

Analisis Cuaca Sawah Bekas Tambang Timah di Kabupaten Bangka Berbasis Internet of Things (IoT)

Tri Hendrawan Budianto^{1*}, Agung Wardana¹, Rudy Kurniawan¹, Syafrudin Syafrudin², Agus Hartoko³

¹Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Science, Universitas Bangka Belitung, Bangka 33172, Indonesia

²Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Diponegoro, Semarang 50275, Indonesia.

³Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Marine Science, Universitas Diponegoro, 50275, Indonesia.

ARTICLE INFO

Keywords:

Rice fields, Weather, Internet of Things, Arduino, Telegram Bot

Received: June 9, 2025

Revised: July 20, 2025

Accepted: July 27, 2025

*Corresponding author:

E-mail: try0354@gmail.com (Tri Hendrawan Budianto)

DOI: [10.37253/telcomatics.v10i1.11433](https://doi.org/10.37253/telcomatics.v10i1.11433)

ABSTRACT

Unpredictable weather changes in rice field areas have a direct impact on community activities, particularly in the agricultural sector. Weather data from the BMKG (Indonesian Meteorological, Climatological, and Geophysical Agency) is general in nature and not specific to small areas, and there are limitations in real-time monitoring and historical data, which pose their own challenges. This study designed a weather monitoring device based on DHT11 sensors, rain sensors, BMP180, UV, and LDR, which can record data in real-time to an SD card and send information via Telegram bot. This tool successfully identifies weather conditions such as cloudy, mostly cloudy, sunny, and rainy, as well as supporting parameters such as temperature, humidity, air pressure, UV index, and CO₂. The first measurement results showed a 79% dominance of cloudy weather, while the second measurement showed 65% cloudy weather. These findings prove the effectiveness of the device in providing accurate and sustainable local weather data to support decision-making in the agricultural sector.

I. PENDAHULUAN

Cuaca di Kabupaten Bangka mengalami perubahan yang berdampak pada perkembangan ekonomi dan sosial di kawasan tersebut. perubahan cuaca mempengaruhi kegiatan ekonomi masyarakat secara langsung, terutama pada sektor pertanian dan pariwisata, yang sangat bergantung pada kondisi iklim [1]. Fenomena ini memerlukan analisis mendalam mengenai adaptasi strategis dan perencanaan jangka panjang untuk memitigasi risiko ekonomi serta mengoptimalkan potensi pembangunan yang berkelanjutan di tengah dinamika perubahan iklim yang terjadi [2]. perubahan iklim ini bukan hanya berdampak pada aspek lingkungan, tetapi juga secara signifikan memengaruhi stabilitas ekonomi dan kesejahteraan sosial di wilayah tersebut, terutama memperhatikan ketergantungan pada sumber daya alam dan sektor ekonomi tradisional yang rentan terhadap fluktuasi iklim [3]. Kerentanan ini sangat menonjol di daerah yang sangat bergantung pada sumber daya alam, di mana dampak perubahan iklim dapat secara langsung merusak stabilitas ekonomi dan kesejahteraan sosial [4]. Informasi cuaca di lahan sawah bekas tambang timah yang mengalami peningkatan salinitas dan defisit air akibat perubahan pola curah hujan, memperparah tantangan yang dihadapi oleh sektor pertanian lokal [5]. Perubahan iklim tersebut secara langsung mempengaruhi kehidupan sehari-hari, mulai dari kegiatan ekonomi berbasis laut hingga peningkatan risiko bencana [6]. Tanah bekas tambang timah yang sebelumnya

gersang dapat menghadapi tantangan baru dalam keberlanjutan pertanian akibat perubahan iklim, terutama dengan adanya peningkatan suhu global dan ketidakpastian pola curah hujan [7].

Cuaca yang cenderung berubah secara ekstrem dapat dikaitkan dengan tingginya risiko iklim, menunjukkan dampak perubahan iklim di sektor pertanian [8]. Data cuaca historis menunjukkan adanya peningkatan frekuensi dan intensitas peristiwa cuaca ekstrem, seperti kekeringan berkepanjangan dan banjir bandang, yang secara langsung mengancam keberlanjutan pasokan air dan produktivitas lahan pertanian [9]. Lahan pertanian di Bangka menghadapi ancaman serius dari naiknya permukaan laut dan intrusi air asin yang diperparah oleh perubahan iklim, mengancam mata pencarian petani lokal dan keamanan pangan regional [10]. Tanah tambang berpasir akan semakin rentan terhadap erosi dan penurunan kualitas tanah akibat perubahan pola curah hujan dan peningkatan suhu, yang pada gilirannya akan memengaruhi produktivitas pertanian [10] [11].

Keadaan cuaca lahan pertanian membutuhkan strategi adaptasi yang komprehensif, termasuk pengembangan varietas tanaman yang lebih tahan terhadap salinitas dan kekeringan, serta implementasi sistem irigasi hemat air [7]. Diperlukan analisis cuaca historis dan proyeksi iklim untuk menginformasikan kebijakan pertanian yang berkelanjutan dan memitigasi dampak perubahan iklim terhadap ketahanan pangan [12] [13]. Cuaca dapat dilihat dari jarak jauh melalui

pemanfaatan teknologi satelit dan sensor jarak jauh yang memungkinkan pemantauan pola cuaca, kelembapan tanah, dan kesehatan tanaman secara *real-time*. Selain itu, model iklim canggih sangat penting untuk meramalkan perubahan di masa depan, memungkinkan perencanaan proaktif dan pengembangan praktik pertanian yang tangguh untuk menjaga ketahanan pangan [11].

Model-model canggih ini, dikombinasikan dengan teknologi penginderaan jauh, memberikan wawasan mendalam tentang variabilitas iklim dan dampaknya terhadap pertanian, serta memberikan dukungan krusial untuk pemetaan dan pemantauan hasil panen regional [14]. Alat yang diterapkan di area sawah guna menganalisis dampak perubahan iklim terhadap hasil panen, kualitas, dan variabel pertanian lainnya [15]. Penerapan teknologi pertanian presisi dan model prediksi iklim dapat membantu petani mengelola risiko terkait cuaca ekstrem, seperti kekeringan dan banjir, serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya air dan pupuk [16]. Pemantauan cuaca *real-time*, dikombinasikan dengan data historis dan proyeksi iklim, sangat penting untuk meningkatkan ketahanan pangan dan membantu petani membuat keputusan yang tepat dalam menghadapi kondisi cuaca yang tidak menentu [17] [18].

Pemantauan cuaca berbasis arduino mampu memberikan data yang akurat mengenai suhu, kelembapan, dan curah hujan, memungkinkan petani untuk mengambil tindakan adaptif secara cepat dan efektif [19]. alat ini menggunakan modul ESP8266 sebagai mikrokontroler utama untuk transmisi data nirkabel ke platform pemantauan, memungkinkan akses informasi cuaca secara remote dan instan [20]. Pengintegrasian teknologi ini dengan model prediksi iklim dan kecerdasan buatan dapat lebih lanjut mendukung perencanaan pertanian yang adaptif dan berketahanan [21]. Pemanfaatan model machine learning untuk memprediksi data meteorologi dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai pola cuaca dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih presisi dalam pengelolaan pertanian. Integrasi dengan telegram bot memungkinkan petani menerima peringatan dan rekomendasi cuaca secara langsung melalui perangkat seluler. Data dikirim ke perangkat seluler seperti cerah, berawan, hujan, kelembapan udara, intensitas cahaya, tekanan udara.

Penelitian ini mengembangkan alat berbasis Arduino dan ESP 8266 yang mampu merekam dan mengirim data cuaca secara *real-time*, termasuk suhu, kelembapan, intensitas UV. Mengatasi keterbatasan data dari BMKG yang bersifat umum dengan menghadirkan sistem monitoring spesifik untuk lahan sawah bekas tambang timah di Kabupaten Bangka. Memberikan informasi lingkungan yang relevan untuk membantu petani dalam penjadwalan irigasi, pemupukan dan mitigasi resiko cuaca ekstrim. Melakukan pengujian terhadap akurasi sensor, stabilitas suplai daya, dan keandalan transmisi data melalui Telegram dan Google Spreadsheet.

Penelitian ini memperkenalkan sistem cuaca pintar berbasis Arduino yang terintegrasi dengan bot Telegram, dan petani menerima notifikasi langsung di perangkat seluler. Sistem menggunakan panel surya dan baterai Li-ion, serta pemantauan berkelanjutan tanpa bergantung pada listrik konvensional. Memberikan data spesifik untuk lahan bekas tambang timah yang memiliki karakteristik unik seperti

salinitas tinggi dan defisit air. Sistem ini menggabungkan sensor lingkungan, mikrokontroler, dan platform cloud untuk menciptakan ekosistem pemantauan yang efisien dan skalabel.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Cuaca

Cuaca merujuk pada kondisi atmosfer lokal dan sesaat, yang mencakup parameter seperti suhu, kelembapan, tekanan, dan presipitasi [22]. cuaca diperlukan untuk petani di bangka dalam mengelola pertanian terutama air di sawah bekas tambang timah [23]. Keadaan udara yang berubah-ubah ini dapat diprediksi dengan lebih akurat melalui penggabungan teknologi IoT dan pembelajaran mesin, yang memungkinkan akuisisi data *real-time* untuk pemodelan prediktif berpresisi tinggi [22]. Sistem-sistem ini memanfaatkan sensor untuk mengumpulkan data lingkungan, yang kemudian diproses oleh algoritma untuk memprediksi pola cuaca dan memberikan informasi yang lebih akurat untuk strategi pertanian [24] [25].

B. Stasiun Cuaca

Stasiun cuaca, dalam konteks ini, adalah sistem terintegrasi yang dirancang untuk mengumpulkan berbagai data meteorologi, seperti suhu, kelembapan, dan parameter angin, yang sangat penting untuk penelitian ilmiah, perencanaan pertanian, dan kesiapsiagaan bencana [26]. Integrasi perangkat IoT, seperti NodeMCU ESP32 dan berbagai sensor, memungkinkan pemantauan dan transmisi parameter meteorologi secara *real-time* ke platform seperti Blynk, memudahkan akses dan kontrol jarak jauh untuk pengambilan keputusan yang lebih baik [27] [28]. Integrasi ini memungkinkan pembuatan stasiun cuaca pintar yang mampu menyediakan data iklim dinamis dan *real-time* untuk area tertentu, yang sangat penting untuk aplikasi seperti pertanian presisi dan mitigasi bencana [29].

C. Mikrokontroler Arduino

Platform Arduino, yang dikenal dengan perangkat keras dan perangkat lunak sumber terbuka, menyediakan dasar yang fleksibel dan mudah diakses untuk mengembangkan sistem pemantauan cuaca, integrasi dengan berbagai sensor dan modul komunikasi. Kemampuannya yang serbaguna memungkinkan pembuatan solusi pemantauan yang canggih namun hemat biaya, yang mampu mengirimkan data *real-time* ke server web atau aplikasi seluler untuk analisis komprehensif dan pengambilan keputusan yang terinformasi [30] [26]. Kemampuan ini sangat bermanfaat untuk pemantauan lingkungan jarak jauh, di mana pengumpulan data secara terus-menerus sangat penting, memfasilitasi analisis prediktif untuk optimasi pertanian dan sistem peringatan dini untuk peristiwa cuaca ekstrem [31] [28].

D. Aplikasi Bot Telegram

Aplikasi bot Telegram memungkinkan pengguna untuk menerima pembaruan otomatis, pemberitahuan, dan berinteraksi dengan berbagai layanan, menyediakan alat serbaguna untuk menyebarkan informasi cuaca dan peringatan

cuaca secara *real-time* langsung ke perangkat seluler petani. Fungsionalitas ini merampingkan komunikasi data meteorologi penting, memungkinkan intervensi pertanian dan pengelolaan sumber daya yang tepat waktu [32] [27]. Antarmuka bot Telegram yang dapat diprogram memungkinkan presentasi data yang disesuaikan dan kueri interaktif, meningkatkan keterlibatan pengguna dan utilitas data bagi pemangku kepentingan pertanian. Bot ini dapat dikonfigurasi untuk memberikan prakiraan yang dipersonalisasi, peringatan penting tentang perubahan cuaca yang tiba-tiba, dan bahkan memberikan rekomendasi berdasarkan data sensor lokal, sehingga memberdayakan petani dengan wawasan yang dapat ditindaklanjuti untuk pengambilan keputusan proaktif. Integrasi data *real-time* dari sensor IoT dengan bot Telegram ini menciptakan sistem yang kuat untuk pertanian presisi, memungkinkan penyesuaian dinamis dalam irigasi, pengendalian hama, dan jadwal pemanenan. Selain itu, integrasi tanpa batas dari stasiun cuaca berkemampuan IoT ini dengan platform berbasis cloud dan algoritme pembelajaran mesin memungkinkan pemodelan prediktif hasil panen dan strategi pengoptimalan sumber daya. Sistem terintegrasi semacam itu secara signifikan meningkatkan ketahanan pertanian dengan mengubah data lingkungan mentah menjadi kecerdasan yang dapat ditindaklanjuti, sehingga memfasilitasi praktik pertanian berkelanjutan dan mengurangi dampak variabilitas iklim [33].

E. Solar Panel

Penggabungan panel surya menyediakan sumber daya yang berkelanjutan untuk stasiun cuaca ini, memastikan operasi berkelanjutan di lingkungan pertanian terpencil tanpa bergantung pada listrik jaringan konvensional. Ini sangat penting untuk mempertahankan pengumpulan dan transmisi data tanpa gangguan dari sensor IoT yang digunakan di lahan pertanian yang luas, sehingga memungkinkan pemantauan parameter lingkungan kritis yang konsisten [34]. Catu daya mandiri ini tidak hanya mengurangi biaya operasional tetapi juga memperluas jangkauan geografis sistem pemantauan ini ke daerah yang kekurangan infrastruktur, mempromosikan adopsi teknik pertanian presisi yang lebih luas [29]. Mengintegrasikan tenaga surya dengan solusi penyimpanan baterai meningkatkan keandalan sistem, memastikan kontinuitas data bahkan selama periode radiasi matahari rendah atau operasi nokturnal [35]. Pemanfaatan sistem terintegrasi tersebut, yang menggabungkan sensor IoT, pembelajaran mesin, dan daya berkelanjutan, memungkinkan pemantauan kondisi tanaman dan faktor lingkungan secara *real-time*, sehingga memungkinkan jadwal irigasi berbasis data dan mengoptimalkan penggunaan air [36].

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

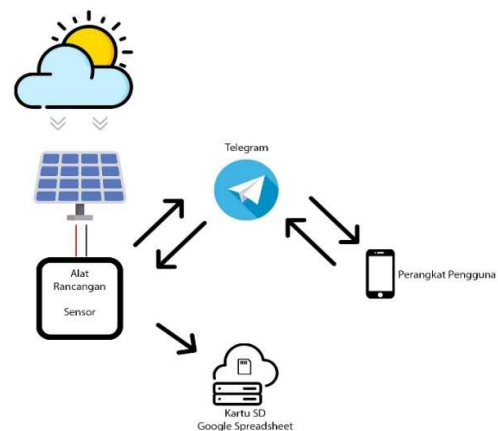
Desain sistem menggabungkan arsitektur modular, memungkinkan penerapan yang dapat diskalakan dan integrasi fleksibel dari beragam modalitas penginderaan untuk pemantauan lingkungan yang komprehensif [37]. Integrasi kecerdasan buatan dan Internet of Things dalam kerangka modular ini memungkinkan pengumpulan data meteorologi *real-time* resolusi tinggi, penting untuk mendukung

pengambilan keputusan pertanian dan meningkatkan produktivitas pertanian [38]. Sistem pemantauan cuaca ini mengintegrasikan NodeMCU ESP32, sebagai mikrokontroler utama, dengan berbagai sensor untuk akuisisi data seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya, yang kemudian dikirimkan ke cloud untuk analisis lebih lanjut [39]. Pemrosesan data terpusat ini memungkinkan penerapan algoritme canggih, termasuk kemampuan beradaptasi kontekstual berbasis arduino, untuk menyesuaikan parameter secara dinamis seperti jadwal irigasi, bergerak melampaui ambang batas yang kaku dan telah ditetapkan sebelumnya [40].

B. Perancangan Rangkaian

Rangkaian sistem digambarkan dengan detail pada Gambar 1, menampilkan interkoneksi antara mikrokontroler NodeMCU ESP32, sensor-sensor lingkungan, modul komunikasi, dan sistem manajemen daya berbasis panel surya seperti pada Gambar 2. Diagram sirkuit terperinci ini menggambarkan tata letak fisik dan koneksi listrik, memastikan akuisisi data yang andal dan pemanfaatan daya yang efisien.

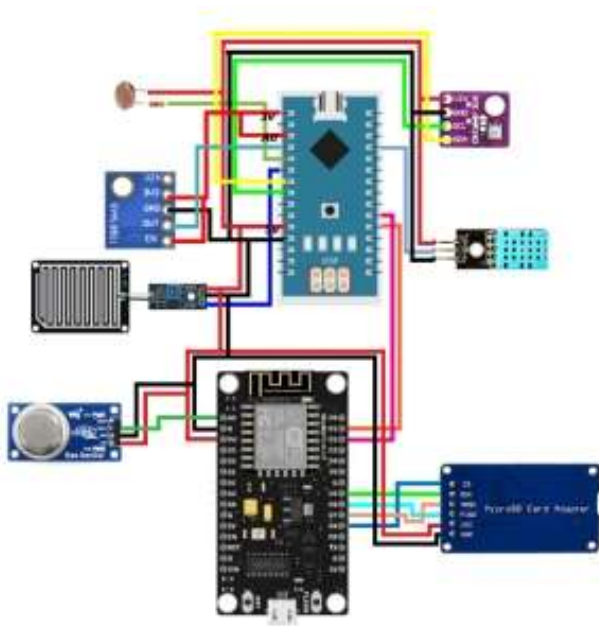
Sistem bertenaga surya, memanfaatkan mikrokontroler ESP-32, memastikan pengumpulan dan transmisi data berkelanjutan ke *platform cloud*, bahkan di lingkungan pertanian terpencil, memungkinkan pemantauan dan analisis *real-time* yang kuat. Desain komprehensif ini memfasilitasi integrasi berbagai jenis sensor, termasuk untuk kelembapan tanah dan deteksi hama, semakin memperkaya kumpulan data untuk wawasan pertanian tingkat lanjut.



Gambar 1. Diagram Sistem Pemantau Cuaca



Gambar 2. Koneksi Solar Panel



Gambar 3. Rangkaian Pemanatau Cuaca

Sistem ini penting dalam mendapatkan pertanian presisi, di mana data lingkungan yang tepat waktu dan akurat secara langsung menginformasikan alokasi sumber daya yang dioptimalkan dan hasil panen yang ditingkatkan. NodeMCU ESP32, sebagai komponen inti, memfasilitasi integrasi tanpa batas dari beragam sensor dan modul komunikasi ini. Gambar 2 menunjukkan diagram rangkaian pemantau cuaca menggunakan NodeMCU.

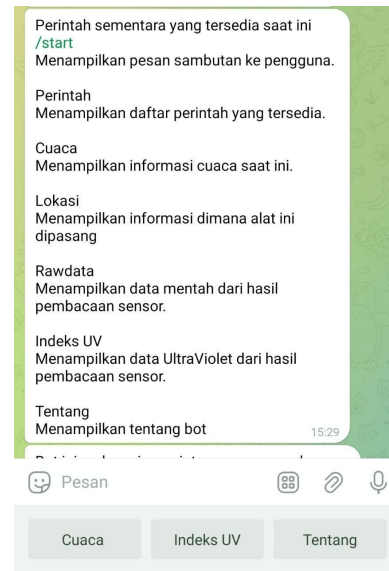
C. Perancangan Pemantau Cuaca

Solar panel digabungkan dengan modul NodeMCU ESP32, dan sensor lingkungan seperti sensor hujan dan kelembapan tanah, memastikan catu daya mandiri untuk pemantauan data berkelanjutan di lokasi terpencil. Desain mandiri ini sangat penting untuk aplikasi pertanian di mana data *real-time* yang konsisten tentang faktor lingkungan, termasuk suhu, kelembapan, dan ultraviolet, secara langsung menginformasikan strategi pertanian presisi. Ketergantungan sistem pada mikrokontroler ESP32, yang dikenal dengan konsumsi dayanya yang rendah dan kemampuan Wi-Fi terintegrasi, semakin meningkatkan kesesuaiannya untuk penerapan jarak jauh jangka panjang.

Konektivitas dual-mode ESP32 dan fitur efisiensi energi menawarkan fleksibilitas tambahan untuk beragam aplikasi di luar sekadar komunikasi Wi-Fi. Integrasi mikrokontroler ESP32 dengan berbagai sensor, seperti google spreadsheet, kartu SD, sangat penting untuk mengembangkan sistem pintar.

D. Perancangan Antarmuka Aplikasi Bot Telegram

Data cuaca dari sensor akan dikirimkan secara otomatis dan divisualisasikan melalui antarmuka bot Telegram, memungkinkan petani menerima notifikasi *real-time* dan laporan kondisi lingkungan secara langsung di perangkat seluler / *handphone*.



Gambar 4. Antarmuka di Bot Telegram

Aksesibilitas data *real-time* melalui platform perpesanan yang sudah dikenal ini secara signifikan meningkatkan responsivitas praktik pertanian, memungkinkan penyesuaian segera terhadap irigasi, pemupukan, atau strategi pengendalian hama berdasarkan kondisi lingkungan saat ini.

E. Metode Pengujian

Fungsionalitas dan kinerja sistem dievaluasi secara ketat melalui serangkaian eksperimen terkontrol untuk memastikan keakuratan dan keandalan pembacaan sensor, transmisi data, dan kemanjuran antarmuka bot Telegram. Pengujian mencakup validasi silang data sensor dengan instrumen kalibrasi standar dan analisis latensi pengiriman pesan Telegram, memastikan integritas dan ketepatan informasi yang disajikan kepada pengguna.

Tabel 1. Sensor Hujan

Pengukuran	Definisi
> 1023	Tidak Terdeteksi Hujan
< 1023	Terdeteksi Hujan

Tabel 2. Sensor Ultraviolet

Nilai Indeks Ultraviolet	Definisi
< 0.25	Berawan
0.25 – 0.99	Sebagian Besar Berawan
> 0.99	Cerah

Tabel 3. Penentu Cuaca

		Sensor Ultraviolet		
		< 0.25	0.25 – 0.99	> 0.99
Sensor Hujan	1023	Berawan	Sebagian Besar Berawan	Cerah
	< 1023	Hujan	Hujan	Hujan – Panas

Validasi lebih lanjut melibatkan penilaian ketahanan sistem terhadap berbagai kondisi lingkungan dan evaluasi stabilitas jangka panjang sistem manajemen dayanya dalam siklus operasional pertanian yang umum. Protokol pengujian komprehensif ini memastikan bahwa sistem pertanian pintar berbasis IoT yang diusulkan menyediakan data akurat dan *real-time* untuk pengambilan keputusan yang terinformasi, sehingga meningkatkan pengelolaan tanaman dan optimalisasi sumber daya. Aplikasi praktis dari sistem berbasis IoT ini melampaui sekadar pemantauan, hingga pengendalian aktif sistem irigasi berdasarkan kelembapan tanah dan parameter lingkungan secara *real-time*, mengoptimalkan penyaluran air ke tanaman dan mengurangi limbah. Sistem irigasi canggih ini, yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan sensor kelembapan, ultraviolet, memungkinkan pemantauan lingkungan sawah pertanian untuk tanaman seperti padi, mengatasi tantangan yang dihadapi petani dalam cuaca, dan mengoptimalkan penggunaan informasi berdasarkan kondisi cuaca lingkungan secara *real-time*.

Pada Tabel 1 menjelaskan bahwa, sensor hujan bekerja dengan mengukur resistansi atau konduktivitas permukaan. Ketika permukaan sensor kering, resistansi tinggi akan menghasilkan nilai ADC (Analog to Digital) mempunyai nilai maksimum, yaitu mendekati 1023. Ketika air hujan mengenai permukaan sensor, resistansi menurun menyebabkan nilai ADC turun di bawah 1023, menandakan adanya hujan.

Sensor UV digunakan untuk mendeteksi intensitas radiasi matahari. Nilai ini dikombinasi dengan sensor hujan untuk menentukan kondisi cuaca secara otomatis, seperti hujan ke cerah, hujan ke mendung. Informasi ini untuk menentukan waktu aman beraktifitas di luar ruangan, serta mengatur irigasi, dan perlindungan tanaman padi. Pembagian nilai index UV ditunjukkan pada Tabel 2. Kombinasi kedua sensor ultraviolet dan sensor hujan pada sistem yaitu untuk membedakan antara hujan ringan, hujan saat cerah, dan hujan saat mendung, penentuannya ditunjukkan pada Tabel 3.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perangkat keras

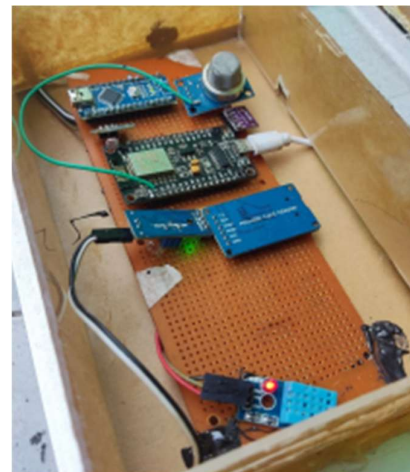
Sistem yang diimplementasikan menunjukkan kinerja yang tangguh dalam akuisisi dan transmisi data, memberikan petani gambaran menyeluruh tentang kondisi lingkungan yang krusial bagi pengelolaan pertanian. Sistem cuaca mencakup pemantauan kelembapan, suhu, dan sinar ultraviolet secara *real-time*, yang krusial untuk mengoptimalkan jadwal irigasi dan mencegah stres tanaman. Tahap pengujian ini sangat krusial untuk mengidentifikasi potensi kesalahan atau ketidaksesuaian sistem, sehingga dapat dilakukan perbaikan sebelum digunakan secara luas.

Alat dipasang pada ketinggian $\pm 2,5$ meter untuk menghindari gangguan sinar matahari langsung dan memaksimalkan efisiensi panel surya. Sistem ini menggunakan surya panel berdaya 10Watt sebagai sumber energi utama, dengan baterai sebagai penyimpan daya. Alat terhubung ke jaringan WiFi untuk mengirim data ke server Telegram (interaksi pengguna) dan Google Spreadsheet (penyimpanan data setiap 15 menit). Selain itu, kartu SD digunakan untuk pencatatan data cuaca secara lebih detail dan

lokal. Hasil perancangan perangkat elektronik ditunjukkan pada Gambar 5.

Sensor-sensor dan mikrokontroler dirakit pada PCB lubang menggunakan kabel jumper. Arduino Nano berfungsi sebagai pusat pemrosesan data dari berbagai sensor, yaitu sensor hujan, UV, suhu, kelembapan, dan tekanan udara. Modul ESP8266 bertugas melakukan data logging otomatis setiap 15 menit, dengan penyimpanan ganda: Google Spreadsheet melalui URL dan kartu SD lokal.

Sistem suplai daya menggunakan panel surya polycrystalline 10W dengan spesifikasi tegangan terbuka 21.5V, tegangan saat Pmax 17.8V, dan arus Pmax 0.57A. Daya disimpan dalam delapan baterai Li-ion tipe 18650 berkapasitas 2000–2200mAh yang disusun seri untuk menghasilkan tegangan 12.6V, lihat Gambar 6. Sistem ini dikendalikan oleh Solar Charge Controller (SSC) 20A dengan konfigurasi pengisian maksimal 12.6V, pemutusan pada 9.8V, dan pengisian ulang pada 10.1V. Mode baterai B1 dipilih agar kontroler mengenali jenis baterai yang digunakan.



Gambar 5. Bagian Sensor dan Mikrokontroler



Gambar 6. Bagian Suplai Daya

Cuaca saat ini Berawan dengan suhu 26.00`c dan kelembaban: 15.00%,

Indeks UV : 0.03 | Menengah

Tekakan udara: 100567.28 Pa.

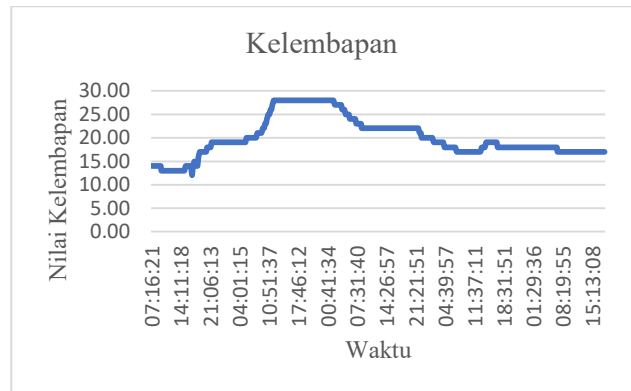
Level CO2 saat ini: 163 PPM.

= = | Rendah

Cuaca yang bagus untuk beraktifitas.



Gambar 7. Tampilan Data di Bot Telegram



Gambar 8. Data Monitoring Kelembapan

B. Data Pengujian

Perubahan kelembapan yang ditunjukkan pada Gambar 8 terjadi dari pukul 07:16:21 WIB sampai 15:59:14 WIB. Kelembapan terjadi pada pukul 15:12:46 WIB, kemudian meningkat tajam hingga mencapai puncak pada pukul 11:52:48 WIB kelembapan sebesar 28, sampai bertahan pukul 1:58:15 WIB dan stabil sampai pukul 18:03:17 WIB.

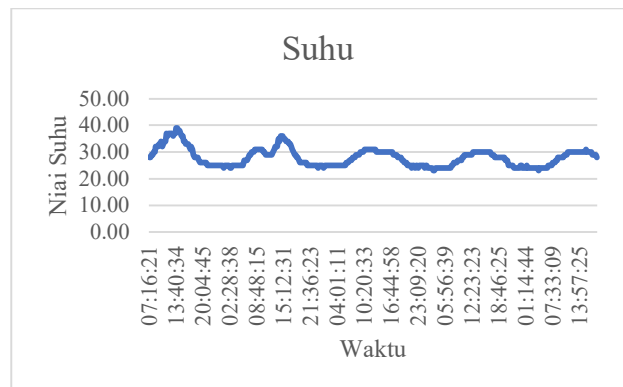
Fase perubahan:

- Peningkatan Cepat (07:16 sampai 09:00 WIB) terjadi fase lonjakan kelembapan yang signifikan, fase ini dapat terjadi disebabkan oleh perubahan cuaca seperti hujan dan peningkatan kelembapan udara pagi.
- Puncak Kelembapan (pukul 09:00 sampai 10:00 WIB), merupakan titik tertinggi menunjukkan kondisi udara yang sangat lembap.
- Penurunan Bertahap (setelah pukul 10:00 WIB), kelembapan mulai menurun karena peningkatan suhu dan penguapan.
- Stabilisasi (setelah pukul 13:00 WIB), nilai kelembapan cenderung konstan yang menandakan kondisi lingkungan mulai stabil.

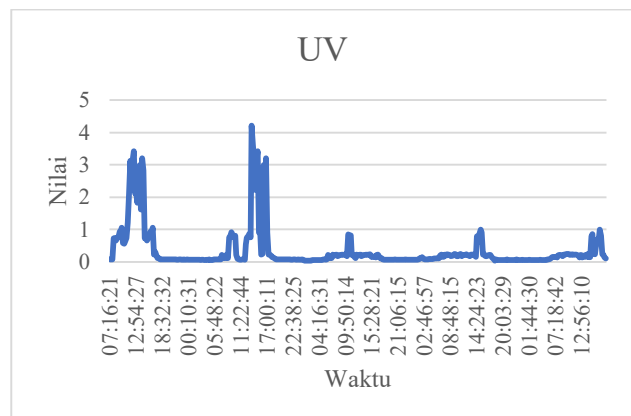
Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa suhu mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak stabil, dengan beberapa nilai puncak dan lembah yang cukup tajam. Suhu mengalami fluktuasi dari pukul 07:16:21 samapi pukul 15:59:14 WIB.

Fase Perubahan:

- Pagi Hari (07:16 sampai 09:00 WIB), suhu mulai naik secara bertahap karena sinar matahari mulai menghangatkan udara.
- Menjelang Siang (09:00 sampai 12:00 WIB), terjadi lonjakan suhu yang signifikan karena mencapai nilai mendekati puncak tertinggi.
- Siang menuju Sore (12:00 sampai 15:59 WIB), suhu menunjukkan fluktuasi naik menuju turun dan dipengaruhi oleh faktor seperti awan, angin, hujan lokal sampai menjelang sore suhu cenderung menurun sedikit.
- Tidak ada pola yang linier Dimana suhu berubah secara dinamis, menunjukkan bahwa kondisi atmosfer cukup aktif selama periode selanjutnya.



Gambar 9. Data Monitoring Suhu



Gambar 10. Data Monitoring Ultraviolet (UV)

Intensitas sinar ultraviolet (UV) dari pukul 07:16:21 WIB sampai 18:03:17 WIB dengan nilai berfluktuasi sepanjang hari, dengan beberapa puncak signifikan di sekitar pukul 11:57:30 WIB dan 12:55:44 mencapai nilai di atas 3.5. Adapun fase perubahan meliputi antar lain:

- Pagi Hari (07:16 sampai 09:00 WIB), dengan nilai UV masih rendah karena matahari belum cukup tinggi di langit.

- b. Menjelang Sore (09:00 sampai 13:00 WIB), terjadi peningkatan tajam dalam intensitas UV, mencapai puncak sekitar tengah hari (posisi matahari paling tinggi). Nilai puncak pada tengah hari merupakan waktu paling berisiko untuk paparan sinar UV.
- c. Setelah Puncak (13:00 sampai 18:00 WIB), dengan nilai UV mulai menurun secara bertahap dengan fluktuasi kecil. Penurunan ini disebabkan oleh perubahan posisi matahari, awan, dan faktor atmosfer.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian alat dan analisis data dari sistem monitoring cuaca berbasis Internet of Things (IoT), dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil melakukan akuisisi dan transmisi data lingkungan secara real time, mencakup suhu, kelembapan, intensitas UV. Data dikirim secara otomatis setiap 15 menit ke google Spreadsheet dan Telegram, serta dicatat secara lokal melalui kartu SD.

Kelembapan menunjukkan pola peningkatan tajam di pagi hari, mencapai puncak sekitar pukul 11:52 WIB, kemudian turun dan stabil menjelang sore. Suhu mengalami fluktuasi signifikan dengan lonjakan menjelang siang dan penurunan bertahap di sore hari. Dan intensitas UV mencapai puncak sekitar tengah hari, menunjukkan waktu paling berisiko terhadap paparan sinar matahari.

Potensi implementasi lapangan cukup relevan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan pertanian, terutama dalam penjadwalan irigasi, pemantauan kesehatan tanaman dan mitigasi resiko cuaca ekstrem.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Dong *et al.*, "Regional disparities in warm season rainfall changes over arid eastern-central Asia," *Scientific Reports*, vol. 8, no. 1, Aug. 2018, doi: 10.1038/s41598-018-31246-3.
- [2] M. Fadhlil and Y. Annisa, "PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM PEMETAAN SOSIAL EKONOMI," Jun. 2024.
- [3] G. H. Martono, A. Azhari, and K. Mustofa, "An extended approach of weight collective influence graph for detection influence actor," *International Journal of Advances in Intelligent Informatics*, vol. 8, no. 1, p. 1, Mar. 2022, doi: 10.26555/ijain.v8i1.800.
- [4] P. D. Farah, "Energy Security, Water Resources and Economic Development in Central Asia," *SSRN Electronic Journal*, Nov. 2015, Accessed: Aug. 2025. [Online]. Available: https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm/SSRN_ID2701215_co-de629289.pdf?abstractid=2701215&type=2
- [5] F. Salsabillah, C. Setiawan, F. R. A' Rachman, and R. L. Oktarina, "Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Banjir Rob di Wilayah Jakarta Utara," *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, Jan. 2024, doi: 10.23960/jgrs.ft.unila.246.
- [6] "Persepsi Masyarakat Terhadap Dampak Perubahan Lingkungan Laut di Kota Ternate: Studi Kasus pada Komunitas Pesisir dengan Menggunakan Kuesioner," Aug. 01, 2025.
- [7] F. Hariyanto, "PERBANDINGAN PENGARUH COVID-19, INFLASI, PENGANGGURAN, URBANISASI, DAN PERUBAHAN IKLIM TERHADAP KETAHANAN PANGAN DI AFRIKA, ASIA, AUSTRALIA, AMERIKA, DAN EROPA."
- [8] V. R. F. AP and M. N. Amin, "ESG DISCLOSURE, GREEN INNOVATION, CLIMATE RISK TERHADAP KINERJA PERUSAHAAN, KOMITE AUDIT SEBAGAI PEMODERASI," *Jurnal Aplikasi Akuntansi*, vol. 9, no. 1, p. 77, Jul. 2024, doi: 10.29303/jaa.v9i1.440.
- [9] J. Četković, M. Žarković, R. Vujadinović, M. Knežević, and A. Živković, "Economic vulnerability assessment in the water sector with a focus on electricity production in hydropower plants: Case of Montenegro," *E3S Web of Conferences*, vol. 452, p. 4001, Jan. 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202345204001.
- [10] M. H. ur Rahman *et al.*, "Impact of climate change on agricultural production; Issues, challenges, and opportunities in Asia," *Frontiers in Plant Science*, vol. 13, Frontiers Media, Oct. 10, 2022, doi: 10.3389/fpls.2022.925548.
- [11] T. Nguyen, O. Sahin, and M. Howes, "Climate Change Adaptation Influences and Barriers Impacting the Asian Agricultural Industry," *Sustainability*, vol. 13, no. 13, p. 7346, Jun. 2021, doi: 10.3390/su13137346.
- [12] J. Liang *et al.*, "Measuring rising heat and flood risk along the belt-and-road initiative," *Discover Environment*, vol. 2, no. 1, Oct. 2024, doi: 10.1007/s44274-024-00148-9.
- [13] N. Arabov, D. Nasimov, X. Abduramanov, G. Utemuratova, and I. Lutfullo, "Addressing the economic impacts of climate change in Uzbekistan: Challenges and strategies," *E3S Web of Conferences*, vol. 542, p. 4006, Jan. 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202454204006.
- [14] D. Taniushkina *et al.*, "Case study on climate change effects and food security in Southeast Asia," *Scientific Reports*, vol. 14, no. 1, Jul. 2024, doi: 10.1038/s41598-024-65140-y.
- [15] A. Rawat, D. Kumar, and B. S. Khatri, "A review on climate change impacts, models, and its consequences on different sectors: a systematic approach," *Journal of Water and Climate Change*, vol. 15, no. 1, IWA Publishing, p. 104, Oct. 31, 2023, doi: 10.2166/wcc.2023.536.
- [16] A. Ferguson *et al.*, "Can remote sensing enable a Biomass Climate Adaptation Index for agricultural systems?," *Frontiers in Climate*, vol. 4, Nov. 2022, doi: 10.3389/fclim.2022.938975.
- [17] K. E. Ukhurebor and P. A. Aidonojie, "The influence of climate change on food innovation technology: review on topical developments and legal framework," *Agriculture & Food Security*, vol. 10, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1186/s40066-021-00327-4.
- [18] L. Rahayu, S. E. Putri, Z. Rozaki, and T. Triyono, "Climate change adaptation in red rice farming of Segreng and Inpari 24 varieties in Gunungkidul District, Yogyakarta, Indonesia," *BIO Web of Conferences*, vol. 119, p. 5005, Jan. 2024, doi: 10.1051/bioconf/202411905005.
- [19] V. Gustiono, "SISTEM MONITORING SUHU DAN TINGKAT KEKERUHAN MINYAK JELANTAH PADA PROSES BIODIESEL MENGGUNAKAN ESP32 HOME ASSISTANT BERBASIS WEB," Aug. 21, 2024.
- [20] R. IRLAN and R. G. WAHYUDI, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pengontrolan Penggunaan Beban Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) di Kampus PSDKU Kolaka," 2023.
- [21] S. E. El-Mahroug *et al.*, "Predictive Modeling of Climate-Driven Crop Yield Variability Using DSSAT Towards Sustainable Agriculture," *AgriEngineering*, vol. 7, no. 5, p. 156, May 2025, doi: 10.3390/agriengineering7050156.
- [22] J. Šuljug, J. Spišić, K. Grgić, and D. Žagar, "A Comparative Study of Machine Learning Models for Predicting Meteorological Data in Agricultural Applications," *Electronics*, vol. 13, no. 16, p. 3284, Aug. 2024, doi: 10.3390/electronics13163284.
- [23] T. H. Budianto, S. Syafrudin, and A. Hartoko, "Analysis of Heavy Metal Content of Mn, Cu, Fe, Zn, Pb in Agricultural Irrigation Water and Soil After Tin Mining," *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, vol. 1419, no. 1, p. 12004, Dec. 2024, doi: 10.1088/1755-1315/1419/1/012004.
- [24] W. Henry, Y. Hari, and A. Prayitno, "Design and Build a Weather Prediction Station For Rice Drying SMIs," *JOINCS (Journal of Informatics Network and Computer Science)*, vol. 4, no. 2, Nov. 2021, doi: 10.21070/joincs.v4i2.1589.
- [25] G. B. R. Matahurila, F. P. Putra, L. F. Himmah, A. Maulana, S. Sn. Riyadi, and M. Y. R. Pandin, "Analisis Pengaruh Forecasting Demand Terhadap Efisiensi Manajemen Persediaan," *As-Syirkah Islamic Economic & Financial Journal*, vol. 3, no. 3, Jul. 2024, doi: 10.56672/syirkah.v3i3.283.
- [26] R. Pal, F. Shaikh, J. Shirodkar, and S. Gindi, "IOT Based Real Time Weather Monitoring System Using NODEMCU," *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, vol. 11, no. 4, p. 2965, Apr. 2023, doi: 10.22214/ijraset.2023.50313.
- [27] M. ADE KURNIAWAN and N. I. MAHARANI, "Pengembangan Kontrol Jarak Jauh Beban Kelistrikan Berbasis IoT," Jul. 2024.

- [28] G. Kumar, A. Kumar, and J. A. Khan, "IoT Based Weather Monitoring System Using Nodemcu and Blynk," *SSRN Electronic Journal*, Jan. 2024, doi: 10.2139/ssrn.4486940.
- [29] N. R. A. AL-Nabi, L. A. K. Mayyahi, A. S. Majeed, A. R. Abdulnabi, and L. A. Abdul-Rahaim, "Design and Implementation of a Low-cost IoT Smart Weather Station Framework," *Journal of Internet Services and Information Security*, vol. 14, no. 3, p. 133, May 2024, doi: 10.58346/jisis.2024.i2.009.
- [30] D. Djuni and I. G. A. P. R. Agung, "Design and Implementation of Arduino-Based Weather Monitoring System in Rural," *Journal of Electrical Electronics and Informatics*, vol. 3, no. 2, p. 58, Jan. 2020, doi: 10.24843/jeei.2019.v03.i02.p06.
- [31] K. S. S. Liyakat and K. K. S. Liyakat, "IoT Based Arduino-Powered Weather Monitoring System," p. 25, Jan. 2023, doi: 10.46610/jtc.2023.v08i03.005.
- [32] K. Febriyana and A. Saepuloh, "Application Internet of Things in Controlling Fan Based Telegram," *Journal of Engineering and Science Application*, vol. 1, no. 1, p. 16, Mar. 2024, doi: 10.69693/jesa.v1i1.4.
- [33] . Amine, A. Abouabdillah, M. Chikhaoui, and R. Bouabid, "Low-cost IoT-based monitoring system for precision agriculture," *E3S Web of Conferences*, vol. 492, p. 1003, Jan. 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202449201003.
- [34] [34] J. Botero-Valencia, M. Mejía-Herrera, and J. M. Pearce, "Low cost climate station for smart agriculture applications with photovoltaic energy and wireless communication," *HardwareX*, vol. 11, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.ohx.2022.e00296.
- [35] I. C. Udrescu, A. C. Viorel, G. Crăciunaș, and M. Bogdan, "Implementation of a weather station to monitor agricultural crops," *International Journal of Advanced Statistics and IT&C for Economics and Life Sciences*, vol. 13, no. 1, p. 38, Dec. 2023, doi: 10.2478/ijasitels-2023-0005.
- [36] T. D. Nuwarapaksha, S. S. Udummann, N. S. Dissanayaka, R. M. N. Dilshan, and A. J. Atapattu, "AI-Driven Solutions for Sustainable Irrigation," in *Advances in marketing, customer relationship management, and e-services book series*, IGI Global, 2024, p. 1. doi: 10.4018/979-8-3693-6468-0.ch001.
- [37] A. P. Nugroho et al., "Development of a Field Environmental Monitoring Node with Over the Air Update Function," *Agricultural Information Research*, vol. 25, no. 3, p. 86, Jan. 2016, doi: 10.3173/air.25.86.
- [38] S. K. Das and P. Nayak, "Integration of IoT- AI powered local weather forecasting: A Game-Changer for Agriculture," 2025, doi: 10.48550/ARXIV.2501.14754.
- [39] V. Choudhary, "Synergistic Solutions: Advancing Weather Monitoring Through NodeMCU and Python Integration," *SSRN Electronic Journal*, Jan. 2024, doi: 10.2139/ssrn.4817657.
- [40] N. C. Găitan, B. I. Batinas, C. Ursu, and F. N. Crainiciuc, "Integrating Artificial Intelligence into an Automated Irrigation System," *Sensors*, vol. 25, no. 4, p. 1199, Feb. 2025, doi: 10.3390/s25041199.