

Analisis Perbandingan dan Kinerja Sensor DHT22 dan DHT11 Berdasarkan Studi Literatur Prisma untuk Pengembangan IoT di Pertanian Lahan Rawa***The Comparative Analysis of DHT22 and DHT11 Sensor Performance Based On Prisma Literature Study for IoT Development in Swamp Land Agriculture*****Anggriyani¹, Puspitahati^{2*}, Haisen Hower³**¹Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan^{2,3}Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan

*email: puspitahati428@gmail.com

Abstrak

Penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam sistem pertanian presisi menuntut penggunaan sensor yang akurat dan efisien untuk memantau parameter lingkungan seperti suhu dan kelembaban, terutama pada wilayah beriklim rawa yang dinamis dan memiliki fluktuasi tinggi pada permukaan air. Lahan rawa lebak menjadi lokasi strategis bagi pengembangan pertanian berkelanjutan karena perannya dalam mendukung ketahanan pangan nasional, meskipun produktivitasnya masih rendah akibat keterbatasan teknologi pemantauan lingkungan. Kondisi rawa lebak yang ditandai oleh perubahan muka air yang cepat, kelembaban tinggi, dan iklim mikro yang tidak stabil menuntut penggunaan sensor dengan akurasi serta bisa memiliki keandalan tinggi. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja dua sensor suhu dan kelembaban, yakni DHT22 dan DHT11, pada sistem pemantauan berbasis Arduino Uno R3 untuk mendukung pengelolaan pertanian rawa. Metode penelitian menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan panduan PRISMA. Dari 150 artikel yang dihimpun, sebanyak 47 publikasi memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis lebih lanjut. Hasil menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki akurasi lebih tinggi ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$; $\pm 2\%$ RH), rentang pengukuran lebih luas, serta performa yang lebih stabil pada kelembaban tinggi dibandingkan DHT11 ($\pm 2^{\circ}\text{C}$; $\pm 5\%$ RH). Walaupun DHT11 lebih ekonomis dan cepat merespons, keterbatasannya menjadikannya kurang ideal untuk kondisi rawa lebak yang ekstrem. Arduino Uno R3 dinilai sebagai platform yang efisien untuk integrasi sistem pemantauan berbasis IoT secara *real-time*. Hasil penelitian ini memberikan rekomendasi teknis dalam pengembangan sistem pemantauan presisi di lahan rawa lebak guna meningkatkan produktivitas dan adaptasi terhadap perubahan iklim.

Kata kunci: DHT22, DHT11, Arduino Uno R3, lahan rawa, PRISMA.**Abstract**

The application of the *Internet of Things* (IoT) in precision agriculture systems requires the use of accurate and efficient sensors to monitor environmental parameters such as temperature and humidity, especially in areas with dynamic swamp climates and high fluctuations in water levels. Lowland swamps are strategic locations for the development of sustainable agriculture due to their role in supporting national food security, although their productivity remains low due to limitations in environmental monitoring technology. Lowland swamp conditions characterized by rapid changes in water levels, high humidity, and unstable microclimates require the use of sensors with high accuracy and reliability. This study aims to compare the performance of two temperature and humidity sensors, namely DHT22 and DHT11, in an Arduino Uno R3-based monitoring system to support swamp farming management. The research method used a *Systematic Literature Review* (SLR) approach with PRISMA guidelines. Of the 150 articles collected, 47 publications met the inclusion criteria and were further analyzed. The results show that the DHT22 sensor has higher accuracy ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$; $\pm 2\%$ RH), a wider measurement range, and more stable performance at high humidity compared to the DHT11 ($\pm 2^{\circ}\text{C}$; $\pm 5\%$ RH). Although the DHT11 is more economical and responds quickly, its limitations make it less ideal for extreme swamp conditions. The Arduino Uno R3 is considered an efficient platform for the integration of real-time IoT-based monitoring systems. The results of this study provide technical recommendations for the development of a precision monitoring system in swamp land to increase productivity and adaptation to climate change.

Keywords: DHT22, DHT11, Arduino Uno R3, swamp land, PRISMA.

PENDAHULUAN

Pertanian presisi merupakan pendekatan modern dalam sektor agrikultur yang bertumpu pada pemanfaatan data real-time dan teknologi berbasis sensor untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, serta keberlanjutan sistem pertanian (Xu *et al.*, 2022). Pendekatan ini berfokus pada pengelolaan variabilitas spasial dan temporal pada lahan pertanian dengan memanfaatkan informasi berbasis teknologi. Salah satu parameter lingkungan yang sangat krusial dalam sistem pertanian presisi adalah suhu dan kelembaban, baik udara maupun tanah. Kedua parameter ini memiliki pengaruh signifikan terhadap berbagai aspek pertumbuhan tanaman, termasuk proses fisiologis seperti fotosintesis, transpirasi, dan respirasi, serta mempengaruhi dinamika mikroorganisme tanah dan efisiensi pemupukan.

Kemajuan teknologi *IoT* telah mendorong pengembangan sistem monitoring cerdas berbasis sensor dan mikrokontroler seperti *Arduino Uno R3* dan *Raspberry Pi*. Penggunaan sensor suhu dan kelembaban DHT11 dan DHT22 dipilih karena sesuai dengan karakteristik lahan rawa yang memiliki iklim mikro lembap, suhu fluktuatif, dan kondisi tanah tergenang. Sensor ini dinilai cukup representatif, sederhana, dan efisien untuk mendukung sistem *IoT* dalam pemantauan lingkungan pertanian di lahan rawa. *Arduino Uno*, sebagai mikrokontroler *open-source* yang murah dan mudah diprogram, banyak digunakan dalam sistem monitoring baik di lingkungan rumah kaca maupun di lahan terbuka (Ardiansah *et al.*, 2020). Perangkat ini dapat dikombinasikan dengan modul komunikasi nirkabel seperti ESP8266 untuk mengirimkan data ke *cloud server* atau aplikasi mobile. Sensor DHT11 dan DHT22 merupakan sensor yang mudah ditemukan di pasaran dan memiliki keunggulan dua fungsi dalam satu sensor yaitu mengukur suhu dan kelembaban (Yulizar *et al.*, 2023a). Keduanya menawarkan solusi monitoring yang relative murah, mudah deprogram, dan dapat diintegrasikan dengan platform mikrokontroler seperti *Arduino Uno* (Barik, 2019).

Penelitian oleh (Sonawane *et al.*, 2019) menekankan pentingnya pemantauan suhu dan kelembaban secara kontinu dalam pengelolaan rumah kaca. Sistem rumah kaca otomatis yang didukung oleh sensor suhu dan kelembaban dapat meningkatkan hasil panen melalui pengaturan mikroklimatik yang optimal (Cao *et al.*, 2021). Meskipun begitu, keterbatasan tetap ada. Sensor DHT11 dan DHT22 misalnya, walaupun murah dan mudah diakses, memiliki keterbatasan dalam akurasi dan daya tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem (Shiddiqy & Sunardi, 2024). Dalam konteks desain sistem *IoT* untuk pertanian,

aspek efisiensi energi juga menjadi tantangan tersendiri. Sebagian besar perangkat *IoT* bekerja di lokasi terpencil dan bergantung pada sumber daya energi terbatas. Dengan menggunakan metode *Systematic review literature* (SRL) dengan menggunakan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) untuk melakukan pencarian dan seleksi literatur, serta untuk melaporkan hasil SLR. *Systematic Literature Review* (SLR) adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menginterpretasi seluruh penelitian yang tersedia terkait topik tertentu secara sistematis dan transparan (Farooq *et al.*, 2020). Sedangkan PRISMA adalah panduan standar yang digunakan untuk meningkatkan transparansi dan kualitas pelaporan dalam *systematic review* dan meta-analisis (Page *et al.*, 2021).

Meskipun sejumlah penelitian telah mengevaluasi kinerja sensor DHT11 dan DHT22, sebagian besar pengujian dilakukan di lingkungan terkendali seperti *greenhouse* atau lahan kering dengan kelembaban relatif rendah (Rahman *et al.*, 2021). Padahal, lahan rawa tropis seperti rawa lebak di Indonesia memiliki kelembaban ekstrem yang dapat mencapai lebih dari 80% serta fluktuasi suhu harian yang tajam, kondisi yang berpotensi mempengaruhi kestabilan sinyal dan akurasi sensor. Hingga kini, studi yang secara spesifik membandingkan performa kedua sensor pada kondisi lapangan rawa masih sangat terbatas. Hal ini menunjukkan adanya gap penelitian dalam memahami keandalan sensor terhadap lingkungan lembap ekstrem khas agroekosistem rawa. Penelitian ini bertujuan mengisi kesenjangan tersebut melalui analisis sistematis terhadap literatur terkait kinerja sensor DHT11 dan DHT22 menggunakan pendekatan PRISMA. Fokus kajian diarahkan pada perbandingan akurasi suhu dan kelembaban, waktu respon, serta stabilitas jangka panjang di kondisi kelembaban tinggi. Hasil penelitian diharapkan menjadi acuan penting bagi pengembangan sistem monitoring *IoT* pertanian presisi yang adaptif terhadap lingkungan rawa tropis, sekaligus mendorong riset lanjutan dalam rekayasa sistem pertanian berbasis teknologi yang tangguh di kondisi ekstrem.

METODE

Desain Penelitian

Penulisan artikel ilmiah ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber terpercaya,

termasuk jurnal internasional dan nasional yang membahas sensor suhu dan kelembaban *Arduino Uno R3* yang terindeks Scopus dan SINTA. Kata kunci yang digunakan adalah "sensor suhu dan kelembaban", "Arduino Uno R3", "pertanian IoT", "kinerja sensor", "pertanian presisi" dan kombinasi kata yang relevan dengan judul penelitian.

Pertanyaan Penelitian (*Research Question*)

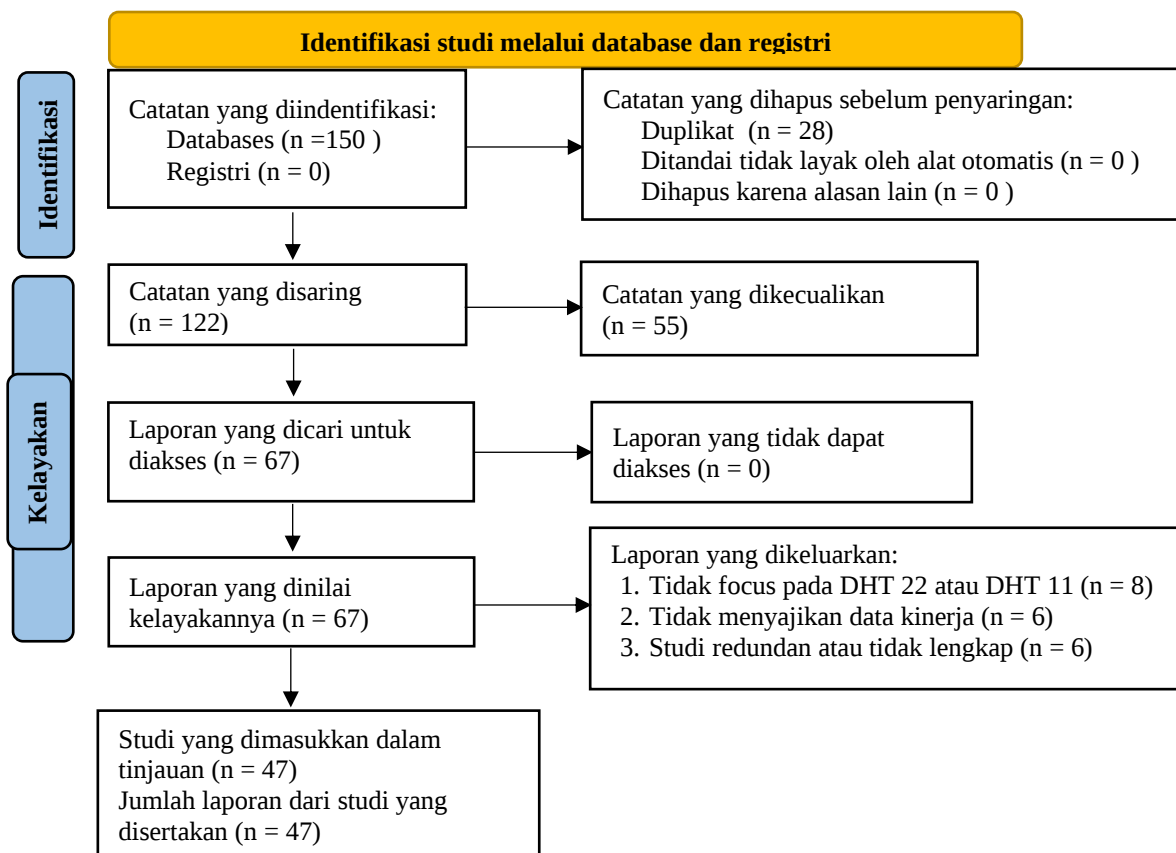
Pada artikel ilmiah ini ada tiga pertanyaan penelitian yang dikembangkan dari tujuan penelitian:

- RQ1: Sensor suhu dan kelembaban apa yang paling umum digunakan untuk *Arduino Uno R3* dalam studi monitoring pertanian?

- RQ2: Bagaimana kinerja sensor tersebut dalam berbagai kondisi lingkungan?
- RQ3: Apa tantangan implementasi sensor tersebut di lapangan?

Strategi Pencarian

Artikel penelitian yang dicari bersumber dari kata kunci yang telah ditetapkan sebelumnya. Perpustakaan digital yang dipilih adalah dari Google Scholar, IEEE Xplore, ScienceDirect, MDPI, atau SpringerLink. Pengumpulan sumber pustaka berasal dari tahun 2018 sampai tahun 2025. Hanya artikel jurnal yang berhubungan dengan sensor suhu dan kelembaban *Arduino Uno R3* yang digunakan.



Gambar 1. Diagram alir PRISMA 2020

Proses seleksi literatur dalam tinjauan ini mengikuti pedoman PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Tahapan yang dilakukan terdiri atas:

Identifikasi

Pencarian literatur dilakukan melalui sumber-sumber elektronik dengan kriteria relevansi terhadap topik penelitian. Tahap ini menghasilkan pengumpulan 150 dokumen akademik. Terdapat 28 dokumen akademik yang dihapus sebelum tahap penyaringan.

Penyaringan

Pada tahap penyaringan, dilakukan evaluasi judul dan abstrak yang mengakibatkan 55 publikasi dikeluarkan karena tiga alasan utama: (1) tidak menggunakan sensor DHT22 dan DHT11, (2) tidak menggunakan *Arduino Uno*, atau (3) tidak relevan dengan fokus penelitian. Hasil penyaringan menyisakan 67 dokumen akademik yang lolos ke tahap analisis lebih mendalam.

Kelayakan

Tahap akhir kelayakan melibatkan penilaian menyeluruh terhadap naskah lengkap dengan kriteria inklusi ketat. Dari 67 dokumen akademik,

20 dokumen dikeluarkan karena tidak focus pada DHT 22 atau DHT11(n=8), tidak menyajikan data kinerja (n=6) dan studi redundan atau tidak lengkap (n=6). Hasil akhir menyisakan 47 publikasi yang memenuhi semua kriteria dan membentuk tiga pilar analisis: landasan konseptual, kerangka metodologis, dan dasar komparasi hasil eksperimen.

Analisis Data

Pada tahap ini semua data yang dikumpulkan akan dianalisis. Analisis data dalam *Systematic Literature Review* (SLR) bertujuan untuk mensintesis temuan dari studi-studi yang

terkumpul secara sistematis dan kritis. Kesimpulan dari analisis ini akan menjawab semua pertanyaan penelitian yang telah ditentukan sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 150 artikel yang dipilih hasil akhir yang di dapat hanya ada 47 publikasi yang memenuhi semua kriteria inklusi yang telah ditentukan. Artikel-artikel yang terpilih diterbitkan antara tahun 2018 sampai 2025. Data yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi 47 studi yang sesuai kriteria inklusi

No	Judul	Tahun	Penulis	Teknologi Utama	Metode	Temuan Utama
1	Temperature and humidity monitoring using DHT22 sensor and Cayenne API	2020	Adhiwibowo <i>et al.</i>	DHT22, Cayenne IoT	Eksperimen	DHT22 mampu memberikan data suhu dan kelembaban setiap 3 menit dengan akurasi suhu $\pm 5^\circ\text{C}$ dan kelembaban $\pm 2\text{-}5\%$
2	On the evaluation of the DHT22 temperature sensor for IoT applications	2021	Ahmad <i>et al.</i>	DHT22, IoT	Pengujian	DHT22 menunjukkan kestabilan data suhu yang tinggi dalam aplikasi pertanian pintar.
3	Implementasi Median Filter pada Pengolahan Data Sistem Pemantauan Suhu dan Kelembapan dengan Sensor DHT11 dan DHT22	2025	Kusumo	DHT11, DHT22, Arduino	Analisis numerik	Median filter meningkatkan kualitas data dari DHT11 dan DHT22 secara signifikan.
4	Analisis Kinerja Sensor DHT11 Pada Alat Pendeteksi Suhu Menggunakan Metode Fuzzy Logic	2024	El <i>et al.</i>	DHT11, Fuzzy Logic	Simulasi	Akurasi sensor meningkat dengan integrasi metode fuzzy untuk klasifikasi suhu.
5	Design of a monitoring system for temperature and humidity using DHT22 sensor and NRF24L01 based on Arduino	2023	Azhari <i>et al.</i>	DHT22, Arduino	Prototyping	DHT22 cocok untuk penggunaan pada sistem monitoring suhu dan kelembaban di greenhouse.
6	Analisis akurasi sistem sensor DHT22 berbasis arduino terhadap	2020	Puspasari <i>et al.</i>	DHT22, Arduino	Uji validitas	DHT22 memiliki korelasi tinggi terhadap alat pengukur standar thermohygrometer.

	thermohydrometer standar					
7	The feasibility study: Accuracy and precision of DHT 22 in measuring the temperature and humidity in the greenhouse	2023	Wardani <i>et al.</i>	DHT22, Arduino	Eksperimen lapangan	DHT22 menunjukkan tingkat presisi dan akurasi memadai untuk penggunaan di rumah kaca.
8	Optimization of temperature sensor selection for incubators: Real-time accuracy analysis of DHT22, LM35, and DS18B20 in controlled environment simulations	2025	Siswoyo	DHT22, LM35, DS18B20	Perbandingan eksperimen	DHT22 memiliki keunggulan dalam pemantauan suhu dan kelembaban sekaligus dengan waktu respon 2 detik
9	Performance analysis of DHT11, DHT22 and DS18B20 as temperature measurement	2023	Yulizar <i>et al.</i>	DHT11, DHT22, DS18B20	Evaluasi komparatif	DHT22 unggul dalam hal akurasi dibandingkan DHT11, namun respons lebih lambat.
10	Internet of Things (IoT) embedded smart sensor system for agriculture and farm management	2020	Ali & Alshmrany	IoT, sensor DHT	Tinjauan konseptual	Penggunaan DHT11 dan DHT22 dipertimbangkan berdasarkan biaya dan efisiensi daya.
11	Uji Karakteristik Sensor Suhu dan Kelembaban Multi-Channel Menggunakan Platform Internet of Things (IoT)	2022	Rustami <i>et al.</i>	DHT11, DHT22, IoT	Eksperimen	Kombinasi sensor DHT memberikan hasil optimal dalam pemantauan multi-parameter.
12	IoT-enabled smart agriculture: Architecture, applications, and challenges	2022	Quy <i>et al.</i>	IoT, DHT22	Tinjauan literatur	DHT22 umum digunakan pada sistem pemantauan mikroklimat pertanian pintar.
13	Pengembangan Perangkat Multi Sensor Untuk Precision Farming Monitoring Media Tanam	2024	Yantahin <i>et al.</i>	DHT22, pH Sensor, Soil Moisture, Rain Gauge, Raindrops Sensor, ESP32,	Eksperimen	Sistem multi-sensor berhasil memantau parameter tanah dan cuaca secara real-time dan akurat
14	Efektivitas dalam Memantau dan Mengontrol Sistem Hidroponik Apung pada Pertumbuhan	2025	Puspitahati <i>et al.</i>	TDS, DHT22, Arduino Uno	Studi eksperimen	DHT22 efektif untuk pengukuran mikroklimat hidroponik secara <i>real time</i> .

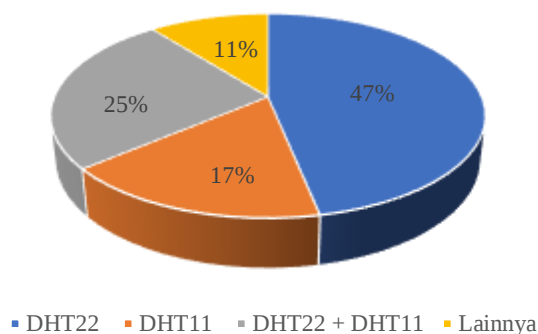
	Pakcoy Berbasis Sensor TDS Arduino Uno R3					
15	An IoT Based Real-Time Environmental Monitoring System for Developing Areas	2025	Alam <i>et al.</i>	DHT, Cloud, Arduino	Uji eksperimental	DHT11 berfungsi baik dalam pemantauan <i>real time</i> , mampu menangkap tren lingkungan
16	Temperature and humidity sensor using Arduino	2020	Datta <i>et al.</i>	Arduino Uno, DHT11	Eksperimen	Sistem berbasis Arduino dan sensor DHT11 mampu mengukur suhu (0–50°C) dan kelembapan (20–80%) secara real-time
17	Internet of Things (IoT) for Smart Precision Agriculture and Farming in Rural Areas	2018	Ahmed <i>et al.</i>	DHT11, cloud, IoT	Uji eksperimental	Pendekatan kalibrasi meningkatkan keandalan dan efisiensi pemantauan lingkungan
18	Implementasi Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram dengan IoT	2021	Wibowo <i>et al.</i>	DHT11, Arduino	Monitoring lapangan	Monitoring berbasis DHT11 cukup untuk jamur, tapi kurang akurat pada suhu tinggi.
19	Pendekatan logika fuzzy dalam pengontrolan suhu dan kelembaban pada persemaian otomatis <i>full closed system</i> tanaman selada hijau (<i>Lactuca sativa</i> L.)	2022	Umam <i>et al.</i>	Fuzzy, DHT11	Eksperimen	Logika fuzzy meningkatkan efisiensi kontrol suhu kelembaban.
20	IoT-based smart automated agriculture and real-time monitoring system	2021	Shamrat <i>et al.</i>	DHT, IoT Cloud,	Eksperimen	Sistem berhasil mendeteksi suhu, kelembapan, dan kadar air tanah secara real-time
21	VLSI architecture for smart and precision agriculture using sensors	2021	Vedulla <i>et al.</i>	DHT11, DHT22, Sensor VLSI	Desain arsitektur	VLSI efektif untuk integrasi multi-sensor dalam satu sistem.
22	Monitoring Iklim Mikro pada Greenhouse Secara Real Time Menggunakan Internet of Things (IoT) Berbasis Thingspeak	2021	Kurniawan <i>et al.</i>	DHT22, Thingspeak	Eksperimen	DHT22 cocok untuk sistem monitoring berbasis Thingspeak
23	Monitoring temperature and	2020	Paul Kuria <i>et al.</i>	DHT11, Arduino Nano	Eksperimen	Sensor berhasil mendeteksi fluktuasi

	humidity using Arduino Nano and Module-DHT11 sensor with real-time DS3231 data logger and LCD					harian dan ekstrem padasuhu/kelembaban, seperti lonjakan suhu siang hari
24	Design and performance evaluation of a low-cost autonomous sensor interface for a smart IoT-based irrigation monitoring and control system	2019	Abba <i>et al.</i>	IoT, DHT	Eksperimen & Simulasi	Sistem IoT yang dirancang memungkinkan monitoring dan pengendalian irigasi secara otomatis;
25	Review of agricultural IoT technology	2022	Xu <i>et al.</i>	IoT, DHT11/DHT22	Literature review	Sensor DHT banyak digunakan dalam pertanian berbasis IoT.
26	Perbandingan kualitas antar sensor kelembaban udara dengan menggunakan arduino uno	2019	Utama <i>et al.</i>	DHT11, DHT21, DHT22, BME280	Eksperimen	DHT11 paling tidak akurat, DHT21 dan DHT22 tampil baik, BME280 memberikan akurasi tertinggi
27	IoT and machine learning approaches for automation of farm irrigation systems	2020	Vij <i>et al.</i>	DHT, ML	Konseptual	ML dan sensor DHT meningkatkan efisiensi irigasi.
28	A smart agriculture IoT system based on deep reinforcement learning	2019	Bu & Wang	DHT, Deep Learning	Desain sistem	DHT digunakan sebagai input untuk sistem berbasis AI.
29	IoT based temperature and humidity controlling using Arduino and Raspberry Pi	2019	Barik	DHT, Arduino	Eksperimen	Sistem kendali sederhana dan ekonomis menggunakan DHT.
30	Model Decision Tree Forecasting Berbasis DHT22 pada Smart Hydroponic Microgreen	2024	Hadi <i>et al.</i>	DHT22, Decision Tree	Eksperimen & Machine Learning	Algoritma decision tree mampu memprediksi suhu lingkungan berdasarkan data waktu dengan akurasi tinggi
31	Design and implementation of a sensor-integrated system for evaluating evaporative cooling performance	2025	Saez <i>et al.</i>	DHT22, evaporative cooling	Uji kinerja	DHT22 efektif untuk mengevaluasi performa pendinginan.
32	Perancangan dan Uji Kinerja Sistem Kendali Iklim	2023	Priyonggo <i>et al.</i>	DHT22, Ubidots Cloud	Eksperimen	Sistem kendali iklim mikro berhasil menjaga suhu dalam greenhouse

	Mikro di Smart Greenhouse Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor					tidak melebihi 38°C menggunakan 9 sensor DHT22
33	Design and development of microcontroller based wireless humidity monitor	2018	Islam <i>et al.</i> , n.d.	DHT, Microcontroller	Rancang bangun	Monitoring kelembaban secara efisien dengan biaya rendah.
34	Perbandingan Kinerja Sistem Monitoring dan Kontrol IoT Berbasis Fuzzy Logic dengan Kontrol Manual Dalam Model Skala Kecil	2023	Santo Gitakarma <i>et al.</i>	DHT22, Arduino Uno, ESP8266, Fuzzy Logic, Kontrol Manual	Eksperimen & Simulasi	Sistem berbasis fuzzy logic menunjukkan respons yang lebih adaptif terhadap perubahan suhu dan kelembapan dibanding kontrol manual
35	A simple calibration method of the relative humidity sensor DHT22 for tropical climates based on an Arduino data acquisition system	2019	Koestoer <i>et al.</i>	DHT22, Arduino	Kalibrasi	DHT22 bekerja baik pada iklim tropis setelah kalibrasi.
36	Optimization of temperature sensor selection for incubators: <i>Real-time</i> accuracy analysis of DHT22, LM35, and DS18B20 in controlled environment simulations	2025	Siswoyo	DHT22, DS18B20, LM35	Eksperimen	DS18B20 paling stabil, tapi DHT22 unggul pada kelembaban.
37	IoT IoT-based smart agrotech system for the verification of urban farming parameters	2021	Podder <i>et al.</i>	DHT11, ESP8266	Prototipe	Monitoring parameter pertanian di lingkungan urban.
38	An IoT-based real-time environmental monitoring system for developing areas	2025	Alam <i>et al.</i>	DHT22, Arduino	Monitoring in <i>real time</i>	Data suhu dan kelembaban ditampilkan langsung ke web.
39	Design and performance evaluation of a low-cost autonomous sensor interface for a smart IoT-based irrigation	2019	Abba <i>et al.</i>	DHT, IoT	Desain sistem	Sistem murah namun handal untuk irigasi otomatis.

monitoring and control system						
40	Environmental Temperature and Humidity Monitoring at Agricultural Farms using Internet of Things & DHT22-Sensor	2023	Ansari <i>et al.</i>	DHT22, LoRaWAN,	Eksperimen	Sistem IoT berhasil memantau suhu dan kelembapan secara real-time pada lahan pertanian; data dikirim hingga 15 km via LoRaWAN dan dapat diakses melalui smartphone/web;
41	Advances in smart environment monitoring systems using IoT and sensors	2020	Ullo & Sinha	IoT, DHT22	Literature review	DHT22 berperan dalam sistem monitoring lingkungan pintar.
42	Fuzzy logic based smart irrigation system using internet of things	2020	Krishnan <i>et al.</i>	Fuzzy, IoT, DHT	Simulasi	Penggabungan fuzzy dan IoT meningkatkan efisiensi kontrol lingkungan.
43	Measuring soil moisture in real time: Arduino Uno based tool innovation	2025	Saleh <i>et al.</i>	Soil Sensor, DHT	Prototipe	Kombinasi DHT dan sensor tanah efektif untuk pemantauan.
44	Enhancing water management in smart agriculture: A cloud and IoT-based smart irrigation system	2024	Et-taibi <i>et al.</i>	IoT, DHT, Cloud	Sistem berbasis cloud	Cloud meningkatkan integrasi data lingkungan.
45	Environmental Temperature and Humidity Monitoring at Agricultural Farms using Internet of Things & DHT22-Sensor	2024	Ansari <i>et al.</i>	DHT11, Weather Station	Komparatif	DHT11 dapat digunakan pada sistem akuisisi data cuaca.
46	AgriFusion: An architecture for IoT and emerging technologies based on a precision agriculture survey	2021	Singh <i>et al.</i>	DHT11/DHT22 , IoT	Survey sistem	Sensor DHT menjadi komponen penting dalam arsitektur IoT.
47	Control and Automation: Insmoaf (Integrated Smart Modern Agriculture and Fisheries) on The Greenhouse Model	2020	Siskandar <i>et al.</i>	DHT22, Fuzzy Logic, Smartphone App	Eksperimen	Sistem greenhouse otomatis berbasis IoT dan AI berhasil mengatur suhu dan kelembapan menggunakan metode fuzzy; sistem juga mendukung kontrol manual via smartphone.

Secara umum, seluruh studi menunjukkan bahwa Arduino Uno merupakan platform yang efektif dan ekonomis untuk membangun sistem pemantauan suhu dan kelembaban secara *real time*.



Gambar 2. Distribusi Persentase Penggunaan Sensor DHT22 dan DHT11

Dapat dilihat dari Gambar 2 menunjukkan distribusi persentase penggunaan sensor suhu dan kelembaban dalam 47 studi bahwa DHT22 adalah sensor yang paling banyak digunakan karena kombinasi akurasi tinggi, respon cepat dan rentang operasi yang luas. Cocok untuk pertanian presisi dan monitoring di lahan ekstrem seperti

rawa. DHT11 meskipun murah, tetapi hanya cocok untuk proyek edukatif atau lingkungan terkendali karena keterbatasan teknisnya. Studi yang membandingkan langsung DHT11 dan DHT22 memberikan pemahaman teknis mendalam terhadap karakteristik performa kedua sensor dalam konteks IoT pertanian. Kemunculan sensor generasi baru menunjukkan adanya tren peningkatan teknologi monitoring mikroklimat yang lebih presisi dan multifungsi di masa depan.

Karakteristik Sensor

Sensor-sensor yang digunakan dalam penelitian ini besar berfokus pada pengukuran suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah. Pada Tabel 2 menunjukkan perbandingan karakteristik berbagai jenis sensor yang umum digunakan dalam monitoring lingkungan berbasis IoT, khususnya pada aplikasi pertanian presisi. Setiap sensor memiliki karakteristik spesifik dalam hal rentang pengukuran (*range*), akurasi, waktu respon (*response time*), dan sensitivitas terhadap parameter lingkungan tertentu. Pemilihan sensor yang tepat sangat krusial untuk memastikan keandalan data yang dikumpulkan dalam monitoring berbasis Arduino atau platform mikrokontroler lainnya.

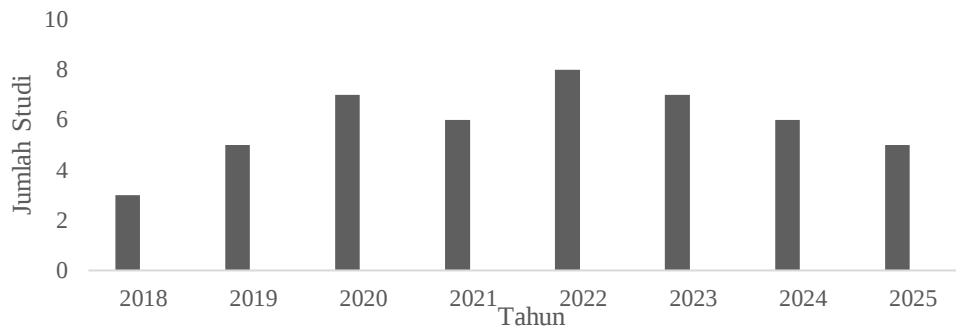
Tabel 2. Perbandingan Karakteristik Sensor suhu, RH dan kelembaban tanah

Sensor	Parameter	Rentang	Akurasi	Output	Waktu Respons	Catatan Khusus
DHT11	Suhu & RH	0–50°C; 20–90% RH	±2°C; ±5% RH	Digital	~1 s	Murah, tapi kurang akurat
DHT22	Suhu & RH	-40–80°C; 0–100% RH	±0.5°C; ±2–5% RH	Digital	~2 s	Lebih akurat, lebih mahal dari DHT11
FC-28	Kelembaban Tanah	Relatif	Rendah	Analog	Cepat	Mudah korosi, cocok untuk eksperimen ringan
Kapasitif	Kelembaban Tanah	Relatif	Lebih baik	Analog	Cepat	Lebih tahan lama, akurat untuk lapangan
LM35	Suhu	-55–150°C	±0.5°C	Analog	~250 ms	Output linear, butuh ADC
DS18B20	Suhu	-55–125°C	±0.5°C	Digital	~750 ms	Dapat diparalelkan, akurat, tahan air

Evaluasi Kinerja Sensor

Berdasarkan hasil telaah literatur menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR), analisis kinerja sensor DHT11 dan DHT22 difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu akurasi suhu dan kelembaban, *response time*, serta stabilitas jangka panjang dalam kondisi lingkungan lembap ekstrem. Kedua sensor ini banyak

digunakan dalam sistem Internet of Things (IoT) untuk pertanian presisi, namun perbedaan spesifikasi teknis dan ketahanan terhadap kondisi ekstrem menjadikan evaluasi komparatif penting dilakukan, terutama untuk aplikasi di lahan rawa tropis yang memiliki kelembaban tinggi dan fluktuasi suhu tajam.

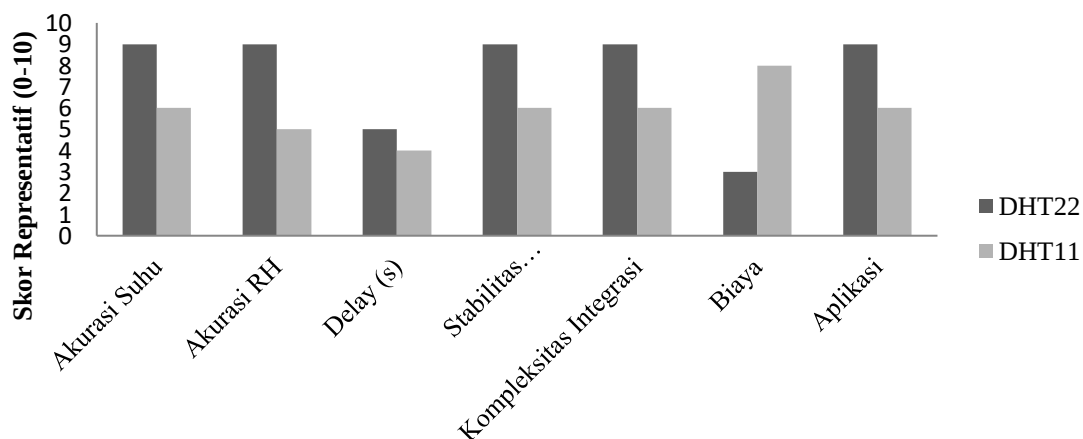


Gambar 3. Jumlah studi dan Tahun Publikasi artikel Prisma

Sensor DHT11 memiliki akurasi suhu $\pm 2^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban $\pm 5\%$ RH, dengan rentang kerja $0-50^{\circ}\text{C}$ dan $20-80\%$ RH. Sebaliknya, DHT22 menunjukkan kinerja lebih baik dengan akurasi suhu $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, kelembaban $\pm 2-3\%$ RH, serta rentang pengukuran yang jauh lebih luas ($-40-80^{\circ}\text{C}$; $0-100\%$ RH). Hasil ini menunjukkan bahwa DHT22 lebih unggul dalam menjaga stabilitas data pada kondisi ekstrem seperti lahan rawa yang memiliki kelembaban di atas 80% . Performa DHT22 yang lebih presisi menjadikannya pilihan yang lebih tepat untuk aplikasi pertanian presisi yang membutuhkan data suhu dan kelembaban akurat dalam waktu lama. Dari aspek *response time*, DHT11 rata-rata memiliki waktu tunda sekitar 1 detik, sedangkan DHT22 sedikit lebih lambat, sekitar 2 detik. Perbedaan ini tergolong kecil dan tidak signifikan untuk sistem monitoring

periodik berbasis IoT yang mengirimkan data dalam interval beberapa detik atau menit. Namun, pada aspek stabilitas jangka panjang, DHT22 jauh lebih unggul karena memiliki elemen pelindung sensor berbahan polimer yang tahan terhadap korosi dan kondensasi, sedangkan DHT11 sering mengalami penurunan akurasi (*drift*) setelah digunakan dalam kondisi lembap ekstrem.

Secara keseluruhan, DHT11 cocok untuk aplikasi sederhana dan berbiaya rendah, sedangkan DHT22 direkomendasikan untuk sistem monitoring lingkungan rawa tropis yang memerlukan akurasi dan ketahanan tinggi. Studi lanjutan di lapangan diperlukan untuk menguji kinerja kedua sensor secara empiris pada kelembaban ekstrem khas agroekosistem rawa.



Gambar 4. Perbandingan sensor DHT22 vs DHT11 pada skor representatif

KESIMPULAN DAN SARAN

Arduino Uno merupakan platform yang cocok dan terjangkau untuk sistem monitoring suhu dan kelembaban di sektor pertanian. Sensor DHT22 terbukti lebih akurat dibandingkan sensor DHT11, terutama dalam rentang pengukuran yang lebih luas dan ketelitian yang lebih tinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki keunggulan dalam hal akurasi suhu ($\pm 0,4-0,5^{\circ}\text{C}$)

dan kelembaban ($\pm 2\%$ RH), serta rentang pengukuran yang lebih luas dibandingkan DHT11 ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ dan $\pm 5\%$ RH). Meskipun DHT11 lebih murah dan cepat dalam waktu respons, sensor ini dinilai kurang akurat dan tidak cocok untuk lingkungan ekstrem seperti lahan rawa. DHT22 terbukti lebih stabil dalam kondisi kelembaban tinggi dan lebih banyak digunakan dalam studi lapangan serta sistem berbasis cloud.

DAFTAR PUSTAKA

- Abba, S., Namkusong, J. W., Lee, J. A., & Crespo, M. L. (2019). Design and performance evaluation of a low-cost autonomous sensor interface for a smart IoT-based irrigation monitoring and control system. *Sensors (Switzerland)*, 19(17). <https://doi.org/10.3390/s19173643>
- Adhiwibowo, W., Firman Daru, A., & Hirzan, A. M. (2020). Temperature and Humidity Monitoring Using DHT22 Sensor and Cayenne API. *TRANSFORMTIKA*, 17(2), 209–214.
- Ahmad, Y. A., Surya Gunawan, T., Mansor, H., Hamida, B. A., Fikri Hishamudin, A., & Arifin, F. (2021). On the Evaluation of DHT22 Temperature Sensor for IoT Application. *Proceedings of the 8th International Conference on Computer and Communication Engineering, ICCCE 2021*, 131–134. <https://doi.org/10.1109/ICCCE50029.2021.9467147>
- Ahmed, N., De, D., & Hussain, I. (2018). Internet of Things (IoT) for Smart Precision Agriculture and Farming in Rural Areas. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(6), 4890–4899. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2879579>
- Alam, M., Islam, M. M., Nayan, N. M., & Uddin, J. (2025). An IoT-Based Real-Time Environmental Monitoring System for Developing Areas. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 52(1), 106–121. <https://doi.org/10.37934/araset.52.1.106121>
- Ali, A., & Alshmrany, S. (2020). Internet of Things (IoT) embedded smart sensor systems for agriculture and farm management. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 7(10), 38–45. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2020.10.005>
- Ansari, S., Ansari, A., Kumar, A., Kumar, R., & Nyamasvisva, E. T. (2023). Environmental Temperature and Humidity Monitoring at Agricultural Farms using Internet of Things & DHT22-Sensor. *Journal of Independent Studies and Research Computing*, 21(2), 25–31. <https://doi.org/10.31645/jisrc.23.21.2.5>
- Ardiansah, I., Bafdal, N., Suryadi, E., & Bono, A. (2020). *Greenhouse Monitoring and Automation Using Arduino: A Review on Precision Farming and Internet of Things (IoT)*. 10(2).
- Azhari, Nasution, T. I., Sinaga, S. H., & Sudiati. (2023). Design of a Monitoring System Temperature And Humidity Using DHT22 Sensor and NRF24L01 Based on Arduino. *Journal of Physics: Conference Series*, 2421(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2421/1/012018>
- Barik, L. (2019). IoT-based temperature and humidity control using Arduino and Raspberry Pi. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(9), 494–502. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2019.0100966>
- Bu, F., & Wang, X. (2019). A smart agriculture IoT system based on deep reinforcement learning. *Future Generation Computer Systems*, 99, 500–507. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.04.041>
- Cao, X., Yao, Y., Li, L., Zhang, W., An, Z., Zhang, Z., Xiao, L., Guo, S., Cao, X., Wu, M., & Luo, D. (2021). *IGrow: A Smart Agriculture Solution to Autonomous Greenhouse Control*. <http://arxiv.org/abs/2107.05464>
- Datta, S., Wadikar, Y., & Gopinath, T. (n.d.). *TEMPERATURE AND HUMIDITY SENSOR USING ARDUINO*.
- El, I., Pakpahan, A., & Hasibuan, U. (2024). Analisis Kinerja Sensor DHT11 Pada Alat Pendeteksi Suhu Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *JIKTEKS: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 03(01). <https://doi.org/10.70404/jikteks.v3i01.144>
- Et-taibi, B., Abid, M. R., Boufounas, E. M., Morchid, A., Bourhane, S., Abu Hamed, T., & Benhaddou, D. (2024). Enhancing water management in smart agriculture: A cloud and IoT-based smart irrigation system. *Results in Engineering*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102283>
- Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Umer, T., & Zikria, Y. Bin. (2020). Role of iot technology in agriculture: A systematic literature review. In *Electronics (Switzerland)* (Vol. 9, Issue 2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/electronics9020319>
- Gupta, R., Das, C., Roy, A., Ganguly, R., & Datta, A. (n.d.). *Arduino-based temperature and*

humidity control for condensation on wettability-engineered surfaces.

- Hadi, C. F., Yasi, R. M., & Prasetyo, A. (2024). Model Decision Tree Forecasting Berbasis DHT22 pada Smart Hydroponic Microgreen. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, 6(1), 29–38. <https://doi.org/10.20895/jtece.v6i1.1218>
- Islam, J., Habiba, U., Kabir, H., Golam Martuza, K., Akter, F., Hafiz, F., Abu Sayid Haque, M., Hoq, M., Abdul Mannan Chowdhury, M., & Author, C. (n.d.). *Design and Development of Microcontroller-Based Wireless Humidity Monitor*. 13(2), 41–46. <https://doi.org/10.9790/1676-1302034146>
- Javed Mehedi Shamrat, F., Ahasanul Adeeb Khan MEng in Internetworking, M., Hossain, A., Khater, A., Roy, T., & Tareq Rahman, M. (n.d.). *IoT-Based Smart Automated Agriculture and Real-Time Monitoring System*.
- Koestoer, R. A., Pancasaputra, N., Roihan, I., & Harinaldi. (2019). A simple calibration method of the relative humidity sensor DHT22 for tropical climates based on an Arduino data acquisition system. *AIP Conference Proceedings*, 2062. <https://doi.org/10.1063/1.5086556>
- Krishnan, R. S., Julie, E. G., Robinson, Y. H., Raja, S., Kumar, R., Thong, P. H., & Son, L. H. (2020). Fuzzy Logic-based Smart Irrigation System using Internet of Things. *Journal of Cleaner Production*, 252. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119902>
- Kusumo, L. A. (2025). Implementation of Median Filter in Data Processing of Temperature and Humidity Monitoring System with DHT 11 and DHT 22 Sensors. *Sistem Kendali & Jaringan) E-ISSN*, 4, 2808–3520. <https://doi.org/10.58982/krisnadana.v4i2.723>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. In *The BMJ* (Vol. 372). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Paul Kuria, K., Ochieng Robinson, O., & Mutava Gabriel, M. (n.d.). *Monitoring Temperature and Humidity using Arduino Nano and Module-DHT11 Sensor with Real Time DS3231 Data Logger and LCD Display*. www.ijert.org
- Podder, A. K., Bukhari, A. Al, Islam, S., Mia, S., Mohammed, M. A., Kumar, N. M., Cengiz, K., & Abdulkareem, K. H. (2021). IoT-based smart agrotech system for verification of Urban farming parameters. *Microprocessors and Microsystems*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2021.104025>
- Priyonggo, B., Wardani, I. K., Ichniarsyah, A. N., Telaumbanua, M., Mufidah, Z., Dewangga, D. A., Tata, S., Pertanian, A., Enjiniring, P., Indonesia, P., Teknologi, S., Pertanian, M., Pembangunan, P., Bogor, P., Studi, P., Pertanian, T., Lampung, U., Studi, P., ... Selatan, L. (2023). *Perancangan dan Uji Kinerja Sistem Kendali Iklim Mikro di Smart Greenhouse Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor*. 17(3), 161–166. <https://doi.org/10.24198/jt.vol17n3.1>
- Puspasari, F., Satya, T. P., Oktiawati, U. Y., Fahrurrozi, I., & Prisyanti, H. (2020). Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 16(1), 40. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v16i1.5776>
- Puspitahati, P., Kelana, F. B., & Aulia, N. I. (2025). Efektivitas dalam Memantau dan Mengontrol Sistem Hidroponik Apung pada Pertumbuhan Pakcoy Berbasis Sensor TDS Arduino Uno R3. *Jurnal Teknotan*, 19(1), 49–56. <https://doi.org/10.24198/jt.vol19n1.7>
- Quy, V. K., Hau, N. Van, Anh, D. Van, Quy, N. M., Ban, N. T., Lanza, S., Randazzo, G., & Muzirafuti, A. (2022). IoT-Enabled Smart Agriculture: Architecture, Applications, and Challenges. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 7). MDPI. <https://doi.org/10.3390/app12073396>
- Rustami, E., Fitria Adiati, R., Zuhri, M., & Arif Setiawan, A. (2022). Uji Karakteristik Sensor Suhu Dan Kelembaban Multi-

Channel Menggunakan Platform Internet Of Things (IoT) (Vol. 25, Issue 2).

- Saez, A., Barnes, C., & Mendenhall, A. (2025). Design and implementation of a sensor-integrated system for evaluating evaporative cooling performance. *Journal of Building Engineering*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2025.112153>
- Saleh, K., Akbar Syahbana Pane, M., Adnan Khan, M., Rumah Sakit, J. H., Baru, K., Percut Sei Tuan, K., Deli Serdang, K., & Utara, S. (2025). Measuring Soil Moisture in Real-Time: Arduino Uno-Based Tool Innovation Corresponding Author. In the *Journal of Information Systems and Technology Research journal homepage* (Vol. 4, Issue 1). <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
- Santo Gitakarma, M., Putu Ary Sri Tjahyanti, L., & Korespondensi, P. (2024). Perbandingan Kinerja Sistem Monitoring Dan Kontrol Iot Berbasis Fuzzy Logic Dengan Kontrol Manual Dalam Model Skala Kecil Comparison Of Iot-Based Monitoring And Control System Performance Using Fuzzy Logic And Manual Control In A Small-Scale Model. *Jurnal Komputer Dan Teknologi Sains (KOMTEKS)*, 3(1), 23–28.
- Shiddiqy, M. I. A., & Sunardi, S. (2024). Performance Analysis of LDR, Photodiode, and BH1750 Sensors for Sunlight Intensity Measurement in Open Areas. *Signal and Image Processing Letters*, 6(1), 11–26. <https://doi.org/10.31763/simple.v6i1.96>
- Singh, R. K., Berkvens, R., & Weyn, M. (2021). AgriFusion: An Architecture for IoT and Emerging Technologies Based on a Precision Agriculture Survey. In *IEEE Access* (Vol. 9, pp. 136253–136283). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3116814>
- Siskandar, R., Santosa, S. H., Wiyoto, W., Kusumah, B. R., & Hidayat, A. P. (2022). Control and Automation: Insmoaf (Integrated Smart Modern Agriculture and Fisheries) on The Greenhouse Model. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(1), 141–152. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.1.141>
- Siswoyo, A. (2025). Optimization of Temperature Sensor Selection for Incubators: Real-Time Accuracy Analysis of DHT22, LM35, and DS18B20 in Controlled Environment Simulations. *Internet of Things and Artificial Intelligence Journal*, 5(1). <https://doi.org/10.31763/iota.v5i1.877>
- Sonawane, R. N., Ghule, A. S., Bowlekar, A. P., & Zakane, A. H. (2019). Design and Development of Temperature and Humidity Monitoring System. *Agricultural Science Digest*, 39(2), 114–118. <https://doi.org/10.18805/ag.D-4893>
- Ullo, S. L., & Sinha, G. R. (2020). Advances in smart environment monitoring systems using IoT and sensors. In *Sensors (Switzerland)* (Vol. 20, Issue 11). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s20113113>
- Umam, C., Suhartono, S., & Saputro, E. (2022). Pendekatan Logika Fuzzy dalam Pengontrolan Suhu dan Kelembaban pada Persemaian Otomatis Full Closed System Tanaman Selada Hijau (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 10(2), 144–153. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.02.07>
- Utama, Y; Widiyanto, Y; Sardjono T.A; Kusuma, H. (2019). *perbandingan kualitas sensor*.
- Vedulla, T., Reddy, Y. M., Kalyan, A., & Jenila, R. (2021). VLSI Architecture for Smart and Precision Agriculture using Sensors. In *International Journal of Advanced Computing Science and Engineering* (Vol. 3, Issue 1).
- Vij, A., Vijendra, S., Jain, A., Bajaj, S., Bassi, A., & Sharma, A. (2020). IoT and Machine Learning Approaches for Automation of Farm Irrigation Systems. *Procedia Computer Science*, 167, 1250–1257. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.440>
- Wardani, I. K., Ichniarsyah, A. N., Telaumbanua, M., Priyonggo, B., Fil'Aini, R., Mufidah, Z., & Dewangga, D. A. (2023). The feasibility study: Accuracy and precision of DHT 22 in measuring the temperature and humidity in the greenhouse. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1230(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1230/1/012146>
- Wibowo, Y., Prasetyadana, F. E., & Suryadharma, B. (2021). Implementasi Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram dengan IOT. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 10(3), 380.

<https://doi.org/10.23960/jtep-l.v10i3.380-391>

Xu, J., Gu, B., & Tian, G. (2022). Review of agricultural IoT technology. In *Artificial Intelligence in Agriculture* (Vol. 6, pp. 10–22). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2022.01.001>

Yantahin, M., Sulis Marshanda Basri, Satria Gunawan Zain, & Ruslan. (2024). Pengembangan Perangkat Multi Sensor Untuk Precision Farming Monitoring Media

Tanam. *Journal of Embedded Systems, Security and Intelligent Systems*, 5(2), 99–108.

<https://doi.org/10.59562/jessi.v5i2.3928>

Yulizar, D., Soekirno, S., Ananda, N., Prabowo, M. A., Perdana, I. F. P., & Aofany, D. (2023). *Performance Analysis Comparison of DHT11, DHT22, and DS18B20 as Temperature Measurement* (pp. 37–45). https://doi.org/10.2991/978-94-6463-232-3_5