

## **Sistem Pemantuan Cuaca Jarak Jauh untuk Area Pegunungan yang Belum Terlayani oleh Jaringan Nirkabel Selular**

*Michael Ardita<sup>1)</sup>, Mappagio<sup>2)</sup>, Sotyohadi<sup>3)</sup>, Bima Romadhon Parada Dian Palevi<sup>4)</sup>*

*<sup>1,2,3,4)</sup> Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Sigura-gura 2 Malang  
Email : michael.ardita@lecturer.itn.ac.id*

**Abstrak.** Kondisi cuaca pada suatu daerah sulit diprediksi kapan terjadinya perubahan. Informasi kondisi cuaca di jalur pendakian suatu gunung adalah sesuatu yang sangat diperlukan bagi para pendaki sebelum melakukan pendakian. Informasi cuaca yang diperlukan meliputi suhu, kelembaban udara, curah hujan dan tebal kabut. Pada penelitian ini telah dirancang suatu sistem untuk monitoring kondisi cuaca pada suatu daerah pegunungan yang pada umumnya belum terlayani oleh jaringan nirkabel selular. Sistem yang telah dibuat dapat menampilkan data suhu, kelembaban udara, curah hujan dan tebal kabut yang nantinya akan dikirimkan ke web-server. Dari hasil validasi pengukuran dengan thermo-hygrometer referensi didapatkan selisih pembacaan pengukuran sebesar 1,2% untuk sensor temperatur dan 19.5% pada sensor kelembaban. Dengan adanya data yang sudah tersimpan di web-server, masyarakat dapat dengan mudah mengakses informasi cuaca di suatu pegunungan yang sudah dipasang modul sensor untuk mengetahui kondisi di daerah tersebut.

**Katakunci:** Cuaca, Monitoring, Sensor, Webserver.

### **1. Pendahuluan**

Kondisi cuaca di suatu lokasi tujuan perjalanan pada umumnya sangat dibutuhkan dalam perencanaan suatu kegiatan. Sekarang ini sangat mudah untuk mengetahui suatu informasi dikarenakan adanya jangkauan internet yang luas. Semua orang yang menggunakan akses internet bisa mengetahui dan mendapatkan berbagai informasi dalam waktu yang cepat. Selain menjadi sarana untuk berbagi suatu informasi, Internet bisa difungsikan pada sebuah sistem pemantauan cuaca yang dipergunakan pada suatu daerah atau wilayah yang diinginkan, untuk mengawasi perubahan kondisi cuaca yang mana biasa terjadi perbedaan cuaca antara suatu daerah dengan daerah lainnya [1]. Sayangnya untuk area-area di pegunungan pada umumnya belum tersedia jaringan komunikasi nirkabel yang cukup memadai [2]. Informasi cuaca di daerah pegunungan yang menjadi tujuan pendakian sangat diperlukan sebelum melakukan pendakian supaya dapat melakukan persiapan dengan lebih baik. Oleh karena itu, kami mengusulkan suatu sistem pemantauan kondisi lingkungan di area pegunungan dengan memanfaatkan teknologi nirkabel seperti LoRa atau teknologi komunikasi data berbasis radio yang lain. Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah: untuk membuat suatu alat monitoring suhu, kelembaban, intensitas hujan, dan ketebalan kabut pada gunung yang bermanfaat bagi para pendaki untuk mengetahui perubahan cuaca sebelum melakukan pendakian.

### **1.2. Tinjauan Pustaka dan teori dasar**

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem monitoring cuaca dan deteksi dini dalam berbagai konteks. Sebagai contoh, Faza Ulya, et.al [3], melakukan penelitian mengenai rancang bangun sistem monitoring cuaca dengan tampilan Thingspeak. Tujuan penelitian ini adalah memberikan kemudahan dalam mendapatkan informasi cuaca melalui jaringan internet serta menganalisis perubahan curah hujan, suhu, kelembaban, dan tekanan udara pada daerah tertentu.

Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Dian Kurniawan dan Agung Nugroho [4], mereka merancang dan mengimplementasikan sistem monitor cuaca menggunakan mikrokontroler sebagai pendukung sistem peringatan dini banjir. Parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi suhu, kelembaban, dan tekanan udara, dengan data hasil pengukuran dikirim menggunakan modul GSM ke pusat server.

Cuaca adalah suatu kondisi dimana atmosfer yang berlangsung di suatu tempat pada waktu tertentu. Cuaca meliputi berbagai elemen seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, kecepatan angin, dan

presipitasi (hujan, salju, dan lain-lain) [4]. Cuaca dapat bervariasi dari waktu ke waktu dan dari tempat ke tempat, tergantung pada factor-faktor yang mempengaruhinya.

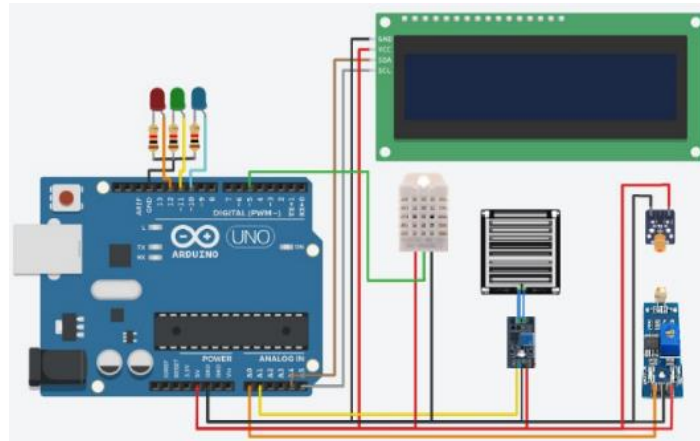
Modul LoRa (Long Range) adalah modul untuk komunikasi data jarak jauh dengan daya yang cukup rendah [5]. Di pasaran saat ini banyak tersedia modul untuk LoRa yang dibuat oleh E-Byte [6].

### 1.3. Metode penelitian

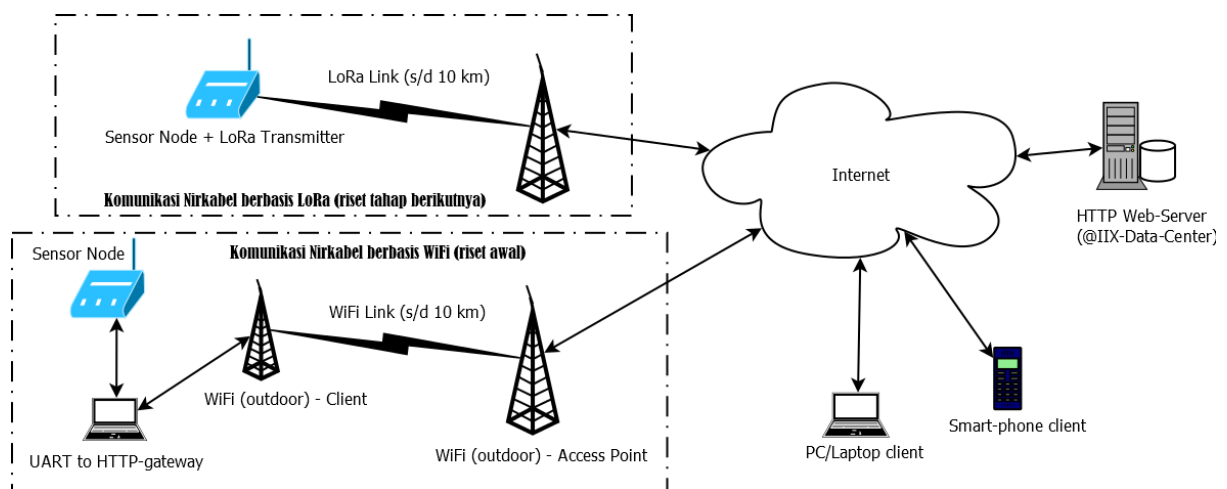
Dalam mengembangkan sistem pemantauan jarak jauh kondisi lingkungan pada jalur pendakian di suatu gunung, maka sistem yang akan dikembangkan dipecah menjadi beberapa bagian yaitu bagian modul sensor dan modul komunikasi data. Pada tahap awal, pengembangan dilakukan pada sisi sensor dan pengujiannya dilakukan pada skala laboratorium. Pada area pegunungan yang belum terlayani oleh jaringan selular, maka komunikasi data dari modul sensor dilewatkan ke dalam saluran komunikasi nirkabel berbasis LoRa.

Pada bagian modul sensor, sistem-nya terdiri dari mikrokontroler pada board Arduino-Uno yang dihubungkan dengan sensor suhu udara, kelembapan udara, sensor tetes air hujan, dan sensor ketebalan kabut [7]. Konfigurasi elemen-elemen penyusun sistem tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Pada modul ini juga dilengkapi dengan LCD untuk mempermudah pengamatan pada sisi sensor node bahwa sistemnya masih bekerja dengan normal. Keluaran dari sistem ini berupa data serial UART (*universal asynchronous receiver transmitter*) dengan baud-rate sebesar 9600 bps.

Pada penelitian awal ini (mengacu pada Gambar 2), pengujian dilakukan pada skala laboratorium dan untuk komunikasi berbasis LoRa sementara digantikan dengan mini PC yang bertindak sebagai emulator dari gateway LoRa. Untuk memperpanjang jarak jangkauan, selain menggunakan LoRa juga dapat dilakukan bantuan perangkat WiFi outdoor pada sisi *gateway*-nya. Batasan daya untuk WiFi outdoor boleh menggunakan daya EIRP (*equivalent isotropic radiated power*) hingga +36 dBm atau sekitar 4 Watt sehingga diharapkan juga mampu menjangkau jarak hingga 10 km [8]. Namun WiFi outdoor ini hanya digunakan untuk tahap penelitian awal, pada tahap penelitian berikutnya akan dipindahkan ke LoRa karena sudah pernah diteliti dan biaya perangkatnya jauh lebih murah [9] [10]. Untuk tampilan GUI (*graphical user interface*) perangkat lunak untuk emulator *gateway* LoRa ke IP dapat dilihat pada Gambar 3. Pada perangkat lunak tersebut terdiri dari tampilan untuk penerimaan data dari modul sensor dan pada bagian bawah terdiri dari text-box yang berfungsi untuk menampilkan komunikasi *client-server* yang berbasis HTTP. Protokol HTTP ini dipilih karena paling mudah untuk diterapkan dan performansinya sudah pernah diuji pada penelitian sebelumnya [11]. Apabila penggunaan komunikasi dengan protokol sederhana masih kurang bagus pada daerah yang jaringan telekomunikasinya sulit, sistem komunikasinya dapat ditingkatkan lagi dengan metode multi-gateway [12]. Karena untuk sistem monitoring pada kondisi yang sebenarnya harus bekerja selama 24 jam dan tanpa pengawasan secara langsung pada area yang terpencil, maka untuk kedepannya sistem akan dikembangkan dengan menggunakan full micro-controller yang berbasis Arduino atau NodeMCU [13] [14].



Gambar 1 - Modul Sensor Kondisi Cuaca Di Pegunungan



Gambar 2 - Konfigurasi Penelitian Dan Tahapannya

Form1

COM3 Start 0 0 Chart1.Clear btnSaveLog

```

http://course.ruangbelajar.xyz/2023-Riset/Gunung.php?idPesana=2&Suhu=30.60&Kelembaban=64&curahHujan=1016&tebalKabut=1016&note=Z
http://course.ruangbelajar.xyz/2023-Riset/Gunung.php?idPesana=3&Suhu=30.60&Kelembaban=65&curahHujan=1016&tebalKabut=1016&note=Z
http://course.ruangbelajar.xyz/2023-Riset/Gunung.php?idPesana=4&Suhu=30.50&Kelembaban=65&curahHujan=1016&tebalKabut=1016&note=Z
http://course.ruangbelajar.xyz/2023-Riset/Gunung.php?idPesana=5&Suhu=30.50&Kelembaban=64&curahHujan=1016&tebalKabut=1016&note=Z
    
```

btnGet ☒ cbAutoGet ☐ cbClearBeforeGet

```

INSERT INTO 'Gunung' ('idPesana','Suhu','Kelembaban','curahHujan','tebalKabut') VALUES ('3','30.60','65','1016','1016');
103.113.77.114

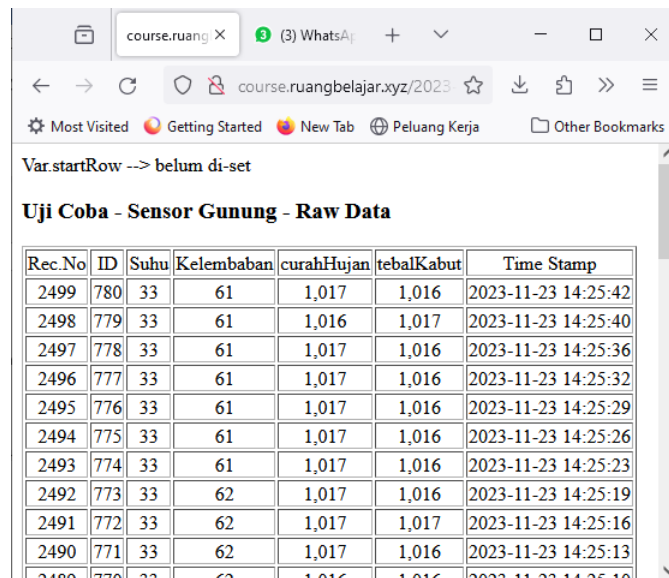
20231118-144658>HTTP.GET -> http://course.ruangbelajar.xyz/2023-Riset/Gunung.php?idPesana=4&Suhu=30.50&Kelembaban=65&curahHujan=1016&tebalKabut=1016&note=Z
Hello world ... idPesana=3&Suhu=30.50&Kelembaban=65&curahHujan=1016<br>
INSERT INTO 'Gunung' ('idPesana','Suhu','Kelembaban','curahHujan','tebalKabut') VALUES ('4','30.50','65','1016','1016');
103.113.77.114

20231118-144704>HTTP.GET -> http://course.ruangbelajar.xyz/2023-Riset/Gunung.php?idPesana=5&Suhu=30.50&Kelembaban=64&curahHujan=1016&tebalKabut=1016&note=Z
Hello world ... idPesana=5&Suhu=30.50&Kelembaban=64&curahHujan=1016<br>
INSERT INTO 'Gunung' ('idPesana','Suhu','Kelembaban','curahHujan','tebalKabut') VALUES ('5','30.50','64','1016','1016');
103.113.77.114
    
```

Gambar 3 - Graphical User Interface (GUI) Untuk Emulator Gateway Lora

## 2. Pembahasan

Pada pengujian awal pada skala lab, secara fungsional sensor-sensornya sudah dapat menghasilkan data yang sudah dapat langsung dikirimkan ke server di Internet dengan menggunakan protokol HTTP (*hypertext transfer protocol*) sehingga datanya dapat diakses dari komputer maupun smart-phone. Pada pengujian awal ini data suhu udara, kelembapan udara, data sensor hujan dan sensor intensitas kabut sudah dapat terkirim ke server yang berada pada cloud. Untuk sensor suhu dan kelembapan sudah terkalibrasi dan untuk sensor kondisi hujan dan intensitas kabut masih memerlukan kalibrasi lebih lanjut. Contoh data sensor yang sudah terekam pada server di Internet dapat dilihat pada Gambar 4.



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'course.ruangbelajar.xyz/2023'. The page content includes a message 'Var.startRow --> belum di-set' and a title 'Uji Coba - Sensor Gunung - Raw Data'. Below the title is a table with 7 columns: Rec.No, ID, Suhu, Kelembaban, curahHujan, tebalKabut, and Time Stamp. The table contains 10 rows of data, with the last row partially cut off.

| Rec.No | ID  | Suhu | Kelembaban | curahHujan | tebalKabut | Time Stamp          |
|--------|-----|------|------------|------------|------------|---------------------|
| 2499   | 780 | 33   | 61         | 1,017      | 1,016      | 2023-11-23 14:25:42 |
| 2498   | 779 | 33   | 61         | 1,016      | 1,017      | 2023-11-23 14:25:40 |
| 2497   | 778 | 33   | 61         | 1,017      | 1,016      | 2023-11-23 14:25:36 |
| 2496   | 777 | 33   | 61         | 1,017      | 1,016      | 2023-11-23 14:25:32 |
| 2495   | 776 | 33   | 61         | 1,017      | 1,016      | 2023-11-23 14:25:29 |
| 2494   | 775 | 33   | 61         | 1,017      | 1,016      | 2023-11-23 14:25:26 |
| 2493   | 774 | 33   | 61         | 1,017      | 1,016      | 2023-11-23 14:25:23 |
| 2492   | 773 | 33   | 62         | 1,017      | 1,016      | 2023-11-23 14:25:19 |
| 2491   | 772 | 33   | 62         | 1,017      | 1,017      | 2023-11-23 14:25:16 |
| 2490   | 771 | 33   | 62         | 1,017      | 1,016      | 2023-11-23 14:25:13 |
| 2489   | 770 | 33   | 62         | 1,016      | 1,016      | 2023-11-23 14:25:10 |

Gambar 4 - Tampilan berbasis web untuk data pemantauan kondisi cuaca secara jarak jauh

Untuk memastikan bahwa sensor yang dipergunakan hasilnya valid, maka pada penelitian ini dilakukan perbandingan hasil pengukuran dengan alat ukur suhu dan kelembapan udara yang tersedia di pasaran. Untuk metode validasi pengukurannya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 - Validasi pengukuran DUT (device under test) dengan Thermo-hygrometer referensi

Hasil dari perbandingan pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1. Dari perhitungan selisih hasil pengukuran antara DUT (*device under test*) dengan *thermo-hygrometer* yang dijadikan referensi pengukuran didapatkan rata-rata selisih 1,2% untuk temeperatur dan 19.5% untuk kelembaban.

Tabel 1. Tabel komparasi hasil pengukuran temperatur dan kelembaban

| No                  | Temperatur |           |         | Kelembaban          |           |         | Lokasi                                       |
|---------------------|------------|-----------|---------|---------------------|-----------|---------|----------------------------------------------|
|                     | DUT        | Referensi | Selisih | DUT                 | Referensi | Selisih |                                              |
| 1                   | 28.9       | 28.5      | 1.4%    | 75                  | 61        | 23.0%   | Ruang Ka-Prodi S2 T.Elektro                  |
| 2                   | 29         | 29.4      | -1.4%   | 78                  | 71        | 9.9%    | Kamar mandi gedung Lab. T.Elektro Lt. 2      |
| 3                   | 29.1       | 30.3      | -4.0%   | 78                  | 64        | 21.9%   | Lobby gedung Lab T.Elektro                   |
| 4                   | 29.6       | 30.1      | -1.7%   | 80                  | 65        | 23.1%   | Halaman rumput samping gedung Lab. T.Elektro |
| 5                   | 30.2       | 30.3      | -0.3%   | 73                  | 61        | 19.7%   | Area PLTS ITN 500 kWp                        |
| Rata-rata selisih = |            |           | -1.2%   | Rata-rata selisih = |           |         | 19.5%                                        |

### 3. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian sistem monitoring cuaca yang dikembangkan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: sistem remote monitoring cuaca pada area pegunungan ini secara fungsional sudah berfungsi dengan baik. Informasi suhu, kelembaban, curah hujan, tebal kabut dari sensor sudah dapat dipantau dari jarak jauh dengan memanfaatkan teknologi Internet. Dari hasil validasi pengukuran dengan thermo-hygrometer referensi didapatkan selisih pembacaan pengukuran sebesar 1,2% untuk sensor temperatur dan 19.5% pada sensor kelembaban. Dengan adanya data yang sudah tersimpan di web-server, masyarakat dapat dengan mudah mengakses informasi cuaca di suatu pegunungan yang sudah dipasang modul sensor untuk mengetahui kondisi di daerah tersebut.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM ITN yang telah memberikan dana hibah internal LitAbMas tahun 2023.

### Daftar Pustaka

- [1] C. I. Y. Gessal, A. S. M. Lumenta och B. A. Sugiarto, "Kolaborasi Aplikasi Android Dengan Sensor Mq-135 Melahirkan Detektor Polutan Udara," *J. Tek. Inform.*, vol. 14, nr 1, p. 109–120, 2019.
- [2] M. Ardita, B. R. P. D. Palevi och I. S. Faradisa, "INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK PEMANTAUAN JARAK JAUH KONDISI SISTEM REPEATER JARINGAN INTERNET DI AREA TERPENCIL," *Jurnal MNEMONIC*, vol. 6, nr 1, pp. 84-88, 2023.
- [3] F. Ulya, M. Kamal och a. Azhar, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Dengan Tampilan Thingspeak," *J. Tektro*, vol. 1, nr September, p. 1, 2017.
- [4] D. Kurniawan, A. N. Jati och a. A. Mulyana, "Perancangan dan Implementasi Sistem Monitor Cuaca menggunakan Mikrokontroler sebagai Pendukung Sistem Peringatan Dini Banjir," i *eProceedings of Engineering*, -, 2016.
- [5] SemTech, "SemTech website," SemTech, 27 11 2023. [Online]. Available: <https://www.semtech.com/products/wireless-rf>. [Använd 27 11 2023].
- [6] E-Byte, "EBYTE Official Online Store," E-Byte, 27 11 2023. [Online]. Available: <https://ebyteiot.com/collections/lora-module>. [Använd 27 11 2023].
- [7] Arduino.CC, "Arduino.CC - web-site," Arduino.CC, 27 11 2023. [Online]. Available: <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3>. [Använd 27 11 2023].
- [8] --, *Peraturan Menteri no 2 tahun 2023*, Kementrian Kominfo RI, 2023.
- [9] R. Sahbani och H. Azwar, "PENGIRIMAN DATA SENSOR SUHU DAN ASAP MENGGUNAKAN LONG RANGE (LoRa)," *ABEC Indonesia*, vol. 9, pp. 1063-1080, 2021.
- [10] Y. A. Pratama, M. Ardita och K. A. Widodo, "Perancangan Sistem Komunikasi Lora untuk Deteksi Dini Tanah Longsor," i *Prosiding SENIATI*, Malang, 2023.

- [11] M. Ardita, A. Affandi, S. Suwadi och E. Endroyono, "HTTP communication latency via cellular network for Intelligent Transportation System applications," i *2016 International Conference on Information & Communication Technology and Systems (ICTS)*, Surabaya, 2016.
- [12] M. Ardita, A. Affandi, S. Suwadi och E. Endroyono, "Performance Improvement of Packet Delay in Advanced Public Transportation System Using Multi Path UDP on Cellular Environment," *Przeglad Elektrotechniczny*, vol. 99, nr 6, pp. 56-61, 2023.
- [13] D. Kastutara, "Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino Menggunakan Modul Wifi Esp8266 Pada Aplikasi Internet Of Things," *Jurnal Teknologi Pintar*, vol. 2, nr 9, pp. 1-11, 2022.
- [14] M. A. R. Effendy och et.al, "SISTEM MONITORING KINERJA PANEL SURYA BERBASIS IoT MENGGUNAKAN ARDUINO UNO PADA PLTS PEMATANG JOHAR," *TEKTONIK: Jurnal Ilmu Teknik*, vol. 1, nr 1, pp. 32-39, 2023.