

SISTEM INTERNET OF THINGS (IOT) DETEKSI KEBAKARAN LAHAN PADA DAERAH TANPA INFRASTRUKTUR INTERNET

Maria R. Mauk^{1*}, Stephanie I. Pella², dan Hendro F J Lami³

^{1,2,3} Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana

*E-mail: rinmauk@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendesain sistem internet of things pendeteksian dan pelaporan kejadian kebakaran dari daerah tanpa akses internet ke daerah dengan akses internet. Sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler ESP 8266 dan sensor suhu DHT11 keduanya sebagai sensor node, dan Raspberry pi yang dihubungkan dengan modul Lora sebagai gateway. Pengiriman data antar sensor node dan gateway menggunakan IEEE 802.11n, antar Lora gateway menggunakan Lorawan. Akses dan pengiriman data Sensor node menggunakan bahasa pemrograman C sedangkan Lora gateway dibangun menggunakan python dan juga terdapat sebuah basis data MySQL pada gateway penerima untuk menampung data-data hasil sensing sensor node, PHP My Admin untuk insert data ke basis data MySQL dan menampilkan data ke website uji. Sistem kebakaran di desain dengan ketentuan jika tidak ada kebakaran maka setiap 30 detik sensor DHT11 akan mengirimkan data namun jika ada kebakaran maka setiap 1 detik sensor akan mengirimkan data, untuk pendeteksian kebakaran berdasarkan perubahan suhu yang terjadi dalam waktu yang singkat. Pengiriman data Lora gateway terbagi menjadi 2 bagian yaitu paket-paket regular dan critical sebanyak 9 data tetapi dalam kondisi critical lora akan tetap mengirim data. Hasil penelitian membuktikan dengan adanya penempatan lora gateway, data dari node sensor mampu menjangkau daerah lain walaupun tanpa akses internet dan user berhasil mengakses informasi dan data-data hasil publikasi sensor node melalui webserver

Kata kunci: Kebakaran, LORA, IEEE 802.11n, Gateway, Sensor Node

PENDAHULUAN

Kebakaran lahan yang sering terjadi di NTT terutama saat musim kemarau yang mengganggu aktivitas manusia dan menimbulkan banyak kerugian di berbagai bidang. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Nusa Tenggara Timur merupakan provinsi dengan kebakaran hutan dan lahan paling besar sepanjang 2020 dan bertambah luas setiap tahunnya [1]. Salah satu cara menanggulangi kebakaran yaitu dengan melakukan pendeteksian tanda-tanda terjadinya kebakaran tersebut [2].

Disisi lain sistem komunikasi yang sudah berkembang menjadi jaringan layanan. Masing-masing layanan diproses server untuk kepentingan data pengguna dan juga perkembangan internet of thing yang semakin meluas membuat perusahaan-perusahaan teknologi mengembangkan teknologi pengiriman data jarak jauh berdaya rendah salah satunya Lora dengan protokol Lorawan. Perkembangan implementasi aplikasi IOT sampai saat ini yang sudah dirasakan manfaatnya di berbagai bidang seperti layanan pertanian [3], Kesehatan [4], peternakan [5],

transportasi [6], energi [7] dan masih banyak lagi.

Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan LORA, contohnya pada [8] menerapkan lora guna pengambilan data sensor, sumber data dipisahkan berdasarkan zona tertentu dan pengambilan data dibedakan atas topik memakai protocol MQTT kemudian dimasukan di basis data. [9] merancang sebuah komunikasi berbasis blynk untuk pengambilan data antara sensor namun pada sistem ini di asumsikan hanya terjadi pada daerah dengan dukungan akses jaringan internet. [10] merancang sistem MQTT untuk monitoring suhu dan kelembapan, [11] mengintegrasikan MQTT dan HTTP dengan plant pengaturan kelembapan tanah pada daerah pertanian lahan kering, [12] menerapkan IOT green house dapat dimonitor dan dikontrol dari jarak jauh melalui jalur internet,. Namun, masih banyaknya daerah di NTT khususnya pada lahan pertanian yang belum mendapatkan layanan akses internet sehingga diperlukan pengiriman data yang mampu menjangkau daerah tersebut. Sehingga penelitian ini akan mengintegrasikan pengiriman data menggunakan lora dan

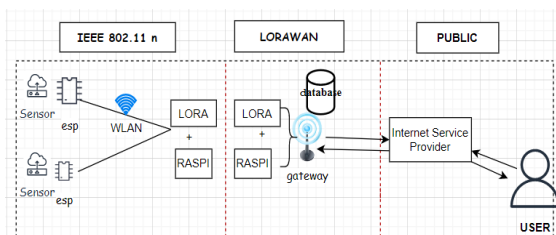
internet untuk komunikasi antar daerah tanpa akses internet dengan daerah yang sudah mendapatkan layanan akses internet untuk pendeteksian dan pelaporan kejadian kebakaran pada lahan pertanian.

Penelitian ini meliputi dua fokus utama. Pertama perancangan sistem deteksi kebakaran lahan menggunakan ESP 8266 dan sensor DHT11. Titik fokus kedua adalah integrasi jaringan IEEE 802.11n dan LoRaWAN untuk pelaporan hasil deteksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dibagi dalam tiga tahap yaitu perancangan sistem, implementasi sistem dan pengujian sistem.

Perancangan sistem meliputi penentuan instrumentasi penelitian dan desain blok diagram sistem. Sistem terdiri dari beberapa sensor node, sebuah gateway pengirim di lokasi pengindraan dan sebuah gateway penerima di area yang dilayani oleh jaringan internet. Sensor node terdiri dari ESP 8266 yang terkoneksi dengan sensor suhu DHT11 mengirimkan data suhu dan kelembapan secara periodik ke gateway pengirim melalui jaringan IEEE 802.11n dan kemudian disimpan pada *basis data*. Gateway pengirim terdiri dari Raspberry Pi yang dilengkapi dengan modul LoRa untuk pengiriman data jarak jauh. Pada saat tidak terjadi kebakaran gateway pengirim mengirimkan data suhu secara berkelompok. Pada saat kebakaran terdeteksi gateway pengirim mengirimkan data suhu segera setelah data diterima. Pada gateway penerima ditempatkan juga sebuah basis data dan webserver sehingga pengguna dapat mengakses data pengindraan melalui jaringan internet. Blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Implementasi dan pengujian sistem meliputi implementasi dan pengujian deteksi terjadinya kebakaran, pengiriman data dari node sensor ke gateway pengirim dengan jaringan IEEE 802.11, pengiriman data antara gateway pengirim dan gateway penerima dengan jaringan LoRaWAN dan pembuatan basis data dan webpage.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Bagian pertama dari implementasi sistem adalah deteksi kebakaran lahan. ESP 8266 terhubung dengan sensor DHT sesuai konfigurasi pada Tabel 1 dan skrip pembacaan data dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Konfigurasi Pin DHT 11

DHT 11	ESP 8266
Pin VCC	Pin 3,3 V
Pin Out	D1
Pin Ground	Pin Ground

```
float s = dht.readTemperature();
int h = dht.readHumidity();
Serial.print("suhu saat ini :");
Serial.print(s);
```

Gambar 2. Skrip pembacaan data DHT 11

Pengujian deteksi perubahan suhu pada jarak tertentu dari titik api dan jeda waktu setelah terdapat titik api dapat dilihat pada Gambar 3.

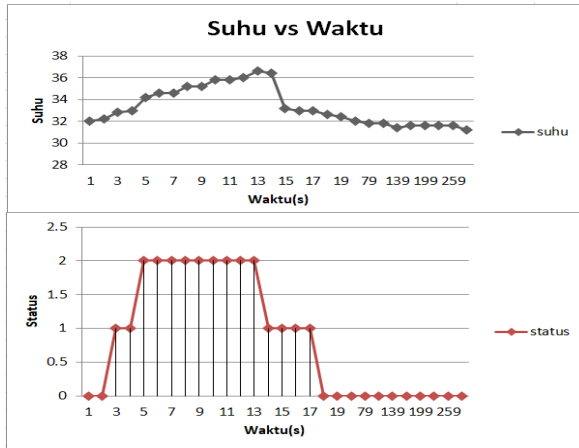


Gambar 3. Pengujian Perubahan Suhu

Hasil pengujian menunjukkan, dengan titik api kecil seperti pada Gambar 3, suhu naik sebesar 4, 3,8, 2 dan 1 derajat Celsius pada jarak 1,2,3,dan 4 m pada waktu 30 detik setelah api menyala. Tetapan ini digunakan pada implementasi pengambilan keputusan terjadi kebakaran. Apabila kenaikan perubahan suhu dalam 2 pengambilan data yang berturut lebih kecil dari 1°C maka dianggap tidak terdeteksi titik api, status kebakaran aman (f=0) dan pembacaan data suhu dilakukan setiap 30 detik. Apabila kenaikan perubahan suhu dalam dua pembacaan data berturut antara 1-3°C maka status kebakaran waspada (f=1) dan jarak antara pembacaan suhu ditingkatkan ke setiap 1 detik. Apabila pembacaan kenaikan suhu menunjukkan perubahan lebih besar dari 3°C dari pertama kali memasuki status waspada maka status

berubah menjadi positif kebakaran. Status kebakaran akan kembali ke aman ($f=0$), dengan asumsi api berhasil dipadamkan. apabila terjadi penurunan suhu sebesar 1°C dalam selang waktu 30 detik pada saat $f=1$ atau $f=2$.

Hasil pengujian sistem deteksi kebakaran dapat dilihat pada Gambar 5. Status kebakaran bernilai 0 pada saat diasumsikan tidak terjadi kebakaran, bernilai 1 apabila diwaspadai terjadi kebakaran dan 2 apabila positif terjadi kebakaran.



Gambar 4. Hasil Pengujian Deteksi Kebakaran

Tahap kedua pada penelitian berupa implementasi pengiriman data dari sensor node ke gateway pengirim dan penyimpanan pada basis data di gateway pengirim. Pengiriman data menggunakan metode POST pada HTTP. Potongan skrip pengiriman data id node, suhu, kelembapan dan hasil deteksi kebakaran dapat dilihat pada Gambar 5.

```

postData = "id=01&suhu=" + String(s) +
"&kelembapan=" + String(h)+
"&kebakaran=" + String(f)+ "&sent=" +
String (k);

http.begin(w,"http://192.168.43.200/tarini
.php");

http.addHeader("Content-Type",
"application/x-www-form-urlencoded");

int httpCode = http.POST(postData);
    
```

Gambar 5. Petikan kode Program Pengiriman Data antar Sensor Node dan Gateway

Ketika data yang pengindraan diterima oleh webserver, sebuah skrip PHP digunakan untuk menyimpan data tersebut dalam sebuah basis

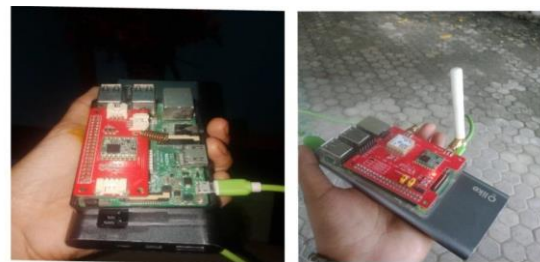
data. Contoh hasil penyimpanan data dilihat pada Gambar 6.

id	tgl	wkt	suhu	kelembapan	kebakaran	sent
12	2023-01-25	00 00 00	29.8	76	0	0
13	2023-01-25	00 00 00	29.8	76	0	0
14	2023-01-25	00 00 00	29.3	75	0	0
15	2023-01-25	00 00 00	29.3	77	0	0
16	2023-01-25	00 00 00	29.3	77	0	0
17	2023-01-25	00 00 00	0	0	0	0
18	2023-01-25	00 00 00	29.3	78	0	0
19	2023-02-09	00 00 00	30.2	71	0	0
20	2023-02-09	00 00 00	30.2	71	0	0

Gambar 6. Tampilan Basis Data.

Kolom pada tabel *Sent* bernilai 0 pada apabila data tersebut belum diteruskan ke gateway penerima dan bernilai 1 jika data telah diteruskan ke Gateway penerima.

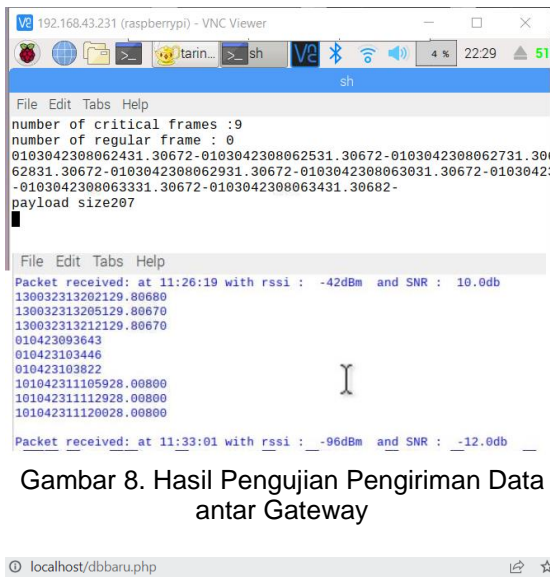
Tahap berikutnya adalah implementasi pengiriman data antar gateway pengirim ke gateway penerima. Gateway pengirim dan penerima yang telah dilengkapi dengan modul LoRa dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Gateway Pengirim dan Penerima

Gateway pengirim akan mengecek data pengindraan pada basis data yang belum diteruskan ke gateway penerima ($sent=0$) secara berkala. Pada saat data yang diterima mengindikasikan tidak terjadi kebakaran, gateway pengirim menunda pengiriman data sampai paling tidak terdapat 10 data pengindraan yang perlu dikirimkan untuk memaksimal ukuran payload dalam LoRaWAN (240 bytes). Pada saat data pada basis data menunjukkan ada indikasi terjadi kebakaran maka gateway pengirim langsung mengirimkan data tersebut tanpa penundaan untuk mempercepat data tersebut diterima oleh pengguna. Hasil pengujian pengiriman data antar gateway dapat dilihat pada Gambar 8.

Data yang diterima oleh gateway penerima kemudian disimpan dalam basis data gateway penerima untuk ditampilkan pada halaman web, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 8. Hasil Pengujian Pengiriman Data antar Gateway

*** DATA KEBAKARAN LAHAN ***

IDNODE	TANGGAL	WAKTUTERIMA	SUHU	KEBAKARAN
01	2023-06-03	12:10:05	29.3	aman
01	2023-06-03	12:09:35	28.9	aman
01	2023-06-03	12:09:05	28.9	aman
01	2023-06-03	12:08:34	29.3	aman
01	2023-06-03	12:08:03	29.8	berpotensi
01	2023-06-03	12:08:02	29.8	berpotensi
01	2023-06-03	12:08:01	29.8	berpotensi
01	2023-06-03	12:08:00	29.8	berpotensi
1	2023-06-03	12:07:59	29.8	berpotensi
1	2023-06-03	12:07:58	29.8	berpotensi

Gambar 9. Tampilan halaman web

PEMBAHASAN

Deteksi kebakaran secara otomatis pada beberapa penelitian sebelumnya menggunakan sensor api untuk mendeteksi kebakaran. Kelemahan pada sistem seperti ini adalah jarak pengindraan yang sangat terbatas, maksimal 40 cm pada penelitian pada [14] dan 100 cm pada [15].

Jarak pengindraan yang sangat pendek ini mengakibatkan dibutuhkan banyak sekali sensor untuk melayani lahan pertanian dengan luas lebih dari 100 m². Sebagai gambaran dengan radius pengindraan 40 cm, sebuah sensor node mampu melayani lahan seluas kurang lebih 0.5 m² sehingga untuk melayani lahan seluas 100 m² dibutuhkan kurang lebih 200 sensor node. Dengan perhitungan yang sama ketika radius pengindraan berubah menjadi 100 cm (1m) dibutuhkan 32 sensor untuk melayani daerah seluas 100 m².

Pada sistem yang dibangun pada penelitian ini, sensor node mampu mendeteksi perubahan suhu sebesar 1°C dalam waktu 30 detik setelah ada titik api pada jarak 4m. Pada keadaan normal (tidak ada pemicu), perubahan suhu 1°C dalam waktu 30 detik bukan merupakan hal yang wajar. Karena sistem ini diimplementasikan pada lahan pertanian maka

kenaikan suhu yang tidak normal patut diwaspadai sebagai adanya titik api. Dengan radius pengindraan 4 m, hanya dibutuhkan kurang lebih 2 sensor node untuk melayani luas wilayah 100 m².

Penelitian- penelitian pendahulu yang membahas penerapan IoT pada lahan pertanian berasumsi bahwa tersedia jaringan internet pada daerah pengindraan [8-10], sehingga pengiriman data pengindraan dilakukan menggunakan jaringan Wifi (IEEE 802.11). Hal ini sulit direalisasikan pada beberapa lahan pertanian dalam skala besar yang terletak didaerah terpencil, dimana pembangunan infrastruktur telekomunikasi tidak menguntungkan secara ekonomi.

Beberapa penelitian juga telah memanfaatkan jaringan LoRa untuk mengirimkan data pengindraan seperti pada [3,5] dengan melengkapi setiap sensor node dengan modul LoRa. Penerapan dengan cara seperti ini menjadi tidak efisien secara biaya karena harga modul LoRa yang tergolong mahal. Terlebih lagi apabila sistem yang dibangun membutuhkan jumlah sensor node yang banyak.

Sistem yang dibangun pada penelitian ini memberikan jalan tengah dengan mengintegrasikan jaringan WiFi dan LoRaWAN untuk pengiriman data pengindraan pada daerah tanpa jaringan internet

PENUTUP

Sistem deteksi kebakaran lahan pada daerah tanpa infrastruktur internet berhasil diimplementasikan menggunakan ESP 8266 dan Sensor DHT11 sebagai pendeteksi kebakaran dan integrasi jaringan IEEE 802.11 dan LoRaWAN sebagai kanal komunikasi dalam melaporkan hasil pengindraan.

Penggunaan perubahan suhu yang diukur menggunakan sensor DHT 11 sebagai dasar penentuan terjadi kebakaran terbukti mampu menghemat penggunaan sensor node secara significant dibanding penggunaan sensor api pada penelitian-penelitian sebelumnya dengan tetap menjaga keakuratan deteksi kebakaran.

Pada pelaporan hasil deteksi kebakaran, integrasi jaringan IEEE 802.11 dan jaringan LoraWAN memungkinkan sistem bekerja pada wilayah tanpa infrastruktur internet tanpa harus melengkapi setiap sensor node dengan modul LoRa.

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggabungkan sistem deteksi kebakaran dan upaya pemadaman api secara otomatis, sehingga titik api dapat segera dipadamkan. Juga diperlukan penelitian lanjutan untuk

membandingkan protokol-protokol pada lapisan aplikasi yang cocok diimplementasikan pada transaksi data IoT.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aliansyah Muhamad Agil, "klhk-catat-areal-hutan-dan-lahan-terbakar-pada-2021-capai-296942-hektare.html," *KLHK Catat Areal Hutan dan Lahan Terbakar pada 2021 Capai 296.942 Hektare*, p. 1, 2021.
- [2] I. G. A. A. K. Sentanu *et al.*, "Kebakaran Hutan Berbasis Node Mcu Esp8266," *J. Spektrum*, vol. 8, no. 1, pp. 286–291, 2021.
- [3] A. H. Ali, R. F. Chisab, and M. J. Mnati, "A smart monitoring and controlling for agricultural pumps using LoRa IOT technology," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 13, no. 1, pp. 286–292, 2019, doi: 10.11591/ijeecs.v13.i1.pp286-292.
- [4] A. Reichenbach *et al.*, "Rancang Bangun Alat Monitoring Detak Jantung Berbasis IOT (Internet Of Things)," *Prog. Retin. Eye Res.*, vol. 561, no. 3, pp. S2–S3, 2019.
- [5] L. Germani, V. Mecarelli, G. Baruffa, L. Rugini, and F. Frescura, "An IoT architecture for continuous livestock monitoring using lora LPWAN," *Electron.*, vol. 8, no. 12, 2019, doi: 10.3390/electronics8121435.
- [6] C. Badii, P. Bellini, A. Difino, and P. Nesi, "Sii-mobility: An IoT/IoE architecture to enhance smart city mobility and transportation services," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 1, 2019, doi: 10.3390/s19010001.
- [7] J. M. Paredes-Parra, A. J. García-Sánchez, A. Mateo-Aroca, and Á. Molina-García, "An alternative internet-of-things solution based on Lora for PV power plants: Data monitoring and management," *Energies*, vol. 12, no. 5, 2019, doi: 10.3390/en12050881.
- [8] C. Kamienski *et al.*, "Smart water management platform: IoT-based precision irrigation for agriculture," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 2, 2019, doi: 10.3390/s19020276.
- [9] R. Rajavarman, S. G. A. Rengan, P. A. Daniel, R. ArunKumar, and K. Karuppaiya, "Smart Agricultural Water Irrigation Monitoring and Control System Using Iot Blynk Server," *Stud. Rosenthal*, vol. XII, no. 1781–7838, p. 9, 2020.
- [10] A. B. Setyawan, M. Hannats, and G. E. Setyawan, *Sistem Monitoring Kelembaban Tanah , Kelembaban Udara , Dan Suhu Pada Lahan Pertanian Menggunakan Protokol MQTT*, vol. 2, no. 12. 2018.
- [11] H. F. Lami, K. R. Rantelobo, J. F. Mandala, and A. S. Sampeallo, "Integrasi Protokol Mqtt Dan Http Untuk Otomasi Berbasis Iot Pada Pertanian Lahan Kering," *J. Media Elektro*, vol. IX, no. 2, pp. 53–59, 2020, doi: 10.35508/jme.v0i0.3008.
- [12] J. dedy irawan Emmalia A, "Rangkaian Kontroller," *Jurnall Mnemon.*, vol. 1, no. 1, pp. 56–60, 2018.
- [13] Pleva GmbH, "Dht11," *Melliand Textilberichte*, vol. 76, no. 12, p. 1112, 1995.
- [14] Fajar M, Sardi J. Designing a Nodemcu Based Fire Detection System Using Map and Telegram Applications. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*. 2024 Feb 26;5(1):253-62.
- [15] Salindeho GG, Wellem T. Perancangan dan Implementasi Sistem Pendeteksi dan Peringatan Kebakaran berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Sensor Api. *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*. 2023 Oct 24;2(3):179-91.