

Pengembangan Sistem Pengukur Curah Hujan Otomatis Berbasis Iot dan Monitoring Suhu Lingkungan Menggunakan Sensor SHT31

Khusnul Edistira, S. Samsugi, Styawati

Universitas Teknokrat Indonesia

Email: khusnul_edistira@teknokrat.ac.id, s.samsugi@teknokrat.ac.id,
styawati@teknokrat.ac.id

Abstrak:

Perubahan iklim global telah meningkatkan variabilitas curah hujan, sehingga memerlukan sistem monitoring yang akurat dan real-time untuk mendukung sektor pertanian dan hidrologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengukur curah hujan otomatis dan monitoring suhu lingkungan berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memberikan data akurat dan real-time. Sistem ini menggunakan sensor Load Cell untuk mengukur berat air hujan yang dikonversi menjadi satuan milimeter, serta sensor SHT31 untuk mendeteksi suhu dan kelembapan dengan tingkat presisi tinggi. Data hasil pengukuran dikirim secara otomatis melalui mikrokontroler ESP32 ke server dan ditampilkan pada antarmuka web. Metode penelitian menggunakan pendekatan prototype dengan tahapan communication, quick plan, modeling quick design, construction of prototype, serta deployment and feedback. Berdasarkan hasil pengujian, perbedaan antara data pengukuran manual menggunakan gelas ukur dan sistem otomatis berbasis sensor sangat kecil, dengan selisih rata-rata hanya 10% dan tingkat akurasi mencapai 99,8%. Pada parameter suhu dan kelembapan, sensor SHT31 menunjukkan selisih rata-rata sebesar 0,317°C dan 2,04% dibanding alat ukur digital, dengan akurasi keseluruhan di atas 97%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu menghasilkan data yang stabil, akurat, dan konsisten, sehingga dapat diandalkan sebagai solusi modern untuk pemantauan cuaca berbasis data digital yang mendukung analisis hidrologi dan sektor pertanian. Sistem ini memberikan kontribusi signifikan dalam penyediaan data cuaca real-time yang dapat diakses secara luas melalui platform web, sehingga mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam manajemen sumber daya air dan pertanian.

Kata Kunci: Curah hujan, Load cell, SHT31, Internet of Things.

Abstract:

Global climate change has increased rainfall variability, requiring accurate and real-time monitoring systems to support the agriculture and hydrological sectors. This research aims to develop an automatic rainfall measurement system and environmental temperature monitoring system based on the Internet of Things (IoT) that is capable of providing accurate and real-time data. This system uses a load cell sensor to measure the weight of rainwater converted into millimeters and an SHT31 sensor to detect temperature and humidity with a high level of precision. The measurement data is automatically sent via an ESP32 microcontroller to the server and displayed on a web interface. The research method uses a prototype approach with the stages of communication, quick plan, modeling quick design, construction of prototype, and deployment and feedback. Based on the test results, the difference between manual measurement data using a measuring cup and an automatic sensor-based system is minimal, with an average difference of only 10% and an accuracy level of 99.8%. In temperature and humidity parameters, the SHT31 sensor shows an average difference of 0.317°C and 2.04% compared to digital measuring instruments, with an overall accuracy above 97%. These results indicate that the developed system is capable of producing stable, accurate, and consistent data, making it reliable as a modern solution for digital data-based weather monitoring that supports hydrological analysis and the agricultural sector. The system makes a significant contribution to the provision of real-time weather data that is widely accessible through a web platform, thereby supporting data-driven decision-making in water resource management and agriculture.

Keywords: Rainfall; Load cell; SHT31; Internet of Things.

Corresponding: Khusnul Edistira

E-mail: khusnul_edistira@teknokrat.ac.id



PENDAHULUAN

Perubahan iklim global telah menyebabkan peningkatan frekuensi dan intensitas kejadian cuaca ekstrem di berbagai belahan dunia. Menurut laporan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2021), suhu rata-rata global telah meningkat sebesar 1,1°C sejak era pra-industri, yang berdampak langsung terhadap pola curah hujan. Data dari World Meteorological Organization (WMO, 2023) menunjukkan bahwa kejadian hujan ekstrem meningkat sebesar 7% per dekade dalam 50 tahun terakhir, dengan proyeksi peningkatan hingga 14% pada tahun 2100 jika tidak ada mitigasi signifikan. Di kawasan Asia Tenggara, termasuk Indonesia, perubahan pola curah hujan telah menyebabkan peningkatan risiko banjir dan kekeringan yang berdampak pada ketahanan pangan dan ketersediaan air bersih (ADB, 2022). Studi oleh NASA (2024) mengungkapkan bahwa intensitas hujan di wilayah tropis meningkat rata-rata 15-20% dalam 30 tahun terakhir, menuntut sistem monitoring cuaca yang lebih akurat dan responsif untuk mendukung adaptasi dan mitigasi dampak perubahan iklim. Kondisi ini menggarisbawahi urgensi pengembangan teknologi monitoring curah hujan yang mampu menyediakan data real-time dengan akurasi tinggi untuk mendukung pengambilan keputusan di sektor pertanian, hidrologi, dan manajemen bencana.

Musim hujan merupakan periode tahunan yang ditandai dengan meningkatnya intensitas curah hujan (Ginting, 2021) di suatu wilayah yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu. Fenomena ini memengaruhi berbagai sektor, terutama pertanian, dan tata kelola sumber daya air (Prayogo et al., 2021; Sofian et al., 2022). Curah hujan diukur dalam satuan milimeter (mm). Jika curah hujan 1 milimeter tersebut jatuh ada area seluas 1 m persegi (Day, 2015). Di stasiun pengamatan BMKG, proses pencatatan parameter cuaca seperti curah hujan, suhu (Kuzmenkov et al., 2021; Yudhana et al., 2022), dan kelembapan masih dilakukan secara manual (Abror et al., 2023; Arum et al., 2023; Irnawati et al., 2025), yaitu pengukuran dilakukan setiap pagi pukul 06.30 WIB dan dilanjutkan dengan pengolahan data pada pukul 07.00 WIB. Metode konvensional ini membatasi ketersediaan data secara real-time (Prayogo et al., 2021), sehingga informasi yang diperoleh kurang optimal untuk mendukung analisis cepat dan akurat (Sandi & Sulistiani, 2025). Kondisi tersebut menegaskan perlunya pengembangan sistem monitoring cuaca berbasis teknologi yang mampu melakukan pengukuran otomatis berbasis internet of things (Delian Fazira, Jamaluddin, 2022; Elisabeth et al., 2024; Kurnia et al., 2024; Prasetyawan et al., 2021; Utama et al., 2022) dan pengiriman data secara cepat dan akurat.

Beberapa penelitian telah mengembangkan sistem pengukur curah hujan berbasis IoT dengan berbagai sensor dan metode, (Laksono & Nurgiyatna, 2020) menerapkan sensor magnetik dengan Raspberry Pi 3 serta notifikasi melalui Telegram API, tetapi sistem ini memiliki keterbatasan dalam akurasi dan kapasitas tipping bucket saat hujan deras. Salah satu penelitian yang memiliki keterkaitan erat dengan topik ini adalah karya (Pratama & Melfazen, 2021) yang merancang sistem monitoring cuaca dan pengukur curah hujan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan metode tipping bucket dan antarmuka aplikasi Blynk sebagai Graphical User Interface (GUI) (Utama et al., 2022). Sistem tersebut mengintegrasikan sensor hujan, sensor DHT11 untuk pengukuran suhu dan kelembapan, serta data logger untuk

penyimpanan data secara real-time. Meskipun sistem tersebut berfungsi dengan baik pada saat pengujian, ada dua kelemahan utama. Pertama, platform Blynk yang digunakan tidak cocok untuk penggunaan jangka panjang (Pratama & Melfazen, 2021) karena bergantung pada layanan cloud yang sewaktu-waktu dapat berubah atau dihentikan. Kedua, pemanfaatan sensor DHT11 memiliki akurasi rendah (Delian Fazira, Jamaluddin, 2022), dengan toleransi kesalahan suhu mencapai $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (Delian Fazira, Jamaluddin, 2022), sehingga kurang optimal untuk pengukuran yang memerlukan presisi tinggi.

Tujuan penelitian ini adalah membangun sistem pemantauan curah hujan, suhu, dan kelembapan serta pembuangan air hujan setelah pengukuran secara otomatis yang mampu memberikan data real-time dengan akurasi tinggi serta dapat dioperasikan dalam jangka panjang.

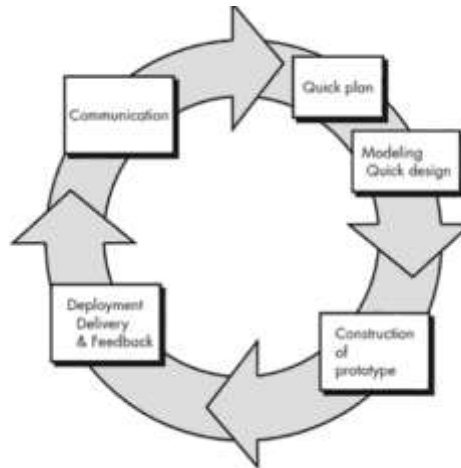
Untuk mengatasi keterbatasan pada penelitian sebelumnya yang memiliki akurasi terbatas dan batas pengukuran rendah (Kurniawan et al., 2020), dikembangkan sistem pemantauan curah hujan, suhu, dan kelembapan berbasis IoT untuk meningkatkan ketepatan dan kapasitas pengukuran. Sistem ini menggunakan sensor Load Cell untuk mengukur berat air hujan (Kurniawan et al., 2020) yang tertampung dalam wadah, kemudian mengonversinya ke satuan milimeter, dengan batas pengukuran hingga 500 mm sehingga mampu menangani curah hujan berintensitas tinggi. Untuk parameter suhu dan kelembapan digunakan sensor SHT31 yang memiliki akurasi pengukuran suhu $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan $\pm 2\%$ RH (Yudhana et al., 2022), jauh lebih presisi dibanding sensor DHT11. Sensor SHT31 juga memiliki waktu respons cepat dan stabil terhadap perubahan kondisi lingkungan, sehingga data yang dihasilkan lebih andal untuk analisis cuaca (Elisabeth et al., 2024; Mayasari et al., 2024). Semua data diproses oleh mikrokontroler ESP32 (Pramudita & Setyawan, 2022) dan dikirim secara otomatis ke server cloud melalui koneksi WiFi (Pratama & Melfazen, 2021; Sandi & Sulistiani, 2025). Setelah penyimpanan data selesai, pada pukul 07.05 sistem akan mengaktifkan pompa untuk membuang air yang tertampung dalam wadah, memastikan wadah kosong dan siap untuk mengukur curah hujan selanjutnya. sehingga dapat diakses secara real-time melalui antarmuka website.

Berdasarkan analisis terhadap keterbatasan penelitian terdahulu dan kebutuhan sistem monitoring cuaca yang lebih akurat dan sustainable, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengukur curah hujan otomatis berbasis IoT dengan integrasi sensor Load Cell (kapasitas 500 mm) dan sensor SHT31 (akurasi suhu $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan $\pm 2\%$ RH) yang mampu menyediakan data curah hujan, suhu, dan kelembapan secara real-time melalui antarmuka web dengan tingkat akurasi di atas 97%. Manfaat penelitian ini mencakup aspek teoretis dan praktis, di mana secara teoretis penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi sensor meteorologi dengan mengintegrasikan metode pengukuran berbasis berat (load cell) dengan sensor lingkungan presisi tinggi (SHT31) dalam satu sistem yang terintegrasi, serta memperkaya literatur tentang implementasi IoT untuk monitoring cuaca real-time, sedangkan secara praktis sistem ini dapat diimplementasikan di stasiun cuaca BMKG, lahan pertanian, dan area yang memerlukan monitoring cuaca berkelanjutan untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam manajemen sumber daya air, mitigasi bencana banjir, dan optimalisasi produktivitas pertanian, dengan keunggulan tidak bergantung

pada platform cloud pihak ketiga sehingga lebih sustainable dan cost-effective untuk penggunaan jangka panjang.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan cara atau langkah yang digunakan peneliti untuk memperoleh data, menganalisis, serta menarik kesimpulan (Pramudita & Setyawan, 2022). Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode prototipe, yaitu metode pengembangan sistem yang menekankan pada pembuatan model awal (prototype) sebagai bentuk representasi dari sistem yang diinginkan [12]. Metode ini pertama kali diperkenalkan oleh James Martin 1991 dalam bukunya Rapid Application Development (RAD). Tujuan dari penelitian ini ialah mengembangkan model menjadi sistem final. Artinya sistem akan dikembangkan lebih cepat dari pada metode tradisional dan biasanya menjadi lebih rendah (Pramudita & Setyawan, 2022).

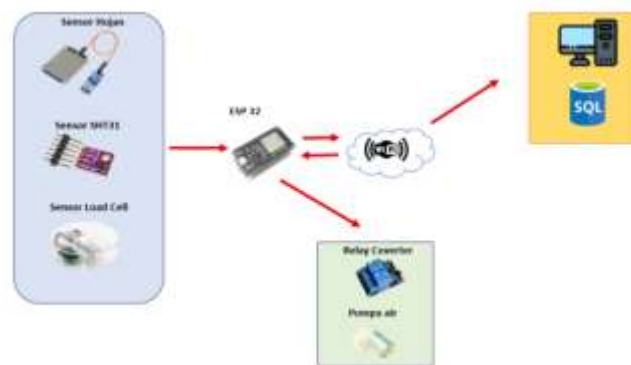


Gambar 1. Tahapan Metode Prototype (Hambali, 2020)

Tahapan-tahapan dalam metode prototyping meliputi:

A. Communication

Peneliti memulai tahap identifikasi masalah dengan melakukan diskusi bersama seorang dosen Teknik Sipil yang memiliki pemahaman mendalam mengenai curah hujan dan hidrologi. Peneliti memperoleh wawasan terkait metode pengukuran curah hujan, kebutuhan data yang akurat, serta batasan yang harus diperhatikan dalam pengembangan sistem (Pramudita & Setyawan, 2022). Fokus dari tahapan ini adalah pembentukan sistem komunikasi yang akan digunakan. Hasil komunikasi akan menjadi dasar untuk menentukan bagaimana data di kirim, diterima dan di proses seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Sistem Komunikasi

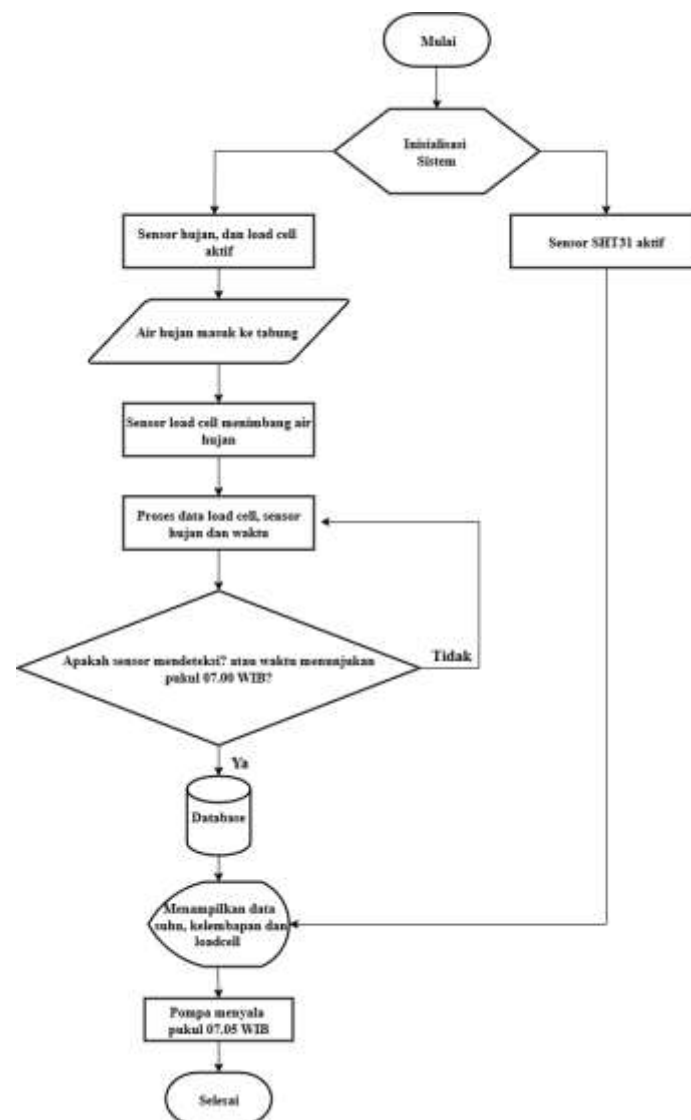
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

A. Quick Plan

Tahapan ini dilakukan dengan cepat, dimana dilakukan pemodelan terkait dengan kebutuhan yang sebelumnya sudah didapatkan pada tahap communication (Pramudita & Setyawan, 2022). Dalam penelitian pengukur curah hujan dan suhu merupakan tahap perencanaan cepat yang bertujuan menentukan arah pengembangan sistem, meliputi penetapan tujuan alat untuk memantau curah hujan dan suhu secara otomatis, pemilihan komponen utama seperti sensor load cell, sensor suhu SHT31, dan mikrokontroler ESP32.

B. Modeling Quick Design

Tahap ini dilakukan dengan cepat, dimana dilakukan pemodelan terkait dengan kebutuhan yang sebelumnya, dilakukan beberapa perancangan terkait representasi sistem yang dapat di pahami oleh pengguna, seperti perancangan antarmuka (Pramudita & Setyawan, 2022). Proses dimulai dengan inisialisasi sistem, kemudian sensor SHT31 diaktifkan untuk mengukur suhu dan kelembapan, sementara sensor hujan dan loadcell mulai bekerja untuk mendeteksi adanya air hujan yang masuk ke tabung penampung. Sensor loadcell menimbang volume air hujan, data yang diperoleh dari sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32 untuk dikonversi menjadi nilai curah hujan dalam satuan milimeter. Setelah proses konversi, data akan ditampilkan melalui antarmuka pemantauan, baik dalam bentuk grafik dan tabel. Peneliti menyusun pemetaan alur logika kerja sistem dalam bentuk flowchart seperti pada gambar 3.

**Gambar 3. Flowchart**

Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

Sistem ini bekerja dengan cara mengukur berat air hujan yang tertampung dalam wadah menggunakan sensor *Load Cell*. Data berat yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi *volume* dalam liter menggunakan rumus:

$$V = \frac{M}{P} \quad (1)$$

Di mana:

V = *Volume* air hujan (liter)

m = Massa air hujan yang terdeteksi oleh *Load Cell* (gram)

P = Massa jenis air (1 g/cm³ atau 1000 g/L)

Setelah mendapatkan *volume* air, nilai tersebut dikonversi menjadi curah hujan dalam satuan milimeter (mm)(Day, 2015) menggunakan rumus:

$$H = \frac{V}{A} \quad (2)$$

Di mana:

H = Curah hujan (mm)

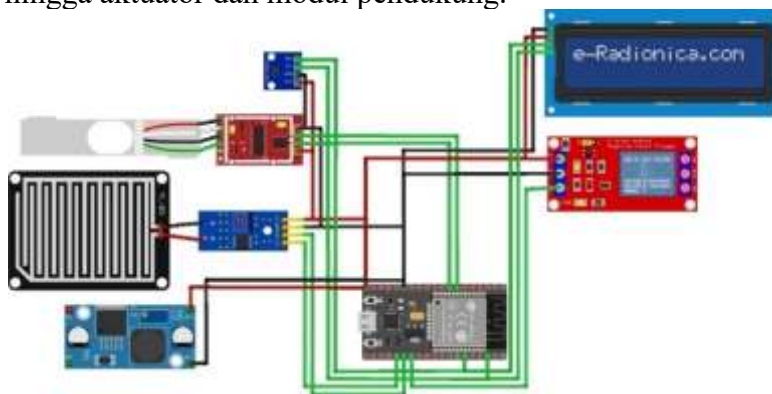
V = *Volume* air hujan (liter)

A = Luas permukaan penampungan (m^2)

Dengan menerapkan kedua rumus ini, sistem dapat secara akurat menentukan jumlah curah hujan berdasarkan berat air yang tertampung dalam wadah pengukur. Jika sensor mendeteksi adanya hujan sebelum pukul 07.00 maka data hasil pengukuran oleh sensor *Load cell* akan mengirimkan pada website antarmuka setelah 30 menit atau waktu menunjukkan pukul 07.00 WIB, maka data hasil pengukuran dikirimkan dan disimpan ke *database*. Selanjutnya, sistem menampilkan data suhu, kelembapan, serta berat air hujan, pada website pada pukul 07.05 WIB pompa akan menyala untuk membuang air dari tabung, sehingga sistem siap untuk siklus pengukuran berikutnya.

A. *Contruction of Prototype*

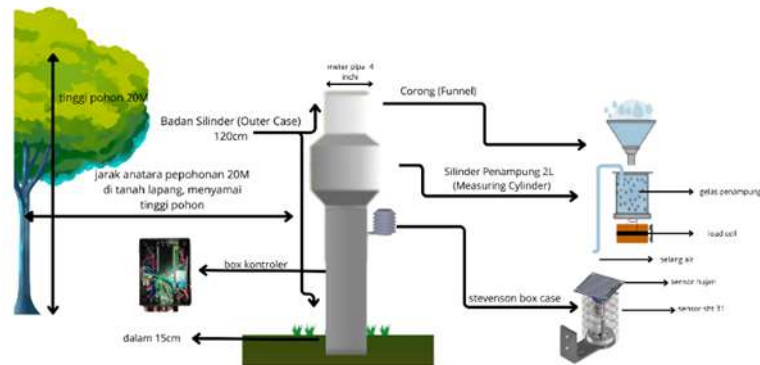
Perkembangan *prototype* digunakan untuk memberikan gambaran kepada pengguna mengenai kebutuhan yang sudah didapatkan dan dirancang, kemudian berfungsi untuk dievaluasi (Pramudita & Setyawan, 2022). Wiring Diagram pada gambar 4 menunjukkan rancangan koneksi antar komponen pada sistem pengukur curah hujan, mulai dari sensor, mikrokontroler, hingga aktuator dan modul pendukung.



Gambar 4. Wiring Diagram

Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

Perancangan mekanik merupakan tahap yang berfokus pada pembuatan desain fisik alat pengukur curah hujan otomatis berbasis Internet of Things (IoT), yang mencakup penentuan bentuk, material, serta tata letak komponen. Sistem ini menggunakan pipa paralon berdiameter 4 inci dengan tinggi 120 cm dari permukaan tanah yang berfungsi sebagai tiang sekaligus pelindung komponen di dalamnya. Di dalam pipa, terdapat corong yang berfungsi untuk menampung dan mengarahkan air hujan ke gelas ukur sehingga memudahkan pengukuran. Selanjutnya, terdapat sensor Loadcell yang digunakan untuk menimbang berat air hujan. Sistem ini juga dilengkapi sensor suhu SHT31 untuk memantau suhu lingkungan luar (outdoor). Selain itu, terdapat pompa yang berfungsi untuk membuang air dalam gelas penampung setiap pukul 07.05 pagi. Sensor hujan juga digunakan sebagai pemicu (trigger) untuk mengirimkan data dari Load cell saat hujan berhenti sebelum pukul 07.00 pagi. Di bagian bawah sensor Loadcell, terdapat black box yang digunakan untuk meletakkan ESP32 sebagai mikrokontroler, relay, dan step-down converter yang dapat di lihat pada gambar 5.



Gambar 5. Perancangan Mekanik
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

B. Deployment, Delivery and Feed Back

Prototype yang telah ada kemudian dievaluasi kepada pemangku kepentingan, yang memberikan umpan balik yang digunakan untuk memperoleh kebutuhan lain (Pramudita & Setyawan, 2022).

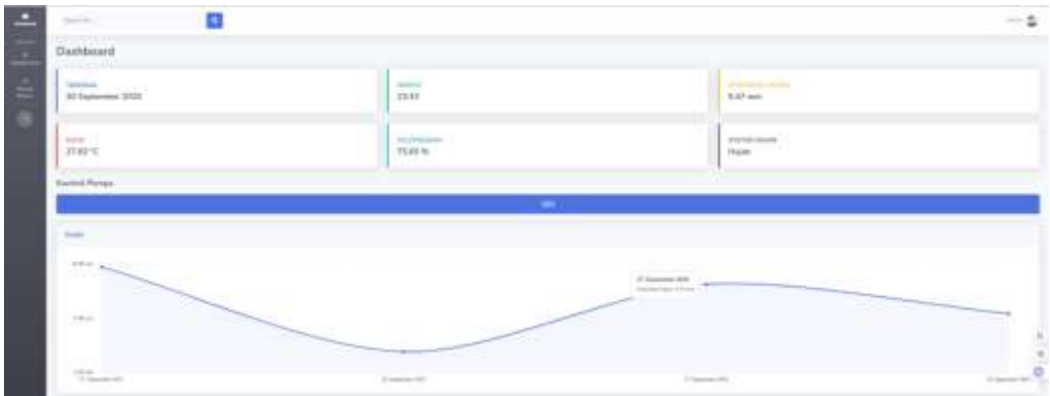
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sistem Prototype

Pada tahap ini merupakan proses pengujian sistem. Dilakukan dengan menguji sensor Load cell sebagai Monitoring curah hujan dan SHT31 sebagai pemantau suhu dan kelembapan otomatis berbasis Internet of Things yang telah dirancang. Hasil implementasi perangkat keras dan antarmuka website yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7



Gambar 6. Perancangan Hardware
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025



Gambar 7. Perancangan Website Antarmuka
Sumber: Dokumentasi penelitian, 2025

Pengujian dilakukan dengan memperoleh hasil pembacaan sensor Load Cell untuk pengukuran curah hujan serta sensor SHT31 untuk pengukuran suhu dan kelembapan. Untuk memastikan akurasi pengukuran curah hujan, suhu dan kelembapan, dilakukan perbandingan hasil pembacaan sensor Load cell dengan gelas ukur, sensor SHT31 dengan alat ukur Thermohygrometer digital. Data pengujian diperoleh secara berkala selama proses pengambilan data berlangsung. Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem Sensor Load Cell

Tanggal	Waktu	Curah Hujan (mm)	Gelas Ukur (mm)	Selisih Pengukuran (%)	Status Cuaca
21/9/2025	22.23	9.76	9.88	0.12	Hujan
22/9/2025	07.00	9.50	9.38	0.12	Tidak Hujan
23/9/2025	07.00	0.89	0.99	0.10	Tidak Hujan
24/9/2025	07.00	0.90	1.00	0.10	Tidak Hujan
25/9/2025	07.00	0.90	1.00	0.10	Tidak Hujan
26/9/2025	22.13	1.93	1.98	0.05	Hujan
27/9/2025	07.00	1.76	1.85	0.09	Tidak Hujan
28/9/2025	07.00	8.10	8.15	0.05	Hujan
29/9/2025	07.00	0.80	0.86	0.06	Tidak Hujan
30/9/2025	23.32	5.47	6.17	0.7	Hujan

Sumber: Data hasil pengujian sensor Load Cell dibandingkan dengan gelas ukur manual, September 2025

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem Sensor Sht 31

Tanggal	Waktu	Sensor SHT 31		Termo Hygrometer		Selisih Pengukuran (%)
		Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	
21/9/2025	22.23	27.32	88.13	27.89	86.15	0.11
22/9/2025	07.00	24.29	88.13	24.54	86.15	0.12
23/9/2025	07.00	25.17	86.20	25.28	84.22	0.4
24/9/2025	07.00	26.11	85.73	26.11	83.75	0.10
25/9/2025	07.00	30.80	85.21	30.94	83.23	0.13
26/9/2025	22.13	27.13	81.16	27.28	79.18	0.14
27/9/2025	07.00	29.28	82.85	29.34	80.87	0.12
28/9/2025	07.00	28.24	83.63	28.39	81.65	0.11
29/9/2025	07.00	26.17	83.45	26.29	81.47	0.13
30/9/2025	23.32	27.89	75.11	27.19	73.13	0.12

Sumber: Data hasil pengujian sensor SHT31 dibandingkan dengan Thermohygrometer digital, September 2025

Untuk mengevaluasi performa masing-masing sensor, persentasi *error* dihitung untuk mengetahui tingkat akurasi hasil pengukuran dibandingkan dengan nilai acuan, digunakan *error rate*, standar deviasi, dan *Mean Absolute Error (MAE)*(Hodson, 2022) dengan persamaan sebagai berikut:

(1)

$$Error Rate (\%) = \frac{\sum \left(\left| \frac{Xi - Ri}{Ri} \right| \right)}{n} \times 100\%$$

Standar Deviasi:

(2)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Mean Absolute Error (MAE):

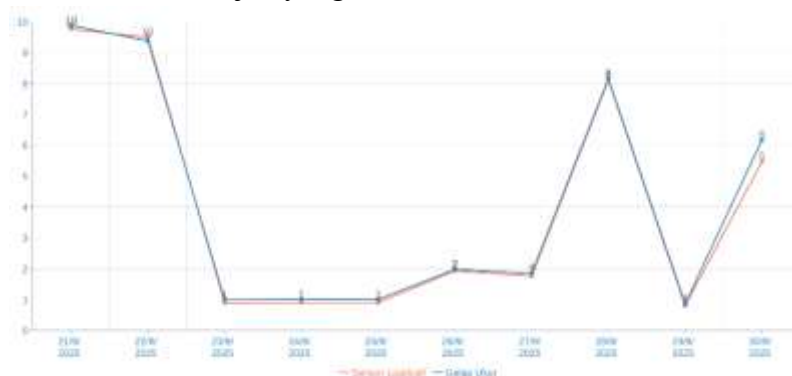
(3)

$$MAE = \frac{\sum |Xi - Ri|}{n}$$

Dalam persamaan (1-3) X_i merupakan hasil pembacaan sensor SHT31 dan sensor *Load cell*, sedangkan R_i adalah nilai acuan yang diperoleh dari thermohygrorometer sebagai pembanding. Variabel n menunjukkan jumlah total data yang dikumpulkan, sedangkan $|X_i - R_i|$ merupakan selisih absolut antara hasil pengukuran sensor dengan nilai referensi. $\bar{x}$ adalah nilai rata-rata hasil pengukuran, dan σ merupakan standar deviasi yang menjelaskan tingkat penyebaran data terhadap nilai rata-rata.

B. Grafik Hasil Pengujian Sensor

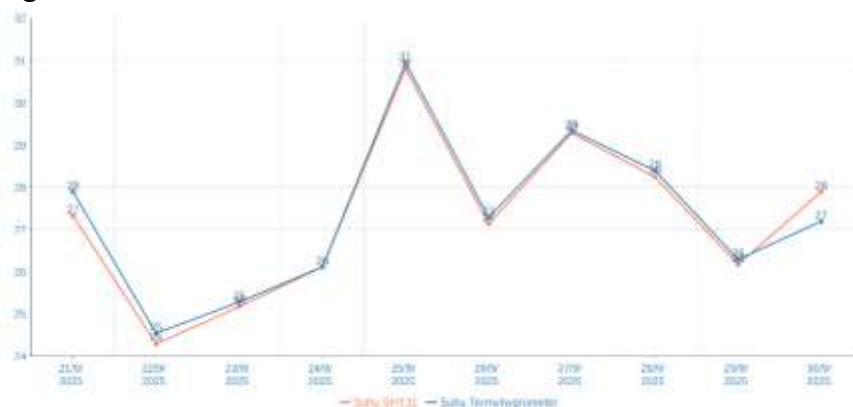
Berdasarkan data yang telah di kumpulkan dari pengujian, dibuat grafik untuk menggambarkan tren pengukuran sensor terhadap waktu. Grafik ini mempermudah dalam menganalisis perubahan curah hujan yang terdeteksi oleh sistem.



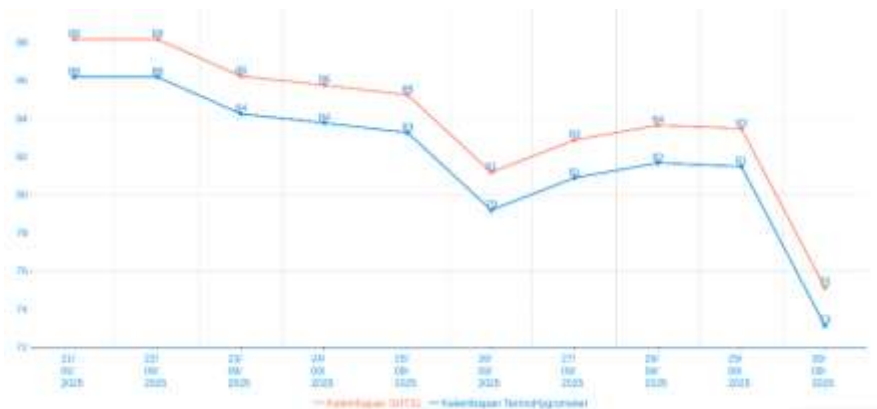
Gambar 8. Grafik Pengujian Sensor Loadcell

Sumber: Hasil visualisasi data pengukuran sensor Load Cell vs gelas ukur, September 2025

Sensor load cell yang digunakan dalam sistem menunjukkan hasil yang konsisten, sebagaimana ditunjukkan pada grafik pengujian. Perhitungan menunjukkan rate error sebesar 0,2% dengan nilai MAE hanya 0,149 dan standar deviasi 3,81. Pola pada grafik juga memperlihatkan bahwa pembacaan load cell memiliki kedekatan dengan nilai pengukuran menggunakan gelas ukur.



(a)

**(b)****Gambar 9. (a) Grafik Pengujian Suhu (b) Grafik Pengujian Kelembapan**

Sumber: Hasil visualisasi data pengukuran sensor SHT31 vs Thermohygrometer digital, September 2025

Berdasarkan hasil perhitungan, persentase error menunjukkan tingkat kesalahan yang sangat rendah. Sensor load cell juga menunjukkan performa yang baik dengan perbedaan hasil pengukuran terhadap pengukuran manual hanya sekitar 10%, yang menandakan tingkat akurasi tinggi dan kemampuan sensor dalam merepresentasikan kondisi aktual secara presisi. Sensor SHT31 terbukti stabil dalam mengukur kelembapan udara dengan nilai MAE sebesar 2,04% dan standar deviasi 3,97, di mana perbedaan antara hasil pengukuran sensor dengan hasil pengukuran manual tetap berada pada tingkat yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa sensor SHT31 memiliki akurasi tinggi dan dapat digunakan untuk melakukan monitoring suhu serta kelembapan secara berkelanjutan.

Validasi hasil pengujian ini menegaskan bahwa sistem yang dikembangkan telah berhasil mencapai tujuan penelitian yaitu menyediakan data curah hujan dengan akurasi 99,8% dan data suhu-kelembapan dengan akurasi di atas 97%. Tingkat akurasi ini melampaui sistem-sistem terdahulu yang menggunakan sensor DHT11 dengan akurasi $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (Pratama & Melfazen, 2021) dan metode tipping bucket yang memiliki keterbatasan pada hujan deras (Laksono & Nurgiyatna, 2020). Keunggulan sensor SHT31 yang ditunjukkan dalam penelitian ini, dengan selisih rata-rata hanya $0,317^{\circ}\text{C}$ untuk suhu dan 2,04% untuk kelembapan, mengonfirmasi bahwa inovasi pemilihan sensor presisi tinggi berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas data meteorologi yang dihasilkan, sehingga sistem ini dapat diandalkan sebagai solusi modern untuk pemantauan cuaca berbasis data digital yang mendukung analisis hidrologi dan sektor pertanian sebagaimana yang menjadi fokus penelitian ini.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sistem pengukur curah hujan otomatis dan monitoring suhu berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memberikan data akurat dan real-time. Berdasarkan hasil pengujian, nilai pengukuran curah hujan antara sensor Load Cell dan alat manual (gelas ukur) menunjukkan perbedaan rata-rata hanya 10% dengan tingkat akurasi mencapai 99,8%. Pada parameter suhu dan kelembapan, perbandingan antara sensor SHT31 dan termohygrometer digital menunjukkan selisih rata-rata sebesar $0,317^{\circ}\text{C}$ untuk suhu dan 2,04% untuk kelembapan, dengan selisih pengukuran sebesar 10% antara sensor SHT31 dan termohygrometer. Dari hasil pengujian manual dengan hasil sensor load cell dan SHT31 yang di gunakan oleh peneliti memiliki perbedaan yang sangat kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Abror, N., Sri Rahayu, D., & Mustakim, M. (2023). Rancang Bangun Sistem Informasi Pemeliharaan Alat Kantor Berbasis Web Pada Bmkg Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru. *Indonesian Journal of Informatic Research and Software Engineering (IJIRSE)*, 3(2), 103–110. <https://doi.org/10.57152/ijirse.v3i2.899>
- Arum, P. R., Utami, T. W., Nisa, L. K., Sofiyanti, E. N., Sulistiya, I., Widyasari, V. A., & Nursamsiah. (2023). Uji Permutasi Data Curah Hujan Dengan Phobs Dan Aws Di Karimun Jawa. *Jurnal Litbang Edusaintech (JLE)*, 3(2), 113–117. <http://dx.doi.org/10.51402/jle.v3i2.110>
- Day, B. (2015). Hujan 1 milimeter yang jatuh di Jakarta volumenya setara air dalam 132 ribu mobil tangki air. *Climate4life.Info*. <https://www.climate4life.info/2015/12/hujan-1-milimeter-yang-jatuh-di-jakarta.html>
- Delian Fazira, Jamaluddin, R. (2022). Rancang bangun alat pengukur kecepatan angin dan intensitas hujan berbasis iot. *Tektro, Journal*, 06(02), 164–170.
- Elisabeth, H., Wowor, Rantung, V. P., & Santa, K. (2024). Sistem Kontrol Kualitas Air Berbasis Internet of Things Menggunakan Metode Prototype di Desa Pinapalangkow. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4, 14529–14540.
- Ginting, S. (2021). Analisis Curah Hujan Penyebab Banjir Bandang Di Ujung Berung, Bandung. *Akselerasi: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(2), 9–17. <https://doi.org/10.37058/aks.v2i2.2760>
- Hambali, I. (2020). Sistem Informasi Jemput Donasi Berbasis Android (Studi Kasus : Aksi Cepat Tanggap Sumatera Selatan). *Tesis*, 31–42.
- Hodson, T. O. (2022). Root-mean-square error (RMSE) or mean absolute error (MAE): when to use them or not. *Geoscientific Model Development*, 15(14), 5481–5487. <https://doi.org/10.5194/gmd-15-5481-2022>
- Irnawati, I., Muzakkir Pangri, Nur Hidayat, Ibnu Subrata Ajid, Maipauw, N. J., & Ismail Sangadji. (2025). Pengenalan Instrumen Manual Dan Digital Untuk Mendukung Layanan Prakiraan Cuaca Di Taman Alat Bmkg Wilayah I Deo Sorong. *Abdimas: Papua Journal of Community Service*, 7(2), 105–117. <https://doi.org/10.33506/pjcs.v7i2.4633>
- Kurnia, E., Pandia, M., Sembiring, B. S. B., & Margaretta, D. (2024). Pemanfaatan Internet of Things Pada Smart Home Dengan Model Simulasi Prototype. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi (JIKOMSI)*, 7(1), 112–115. <https://doi.org/10.55338/jikomsi.v7i1.2728>
- Kurniawan, A., Mulia, I., Adelia Rifai, S. N., & Purwandika, S. (2020). Pembuatan Penakar Hujan Berbiaya Rendah Menggunakan Sensor Beban Berbasis Arduino Uno. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 19(02), 83–100. <https://doi.org/10.31358/techné.v19i02.228>
- Kuzmenkov, A. A., Kuvshinov, D. A., Buryachenko, S. Y., Kaychenov, A. V., Karachentseva, I. M., & Voronin, Z. A. (2021). Monitoring system for temperature and relative humidity of the experimental building. *Journal of Physics: Conference Series*, 2131(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2131/5/052070>

- Laksono, S. S., & Nurgiyatna, N. (2020). Sistem Pengukur Curah Hujan sebagai Deteksi Dini Kekeringan pada Pertanian Berbasis Internet of Things (IoT). In *Emitor: Jurnal Teknik Elektro* (Vol. 20, Issue 2, pp. 117–121). <https://doi.org/10.23917/emitor.v20i02.8493>
- Mayasari, S., Wahyuni, N., Arya Puspa Pradana, F., Mahmudi, K., & Indah Selviandri, dan. (2024). Analisis Mekanisme Kerja Citra Radar dalam Mengukur Curah Hujan Terhadap Produktivitas Pertanian pada Tanaman (Analysis of the Working Mechanism of Radar Images in Measuring Rainfall on Agricultural Productivity in Crops). *Jurnal Agritechno*, 17(02), 114–119. <http://agritech.unhas.ac.id/ojs/index.php/at>
- Nuryadi, H. (2014). Prototipe Sistem Informasi Sumber Daya Investasi : Studi Kasus Balai Sumber Daya Investasi Pusat Pembinaan Sumber Daya Investasi Badan Pembinaan Konstruksi Kementerian Pekerjaan Umum. *Jurnal Sistem Informasi Universitas Suryadarma*, 4(1), 1–15. <https://doi.org/10.35968/jsi.v4i1.70>
- Pramudita, R., & Setyawan, K. (2022). Sistem Smart Class Berbasis Internet Of Things Dengan Menggunakan Metode Prototipe. *SMARTICS Journal*, 8(1), 28–34.
- Prasetyawan, P., Samsugi, S., & Prabowo, R. (2021). Internet of Thing Menggunakan Firebase dan Nodemcu untuk Helm Pintar. *Jurnal ELTIKOM*, 5(1), 32–39. <https://doi.org/10.31961/eltikom.v5i1.239>
- Pratama, D. A., & Melfazen, O. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Dan Pengukur Curah Hujan Otomatis Berbasis IoT Blynk (Design of a Weather Monitoring System and Automatic Rainfall Meter Based on Blynk IoT). *Science Electro*, 13(1).
- Prayogo, B., Nama, G. F., & Muhammad, M. A. (2021). Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Mini Stasiun Cuaca pada BMKG Provinsi Lampung. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 9(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v9i1.2265>
- Sandi, Y. A., & Sulistiani, H. (2025). Implementasi Internet of Things untuk Memonitoring Pengisian dan Penggunaan Air secara Otomatis. *Smatika Jurnal*, 15(01), 60–69. <https://doi.org/10.32664/smatika.v15i01.1477>
- Sofian, S. R. A., Sudarti, & Rifati Dina Handayani. (2022). Analisis Korelasi Curah Hujan dan Produktivitas Tanaman Hasil Pertanian Kabupaten Jember. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(2), 287–293. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.612>
- Utama, Y. A. K., Cahyono, M. S. D., & Wibowo, L. S. B. (2022). Analisa Ketidakpastian Pengukuran Sensor Curah Hujan Tipe Tipping Bucket berbasis Internet of Things. *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 10(1), 63–68. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v10i1.7410>
- Yudhana, A., Akbar, S. A., Mufandi, I., & Larombia, B. (2022). Monitoring and Automation of Temperature Control Based on Mobile Application Technology (MAT) for Precision Oyster Mushroom Cultivation. *Instrumentation Measure Metrologie*, 21(5), 189–197. <https://doi.org/10.18280/i2m.210504>