya potensi kebakaran. Jika suhu kurang dari 40C maka buzzer berubah jadi *off* dan kondisi menjadi normal. Jika kelembaban udara lebih dari 67% maka kelembaban udara dalam keadaan normal dan jika kelembaban udara kurang 67% maka kelembaban udara dalam keadaan kebakaran serta buzzer akan *on*. Pada sensor DHT 11 untuk mendekripsi suhu dikategorikan menjadi 3 kondisi yaitu normal, sedang dan panas. Sensor MQ2 mendekripsi asap jika sensor asap lebih dari 73 maka asap akan terdeteksi dan buzzer akan berbunyi, status pada buzzer akan berubah menjadi *on*. Flame sensor mendekripsi api, jika api terdeteksi maka akan bernali 1 dan buzzer akan berubah menjadi *on* dan jika api tidak terdeteksi maka nilai sensor akan berubah menjadi 0 dan buzzer akan menjadi *off*.



gambar 6. Pengujian perangkat deteksi kebakaran hutan dan lahan

Pada gambar 6. Menunjukkan hasil dari pengujian alat pendekripsi kebakaran hutan dan lahan, dapat disajikan pada tabel 1 dengan menunjukkan bahwa api dan asap terdeteksi secara bersamaan dan buzzer menjadi *on*.

keadaan	Kelembaban	Suhu	Level	Kadar asap	Asap	Buzzer
Normal	75%	30.60C	Sedang	73 ppm	Tidak terdeteksi	Off
Normal	75%	30.60C	Sedang	73 ppm	Tidak terdeteksi	Off
Terdeteksi kebakaran	59%	33.70C	Sedang	84 ppm	Terdeteksi	On
Terdeteksi kebakaran	59%	33.70C	Sedang	84 ppm	terdeteksi	On

tabel 1. Pengujian sensor

4. KESIMPULAN

Rancang bangun perangkat deteksi kebakaran hutan dan lahan berbasis *internet of things* (iot) menggunakan sumber energi catu daya mandiri berhasil dilakukan. Prototipe ini memiliki perangkat transmisi *real-time* untuk deteksi dini karhutla dan mengintegrasikan energi terbarukan untuk kemandirian di lokasi terpencil sehingga memberikan kontribusi konkret dalam mengatasi tantangan karhutla. Jika asap terdeteksi, nilai pada sensor MQ2 akan bertambah dengan nilai lebih dari 73 maka, akan muncul notifikasi bahwa ada asap yang terdeteksi oleh sensor, setelah itu data akan ditransmisikan dengan modul LoRa menuju ke perangkat penerima dan buzzer berbunyi untuk sebagai notifikasi. Jika suhu lebih dari 40 C, maka data akan

dikirim melalui modul LoRa menuju perangkat penerima dan data akan diterima oleh perangkat *receiver* bahwa suhu panas dan buzzer akan berbunyi. Jika api terdeteksi oleh sensor maka data akan dikirim melalui modul LoRa menuju ke perangkat penerima bahwa api terdeteksi, dan buzzer akan berbunyi. Pada sensor flame ini nilai pada sensor hanya bernilai 1 dan 0. Jika bernilai 0 maka keadaan normal dan jika bernilai 1 maka api. Penelitian selanjutnya yaitu penambahan logika *fuzzy* dalam mendeteksi parameter asap, api, kelembaban udara dan mendeteksi suhu, dengan menggunakan logika *fuzzy*, jika salah satu atau beberapa parameter terdeteksi secara bersamaan maka akan ada pembeda notifikasi di buzzer yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Irawan, R. Muzawi, and A. Alamsyah, "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 Universitas Hang Tuah Pekanbaru , STMIK Amik Riau PENDAHULUAN Kebakaran hutan dan lahan bencana," *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 5, no. 2, 2022.
- [2] A. Hidayat and M. Turjaman, "Jurnal Penelitian Kehutanan Sumatrana," *J. Penelit. Kehutan. Sumatrana*, vol. 2, no. 1, pp. 47–56, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JPKS%0AJurnal>
- [3] B. H. Saharjo and U. Hasanah, "Analisis Faktor Penyebab Terjadinya Kebakaran Hutan dan Lahan di Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah," *J. Trop. Silvic.*, vol. 14, no. 01, pp. 25–29, 2023, doi: 10.29244/j-siltrop.14.01.25-29.
- [4] S. E. Novita and M. Vonnisa, "Pemodelan Spasial Kerentanan Kebakaran Hutan dan Lahan di Kalimantan Timur," *J. Fis. Unand*, vol. 10, no. 2, pp. 232–238, 2021, doi: 10.25077/jfu.10.2.232-238.2021.
- [5] M. Unik, Y. Rizki, I. S. Sitanggang, and L. Syaufina, "Knowledge Management System For Forest and Land Fire Mitigation in Indonesia: A Web-Based Application Development," *J. Manaj. Hutan Trop.*, vol. 30, no. 1, p. 12, 2024.
- [6] M. Jamil, H. Saefudin, and S. Marasabessy, "Sistem Peringatan Dini Kebakaran Hutan Menggunakan Modul Nodemcu Dan Bot Telegram Dengan Konsep Internet of Things (IoT)," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5, 2019, doi: 10.30865/komik.v3i1.1558.
- [7] K. Simangunsong, U. A. Ahmad, and R. E. Saputra, "Desain Dan Implementasi Dashboard Monitoring Sistem Pendekripsi Kebakaran Hutan Berbasis Lora Dan Web," *e-Proceeding Eng.*, vol. 9, no. 3, pp. 974–987, 2022.
- [8] R. Sahbani and A. Hamid, "Pengiriman Data Sensor Suhu dan Asap Menggunakan Longe Range (LoRa)," *ABEC Indones.*, pp. 1063–1080, 2021, [Online]. Available: <https://abecindonesia.org/proceeding/index.php/abec/article/view/161>
- [9] M. Unik, Y. Fatma, and M. Tantaya, "Internet of thing and automatics control system on quail egg incubator using human-centered design method," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2499, no. 1, p. 50011, 2022, doi: 10.1063/5.0105718.
- [10] P. Dan *et al.*, "Sistem Pendekripsi Dini Kebakaran Hutan Dan Lahan," vol. 9, no. 3, pp. 289–297, 2020.
- [11] I. D. Arduino, M. Sabil, S. Defit, and G. W. Nurcahyo, "Jurnal Computer Science and Information Technology (CoSciTech) Penerapan Metode Fuzzy Logic Dalam Sistem Pemantauan Tanaman Berbasis Internet Of Things Application of the Fuzzy Logic Method in an Internet of Things (IoT) Based Plant Monitoring System ," vol. 5, no. 1, pp. 195–204, 2024.
- [12] E. Handoyo and Izza Eka Nigrum, "Penilaian risiko keamanan siber kampus menggunakan framework cybersecurity NIST 1.1," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.)*, vol. 4, no. 3, pp. 677–685, 2024, doi: 10.37859/coscitech.v4i3.5628.