



Sistem Monitoring dan Logging Data Stasiun Cuaca Secara Real Time untuk Mendukung Analisis Lingkungan

Diah Suwarti Widyastuti¹, Arif Basuki², Denny Dermawan^{3*}, Teguh Wibowo⁴, Agus Ari Widayat⁵,
Fikri Ardiansyah⁶

^{1,5,6}Department of Electrical Engineering, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

²Department of Electronic Engineering, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

^{3*}Department of Electrical Engineering, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto Yogyakarta

⁴Department of Mechanical Engineering, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto Yogyakarta

Article Info	ABSTRACT
Article history: Received Januari 15, 2026 Accepted Februari 9, 2026 Published Februari 13, 2026	Weather parameter data obtained from weather station can be utilized for environmental analysis to monitor changes in natural conditions, identify potential disasters, and design more effective climate change adaptation solutions. In the era of digitalization, society requires practical and user-friendly devices to obtain accurate and timely weather information. Therefore, solutions based on modern technologies such as microcontrollers and the Internet of Things (IoT) are needed to support real-time weather data acquisition. This research aims to design and develop an IoT-based weather station monitoring and data logging system capable of measuring and recording temperature, humidity, wind speed, air pressure, and light intensity in real time. The developed system is integrated with an ESP32 microcontroller and supported by a solar panel, enabling autonomous operation. The results show that the IoT-based weather station monitoring and data logging system prototype was successfully implemented. The system is able to transmit weather data to the server in real time with a latency of approximately 2–3 seconds. Based on field testing, the sensors used demonstrated a very high level of accuracy, with most error percentages below 2%.
Keywords: Weather Station Internet of Things ESP32 Monitoring Data Logging Solar Panel	



Corresponding Author:

Denny Dermawan
Department of Electrical Engineering,
Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto
Jl. Majapahit Blok R Lanud Adisutjipto, Yogyakarta
Email: dennydermawanstta@gmail.com

1. PENGANTAR

Penelitian tentang Sistem Monitoring dan Logging Data Stasiun Cuaca Secara Real Time sangat krusial dilakukan di tengah meningkatnya frekuensi dan intensitas fenomena cuaca ekstrem akibat perubahan iklim global, yang berdampak besar pada keselamatan masyarakat, ketahanan pangan, serta kelancaran sektor transportasi dan energi [1]. Sementara, beberapa wilayah di Indonesia masih kekurangan sistem monitoring cuaca yang mampu menyediakan data secara real time dan akurat. Sebagian besar stasiun cuaca konvensional belum terintegrasi dengan teknologi IoT dan belum mendukung logging data otomatis yang dapat diakses secara daring sehingga menyulitkan dalam pengambilan data [6]. Sistem monitoring cuaca konvensional yang masih banyak digunakan saat ini memiliki keterbatasan dalam hal responsivitas dan skalabilitas karena bergantung pada pencatatan manual atau pemrosesan berkala [6]. Dengan perkembangan teknologi IoT,

sistem monitoring dapat dibuat lebih otomatis, efisien, dan memberikan informasi secara real time, sehingga mempercepat respons terhadap potensi ancaman bencana alam seperti banjir dan longsor [7].

Perubahan iklim global telah meningkatkan kebutuhan akan sistem monitoring cuaca yang akurat, real-time, dan terintegrasi. Sistem monitoring stasiun cuaca secara real time berperan penting dalam pengumpulan data meteorologi. Data parameter cuaca menjadi dasar bagi analisis lingkungan, perencanaan pertanian, mitigasi bencana alam, serta penelitian ilmu atmosfer [6]. Teknologi sistem monitoring cuaca saat ini berkembang pesat seiring dengan kemajuan di bidang IoT, cloud computing, big data, dan sensor mikroelektromekanis (MEMS). Integrasi teknologi IoT pada sistem stasiun cuaca memungkinkan pengiriman data secara real time ke server pusat menggunakan protokol komunikasi nirkabel seperti LoRa, Zigbee, dan LTE-M, sehingga meningkatkan efisiensi biaya dan cakupan geografis dari sistem monitoring cuaca [8].

Pada aspek perangkat keras, sensor cuaca modern semakin miniaturisasi namun tetap menjaga akurasi tinggi. Penggunaan sensor berbasis MEMS juga semakin populer karena konsumsi daya rendah dan biaya produksi yang lebih murah [7]. Dalam hal penyimpanan dan visualisasi data, sistem berbasis cloud seperti AWS IoT Core, Microsoft Azure, dan Google Cloud IoT menawarkan solusi yang scalable dan aman. Integrasi dengan dashboard berbasis web atau mobile apps memudahkan pengguna dalam memantau kondisi cuaca secara real time [9]. Akurasi sensor murah yang cenderung lebih rendah dibanding peralatan profesional, sehingga diperlukan kalibrasi dan pemeliharaan berkala untuk memastikan keandalan data [9]. Pentingnya pengembangan sistem monitoring yang hemat energi, misalnya dengan memanfaatkan panel surya, serta desain modular agar alat dapat dioperasikan di wilayah terpencil dengan infrastruktur terbatas [10]. Di sisi lain, integrasi sistem monitoring cuaca dengan platform data nasional seperti BMKG menjadi penting untuk standarisasi dan interoperabilitas data, sehingga hasil monitoring dapat dimanfaatkan secara luas untuk analisis lingkungan, peringatan dini bencana, dan pengembangan kebijakan berbasis data [11][12].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) untuk merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem monitoring dan logging data stasiun cuaca secara real time. Metodologi ini dipilih agar proses pengembangan sistem dapat dilakukan secara iteratif dan terukur, mulai dari perancangan, pembuatan prototipe, hingga evaluasi performa sistem di lapangan.

1. Populasi, Sampel, dan Teknik Sampling

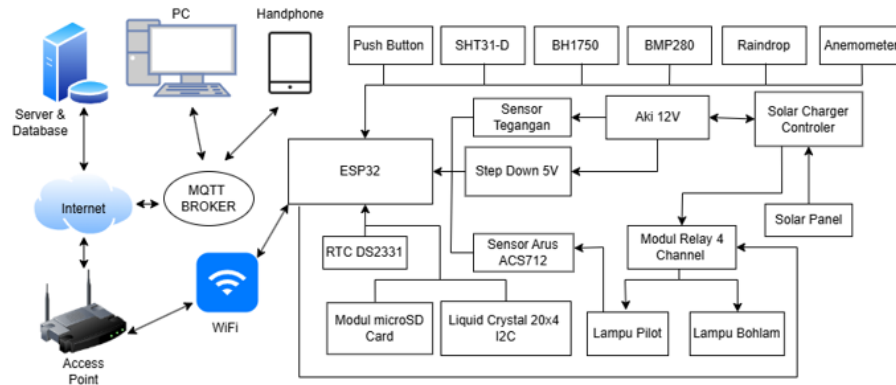
Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data parameter cuaca yang dihasilkan oleh stasiun cuaca di lokasi penelitian, meliputi suhu, kelembapan, tekanan udara dan curah hujan. Sampel yaitu komponen-komponen yang relevan dan umum digunakan dalam sistem IoT untuk monitoring lingkungan dan diambil dari data sensor yang terekam secara periodik selama periode penelitian. Teknik sampling yang digunakan adalah purposive sampling, yaitu pemilihan waktu dan lokasi pengambilan data secara sengaja untuk memastikan variasi data pada kondisi cuaca normal, ekstrem, dan transisi [2] [14].

2. Metode Pengumpulan Data

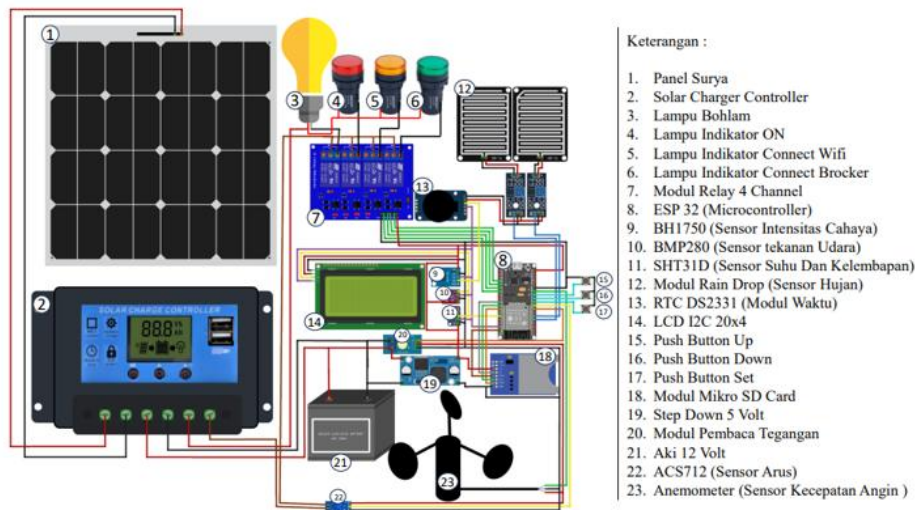
Pengumpulan data dilakukan secara otomatis menggunakan sensor cuaca (DHT22 untuk suhu dan kelembapan, BMP280 untuk tekanan udara, rain gauge untuk curah hujan) yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Data sensor dikirimkan secara real time ke server cloud menggunakan protokol MQTT/WiFi, kemudian disimpan dalam database dan divisualisasikan melalui dashboard berbasis web. Data juga dicadangkan secara lokal pada SD card sebagai backup [14][15].

3. Perancangan Sistem

Merancang arsitektur perangkat keras dan perangkat lunak, memilih sensor, mikrokontroler, serta merancang dashboard monitoring. Blok diagram alat yang akan dirancang ditunjukkan pada gambar 1. Skematik Rangkaian penelitian ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 1 Blok diagram Sistem Monitoring dan Logging Data Stasiun Cuaca Secara Real Time



Gambar 2 Skematik Rangkaian Sistem Monitoring dan Logging Data Stasiun Cuaca Secara Real Time

3. HASIL DAN ANALISIS

Penelitian ini telah menghasilkan satu prototipe sistem monitoring dan logging data stasiun cuaca berbasis IoT yang terintegrasi dengan sensor suhu-kelembapan, tekanan udara, intensitas cahaya, kecepatan dan arah angin. Prototipe dipasang dalam box panel outdoor dan didukung catu daya panel surya sehingga dapat beroperasi secara mandiri di lokasi penelitian. Bentuk fisik prototipe sistem ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Prototipe sistem monitoring dan logging data stasiun cuaca

Perangkat keras yang dikembangkan terdiri atas rangkaian sensor cuaca, yaitu:

- Sensor suhu dan kelembaban (DHT22), untuk memonitor kondisi atmosfer.
- Sensor tekanan udara (BMP280), untuk mengetahui tren tekanan udara.
- Sensor kecepatan dan arah angin (Anemometer dan Wind Vane), untuk memantau kondisi angin.
- Sensor curah hujan (Tipping Bucket Rain Gauge), untuk mencatat intensitas hujan.
- Sensor intensitas cahaya (BH1750), untuk mengukur radiasi cahaya.
- Sensor-sensor ini dihubungkan dengan mikrokontroler berbasis ESP32 yang memiliki kemampuan komunikasi Wi-Fi, sehingga data dapat dikirim secara real-time ke server lokal maupun cloud.

Perangkat lunak yang dikembangkan terdiri dari:

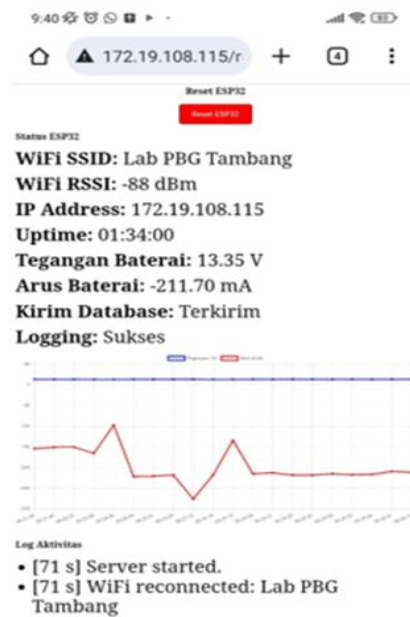
- Firmware mikrokontroler, yang bertugas membaca data sensor, melakukan konversi data digital, dan mengirimkan data melalui protokol MQTT.
- Sistem logging dan monitoring berbasis web, yang memungkinkan pengguna untuk melihat data cuaca secara real-time, menyimpan data historis, dan menampilkan grafik serta tabel data.

Pengujian latensi dan Tampilan Dasbord, Monitoring Tabel Data Base Fitur Smartphone

Pengujian latensi diamati dari proses pengiriman data sensor oleh mikrokontroler keserver ITNY. Meskipun tidak disajikan dalam bentuk tabel timestamp, hasil pengamatan menunjukkan bahwa waktu jeda antara data dikirim dan data muncul pada server berada pada kisaran 2–3 detik. Nilai ini diperoleh dari monitoring langsung saat proses pengiriman berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa proses komunikasi sensor–mikrokontroler–server berjalan stabil dan sudah memenuhi kebutuhan pemantauan cuaca secara real-time. Tampilan Dasbord, Monitoring Tabel Data Base dan Tampilan Fitur Smartphone ditunjukkan pada gambar 4, 5 dan 6.



Gambar 4 Tampilan Dashbord Stasiun Pemantau Cuaca secara Real time



Gambar 5 Tampilan Fitur reset dan monitoring kondisi sistem dari smartphone dalam jaringan lokal ITNY

Tampilkan "TWC" data per halaman

Tampilkan pada browser: chrome, di

ID	Waktu Terima	Waktu Sampling	Persentase Akurasi	Cuaca	Intensitas Cahaya	Suhu	Kelembapan	Tekanan Udara	Tegangan Baterai	Arus Baterai
400676	2023-09-18 09:08:38	2023-09-18 09:08:37	0.00	Clear Partly	179.79	29.19	48.23	1009.40	13.44	-206.30
400675	2023-09-18 09:09:28	2023-09-18 09:09:26	0.00	Clear Partly	179.79	29.16	48.14	1009.40	13.47	-206.10
400674	2023-09-18 09:09:19	2023-09-18 09:09:16	0.00	Clear Partly	179.56	29.18	48.36	1009.40	13.53	-205.30
400673	2023-09-18 09:09:08	2023-09-18 09:09:07	0.00	Clear Partly	179.00	29.10	48.39	1009.40	13.47	-207.00
400672	2023-09-18 09:09:01	2023-09-18 09:08:57	0.00	Clear Partly	179.23	29.19	48.72	1009.42	13.42	-209.60
400671	2023-09-18 09:08:56	2023-09-18 09:08:54	0.00	Clear Partly	179.31	29.10	48.88	1009.40	13.47	-209.40
400670	2023-09-18 09:08:44	2023-09-18 09:08:37	0.00	Clear Partly	184.51	29.51	48.55	1009.43	13.53	-209.50
400669	2023-09-18 09:08:40	2023-09-18 09:08:36	0.00	Clear Partly	181.17	29.92	48.80	1009.42	13.51	-207.80
400668	2023-09-18 09:08:19	2023-09-18 09:08:17	0.00	Clear Partly	191.02	29.07	48.13	1009.43	13.54	-209.80
400667	2023-09-18 09:08:09	2023-09-18 09:08:06	0.00	Clear Partly	194.82	29.31	47.80	1009.42	13.19	-205.40
400666	2023-09-18 09:08:01	2023-09-18 09:07:56	0.00	Clear Partly	198.53	29.45	47.93	1009.43	13.30	-208.90

Gambar 6 Tampilan Monitoring Tabel Database pengukuran yang tersimpan di server ITNY

Pengambilan data dilakukan selama 6 hari, masing – masing hari diambil 4 data pada pukul 08.00, 11.00, 14.00 dan 17.00 WIB pada masing -masing parameter cuaca (Radiasi Cahaya, suhu, kelembaban, Tekanan udara). Pengujian dilakukan dengan mengambil hasil pengukuran data sensor dan dibandingkan dengan data hasil referensi (Alat : radiasi Cahaya dan BMKG : suhu, kelembaban, dan tekanan udara). Hasil Persentase Error (%) akan mengindikasikan Kualitas pengukuran dari sensor yang terpasang pada alat. Rentang Kualitas pengukuran ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Rentang Kualitas pengukuran

Nilai Persentase	Kualitas Pengukuran	Keterangan
0% - 2%	Sangat Akurat	Hasil pengukuran sangat dekat dengan nilai acuan
2% - 5%	Cukup Akurat	Hasil masih dapat diterima, Error dalam rentang dianggap wajar.
5% - 10%	Akurat Menurun	Data masih bisa digunakan tetapi perlu ditatat bahwa ada potensi faktor eksternal yang mempengaruhi
Lebih dari 10%	Akurasi Rendah	Pengukuran dianggap tidak akurat

4. KESIMPULAN

Prototipe sistem monitoring dan logging data stasiun cuaca berbasis IoT telah berhasil dirancang dan direalisasikan, sistem terintegrasi dengan berbagai sensor, dipasang dalam box panel outdoor, didukung catu daya panel surya, dan mampu mengirim data secara real-time. Mayoritas sensor parameter cuaca yang dikembangkan (Radiasi Cahaya, Kelembaban, dan Tekanan Udara) menunjukkan tingkat akurasi yang Sangat akurat saat dibandingkan dengan alat ukur standar atau data rujukan BMKG. Persentase Error pada sensor-sensor ini sebagian besar berada di bawah batas toleransi 2 %. Tindak lanjut penelitian bisa difokuskan pada peningkatan akurasi sensor, perluasan cakupan parameter cuaca, serta penguatan keandalan sistem untuk penggunaan jangka panjang di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang setinggi tingginya kepada Kepala LPPMI Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang telah membiayai penelitian ini, dan juga kepada Kepala LPPM Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto dan juga kepada Editorial team Jurnal VORTEX yang mempublikasikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Hawa and R. V. Salomo, "Kesiapan Digitalisasi Layanan Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik Pada Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)," *Restorica J. Ilm. Ilmu Adm. Negara dan Ilmu Komun.*, vol. 6, no. 1, pp. 8–19, 2020, doi: 10.33084/restorica.v6i1.1251.
- [2] Muhammad Ali Ridla and Ahmad Fawaid, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pengukur Cuaca Menggunakan Arduino Pada Stasiun Meteorologi Kelas III Banyuwangi," *J. Comput. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 73–80, Jun. 2024, doi: 10.59435/jocstec.v2i2.282.
- [3] "Akuisi Data Pada Stasiun Cuaca Berbasis Nodemcu ESP8266," *J. ELKOLIND, MEI 2020, VOL.07, NO. 1*, vol. 7, 2020.
- [4] "Akuisi Data Pada Stasiun Cuaca Berbasis Nodemcu ESP8266," *J. ELKOLIND, MEI 2020, VOL.07, NO. 1 71*, vol. 7, 2020.
- [5] "SISTEM MONITORING KONDISI CUACA BERBASIS WEBSITE MENGGUNAKAN RASPBERRY PI."
- [6] M. Ardita, S. S. Teknik Elektro, I. Malang, and M. Indonesia, "SISTEM MONITORING MULTI SENSOR UNTUK MENGETAHUI PERUBAHAN CUACA." [Online]. Available: https://id.m.wikipedia.org/wiki/Berkas:Arduino_Uno_-
- [7] H. Kim, A. G. Pendergrass, and S. M. Kang, "The Dependence of Mean Climate State on Shortwave Absorption by Water Vapor," *J. Clim.*, vol. 35, no. 7, pp. 2189–2207, 2022, doi: 10.1175/JCLI-D-21-0417.1.
- [8] L. Zhang, X. Fu, D. Luo, L. Xing, and Y. Du, "Musical Experience Offsets Age-Related Decline in Understanding Speech-in-Noise: Type of Training Does Not Matter, Working Memory Is the Key," *Ear Hear.*, vol. 42, no. 2, pp. 258–270, 2021, doi: 10.1097/AUD.0000000000000921.
- [9] V. Shah, "Kalibrasi Sensor Monitoring Cuaca pada Area Lokal untuk Meningkatkan Akurasi pada Sensor Biaya Rendah," *Handb. Mater. Sel.*, vol. 28, no. 2, pp. 591–614, 2002, doi: 10.1002/9780470172551.ch21.
- [10] R. P. Rosi and I. J. Mm, "IoT-Based Weather Monitoring System in Coban Binangun Tourism Sistem Pemantauan Cuaca Berbasis IoT di Coban Binangun," pp. 1–7.
- [11] H. et Al., "CHARACTERIZATION AND IDENTIFICATION OF TWO ECONOMICALLY IMPORTANT WHITEFLY SPECIES, GENUS *Aleurodicus*, SUBFAMILY ALEURODICINAE (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) FROM WESTERN JAVA, INDONESIA," pp. 28-39., 2023, doi: 10.34010/komputika.v13i2.13949.
- [12] D. Wiwaha, D. Gafyunedi, Z. Mahdi, I. Putro, D. Setiawan, and B. Pramudita, "Sistem Prediksi Cuaca Berbasis Wireless Sensor Network dan Teknologi IoT dengan Machine Learning," *Telkom Univ.*, vol. 1, no. 4, pp. 1–10, 2024.
- [13] R. Kania, W. Gunawan, T. I. Solihati, N. Hidayanti, and A. Miftach, "SISTEM MONITORING DETEKSI CUACA BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *J. Sist. Inf. dan Inform.*, vol. 7, no.

- [14] A. Jefiza, H. Fernanda, and P. N. Batam, “Smart home: Monitoring Kondisi Cuaca Menggunakan Sensor Kelembapan dan Kecepatan Angin Berbasis Metode Fuzzy.”
- [15] T. Sugiyanto, A. Fahmi, and R. Nalandari, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Berbasis Internet Of Things (IoT),” 2020.