

# **Smart Farming Sistem Monitoring dan Kontrol Kualitas Tanah Berbasis IoT untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanian**

**Muhammad Irfan<sup>1</sup>, Yulkifli<sup>2</sup>**  
<sup>1,2</sup> Fisika, Universitas Negeri Padang  
e-mail: [muhammadirfansr15@gmail.com](mailto:muhammadirfansr15@gmail.com)

## **Abstrak**

Pertanian telah menjadi salah satu faktor yang sangat penting dalam perekonomian negara. Dalam bidang pertanian sudah mulai dikembangkan dengan penerapan teknologi. Teknologi yang diterapkan berupa penggunaan sensor, aktuator dan internet of things dalam memantau parameter pada tanaman. Penelitian ini termasuk penelitian rekayasa dengan merancang sebuah sistem smart farming menggunakan penyiraman otomatis jika kondisi tanah <60% penyiraman akan hidup jika kelembaban tanah >60% penyiraman akan mati. Pengukuran suhu memiliki ketepatan rata-rata sebesar 97.78% dengan perbedaan pengukuran sistem smart farming dengan alat standar sangat kecil yaitu 2.22 °C. Pengukuran kelembaban udara memiliki ketepatan rata-rata sebesar 92.78% dengan perbedaan pengukuran sistem smart farming dengan alat standar sangat kecil yaitu 0.72% Pengukuran kelembaban tanah memiliki ketepatan rata-rata sebesar 99.20% dengan perbedaan pengukuran sistem smart farming dengan alat standar sangat kecil yaitu 0.80%.

**Kata kunci :** *Smart Farming, Monitoring Kontrol, Otomatisasi, Internet of Thing, Kualitas Tanah*

## **Abstract**

Agriculture has become one of the most important factors in the country's economy. In the field of agriculture, it has begun to be developed with the application of technology. The technology applied is the use of sensors, actuators and the internet of things in monitoring parameters on plants. This research includes engineering research by designing a smart farming system using automatic watering if soil conditions <60% watering will turn on if soil moisture >60% watering will turn off. The temperature measurement has an average accuracy of 97.78% with the difference in measurement of the smart farming system with a very small standard tool of 2.22 °C. Air humidity measurements have an average accuracy of 92.78% with a very small difference in smart farming system measurements with standard tools, namely 0.72% Measurement of soil moisture has an average accuracy of 99.20% with a very small difference in smart farming system measurements with standard tools, namely 0.80%.

**Keywords :** *Smart Farming, Monitoring Control, Automation, Internet of Things, Soil Quality*

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan wilayah agraris yang mengandalkan sektor pertanian sebagai penghasil yang mendukung perekonomian nasional. Hampir mayoritas penduduk Indonesia berprofesi sebagai petani (Bdr et al., 2021). Dampak teknologi adalah terjadinya revolusi pada sektor pertanian (Rachmawati, 2021). *Smart farming* merupakan suatu solusi inovatif di sektor pertanian yang memanfaatkan sistem jaringan berbasis *Internet of things* dalam melakukan pemantauan dan pengendalian otomatis (Halawa, 2024). *Internet of things* merupakan konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat koneksi internet yang terhubung yang memungkinkan kita menghubungkan mesin, perangkat elektronik, dan objek fisik lainnya (Dwiyatno et al., 2022).

Penggunaan teknologi dalam *smart farming* yaitu penerapan sensor, sensor yang digunakan dalam sistem *smart farming* yaitu sensor DHT22. DHT22 merupakan sensor digital suhu dan kelembaban relatif (Nofriandi et al., 2023). Sensor DHT22 diklaim memiliki kualitas pembacaan yang baik, dinilai dari respon proses akuisisi data yang cepat dan ukurannya yang

minimalis, serta dengan harga relatif murah(Puspasari et al., 2020). Pada sistem *smart farming* juga menggunakan sensor soil moisture sensor ini terdiri dari dua probe untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistensinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik(resistansinya kecil), sedangkan tanah yang kering sangat kering menghantaprkkan listrik (resistansinya besar)(Candra & Maulana, 2019).

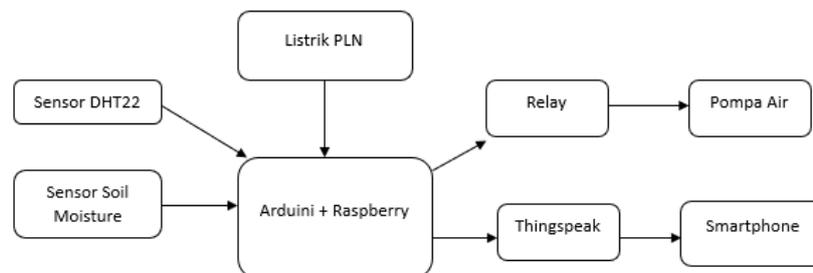
*Internet of things*(IoT) memungkinkan pengguna mengontrol seluruh perangkat yang ada di sekitarnya dari jarak jauh menggunakan internet(Setiyani et al., 2019). Salah satu pengendalian sistem pada *smart farming* adalah penyiraman otomatis, sistem penyiraman otomatis dibuat untuk perawatan pada tanaman tanaman untuk pengendalian terhadap suhu dan kelembaban udara begitu penting untuk tanaman terutama bagi tanaman hias yang perlu perawatan rutin dan intensif, terutama penyiraman harus dilakukan sebagai keberlangsungan hidup dalam membuat makanan atau proses fotosintesis(Karel, 2022).

Tanaman memerlukan tanah sebagai media tanam untuk keberlangsungan hidupnya. Tanah yang baik merupakan faktor utama agar tanaman dapat tumbuh dengan subur. Ada beberapa faktor yang menentukan tingkat kesuburan tanah salah satunya kadar air yang terkandung pada tanah. Air memiliki peranan sebagai pelarut unsur hara yang ada dalam tanah dan sebagai alat transportasi yang mendistribusikan unsur hara dari akar hingga keseluruhan organ tanaman(Zikri et al., 2022)

Sehingga terciptalah sebuah *smart farming* sistem monitoring dan kontrol kualitas tanah berbasis *internet of things* untuk meningkatkan produktivitas pertanian yang diharapkan mampu menjadi solusi efektif meningkatkan produktivitas pertanian dalam mengatasi iklim dan kendala lahan pertanian.

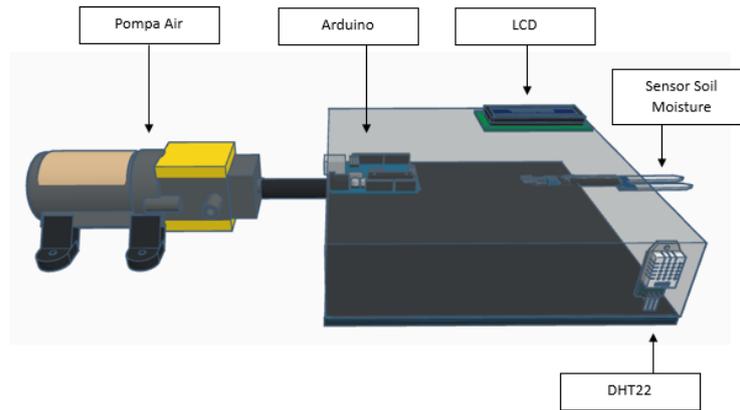
## METODE

Jenis penelitian ini termasuk penelitian rekayasa. Penelitian rekayasa melibatkan kegiatan perancangan yang mengharuskan adanya kontribusi inovatif dalam setiap aspeknya baik dalam proses atau bentuk prototype. Proses perancangan mencakup aspek-aspek yang terkait dengan diagram blok, perancangan perangkat keras, dan perancangan perangkat lunak. Blok diagram dari sistem kontrol dan monitoring ditampilkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Blok Diagram Sistem**

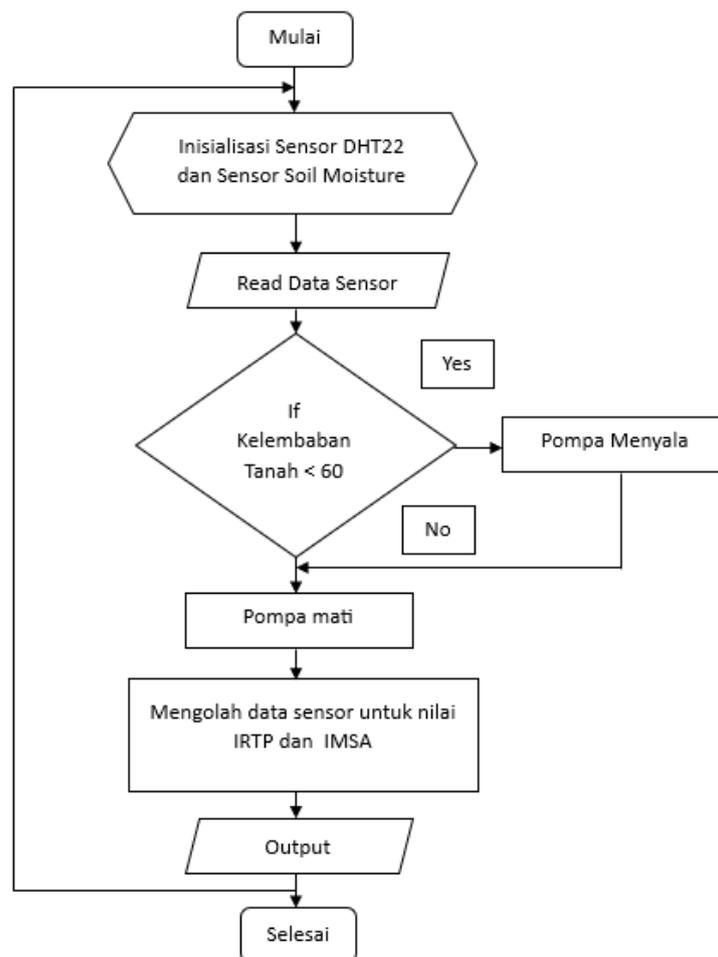
Pada Gambar 1 sistem kontrol dan monitoring *smart farming* berbasis *Internet of things* terdiri dari sumber listrik PLN, sensor DHT22, sensor soil moistur, terdapat sebuah relay dan pada sistem mikrokontroler yang digunakan yaitu arduino dan raspberry yang mana digunakan sebagai otak dan mengolah data. Detail dari sistem perancangan sistem kontrol dan monitoring *smart farming* ini melibatkan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras menjelaskan komponen fisik berupa sensor, aktuator, dan prototype. Sedangkan perangkat lunak menjelaskan sebuah otak atau mengatur jalannya sistem smart farming. Untuk desain perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini :



**Gambar 2. Desain Perangkat Keras Sistem**

Berdasarkan Gambar 2 desain perangkat keras dari sistem *smart farming* terdiri dari beberapa komponen. Terdapat 2 sensor yaitu sensor DHT22 dan Sensor soil moisture, sistem *smart farming* juga menggunakan lcd untuk memudahkan pembacaan data, pada sistem kontrolnya menggunakan pompa air untuk mengatur tingkat kelembaban tanah pada sistem smart farming. Mikrokontrolernya menggunakan arduino uno dan dibantu dengan raspberry sebagai serial komunikasi *internet of things*.

Agar perangkat keras dapat berjalan sesuai intruksi yang diberikan maka dibutuhkan desain perangkat lunak. Adapun diagram alir yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Desain Perangkat Lunak Sistem**

Pada Gambar 3 merupakan diagram alir desain pada sistem smart farming. Perancangan perangkat lunak dibantu dengan menggunakan software arduino IDE untuk mengatur pemrograman dalam monitoring dan sistem kontrol, Raspberry PI digunakan sebagai pengolah data pada sensor dan berfungsi juga sebagai serial komunikasi untuk *internet of things*, adapun data yang diolah pada raspberi yaitu indeks resiko pengeringan tanah (IRTP) dan indeks kelembaban tanah terhadap udara (IMSA). Sistem *smart farming* melibatkan sebuah web thingspeak yang berfungsi sebagai penyimpan data dan pembaca data bagi pengguna. Thingspeak juga dapat digunakan oleh banyak pengguna dan terdapat fitur GPS didalamnya. Notifikasi pemberitahuan juga dapat diterima melewati email pengguna. Sistem yang dijalankan dimulai dari inisialisasi sensor DHT22 dan sensor soil moisture, pada sistem kontrol dibantu oleh pompa air 12V yang mana berfungsi untuk membantu mengatur penyiraman otomatis pada kelembaban tanah < 60% maka pompa air akan secara otomatis hidup (On) dan ketika kelembaban tanah > 60% maka pompa air akan secara otomatis mati (OFF). Setelah data parameter sensor terbaca maka data akan diproses atau diolah untuk mencari nilai indeks resiko pengeringan tanah (IRTP) dan indeks kelembaban tanah terhadap udara (IMSA). Setelah semua data parameter terbaca maka raspberry akan mengirim data ke web thingspeak.

Pembuatan prototype pada sistem *smart farming* dibuat sesuai dengan rancangan desain sesuai dengan yang telah dijelaskan. Sistem yang telah selesai maka akan dilakukan pengujian alat. Jika telah diujikan maka dilakukan eksperimen pada penelitian. Langkah paling akhir dalam rekayasa adalah melakukan pengujian terhadap sistem yang dikembangkan. Pengujian ini akan menverifikasi apakah semua sistem berjalan dengan baik dan mendeteksi kesalahan yang mungkin terjadi pada sistem.

Tingkat keakuratan Akurasi sistem ditentukan dengan membandingkan hasil pengukuran sistem dengan hasil perhitungan teoritis (Yulkifli dkk., 2018). Ketepatan merupakan tingkat kesesuaian atau dekatnya suatu hasil pengukuran terhadap harga sebenarnya. Ketepatan pengukuran dari suatu sistem pengukuran dapat ditentukan pada Persamaan :

$$\text{Accuracy} = 1 - \left( \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right) \times 100\%$$

$Y_n$  adalah nilai sebenarnya yang terukur pada alat ukur SNI dan  $X_n$  adalah nilai (suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah) yang terbaca dari sensor suhu DHT22 dan sensor *Soil moisture* YL-69.

Data ketepatan yang didapatkan dengan membandingkan data dari sistem *smart farming* dengan pengukuran alat standar SNI. Pengukuran suhu dan kelembaban udara pada sistem *smart farming* dibandingkan dengan pengukuran pada alat anemometer yang mana terdapat pengukuran suhu dan kelembaban udara. Pada pengukuran kelembaban tanah pada *smart farming* dibandingkan dengan alat standar yaitu mediatech soilmeter. Setelah pengukuran dilakukan maka data diolah untuk menentukan seberapa akura sistem *smart farming* bekerja.

Pengukuran *smart farming* juga mencari parameter indeks resiko pengeringan tanah (IRTP) yang mana parameter ini dibutuhkan dalam proses bertani. Adapun persamaan yang digunakan untuk mencari nilai indeks resiko pengeringan tanah yaitu dituntukan pada persamaan :

$$\text{IRTP} = \text{Suhu} \times \left( \frac{100 - \text{Kelembaban Tanah}}{100} \right)$$

Pengukuran indeks kelembaban tanah terhadap udara (IMSA) menggunakan persamaan yang ditunjukkan pada persamaan :

$$\text{IMSA} = \left( \frac{\text{Kelembaban Tanah}}{\text{Kelembaban Udara}} \right) \times 100\%$$

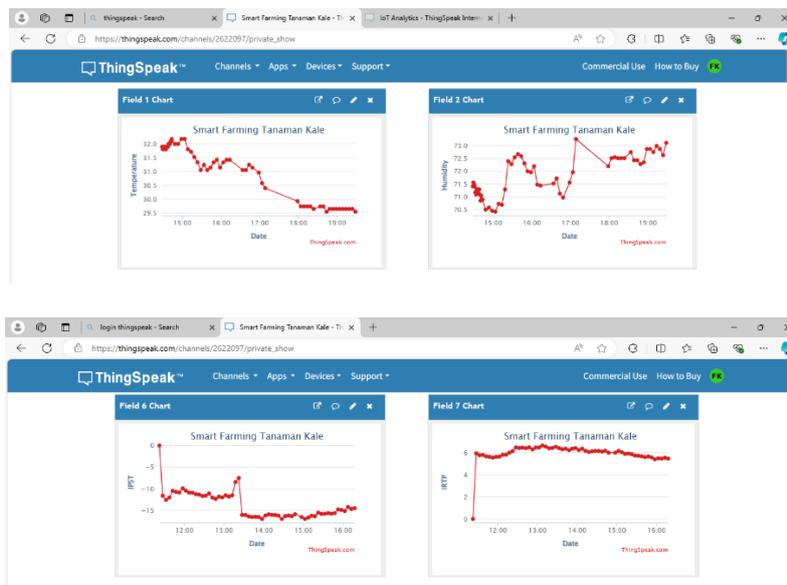
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi kinerja instrumen merupakan komponen-komponen dan fungsi masing-masing komponen. Rancang komponen dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4. Pengujian dan Pengambilan Data**

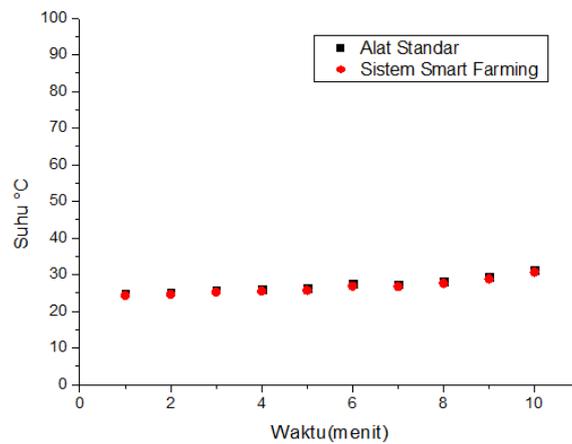
Pada Gambar 4 menampilkan uji coba dan pengambilan data dari sistem farming yang dirancang. Mikrokontroler yang digunakan yaitu arduino ide dan raspberry pi sebagai pengolah data dan serial komunikasi berbasis internet og things. Sistem *smart farming* menggunakan daya dari listrik PLN. Semua komponen dihubungkan dengan kabel dan dijalankan dengan sistem pemograman yang dibuat di software arduino IDE dan Thonny phyton. Sistem *smart farming* dirancang untuk menonitoring dan mengontrol parameter suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah, setelah data diterima data diolah oleh raspberry pi untuk menganalisis indeks resiko pengeringan tanah (IRTP) dan indeks kelembaban tanah terhadap udara (IMSA).Setelah sistem berjalan maka data pengukuran ditampilkan pada LCD. Data pengukuran juga terekam di thingspeak. Tampilan data bisa dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5. Tampilan Data Pengukuran di Thingspeak**

Pada Gambar 5 ditampilkan data monitoring thingspeak, data pengukurannya yaitu suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah, indeks resiko pengeringan tanah, dan indeks kelembaban tanah terhadap udara.

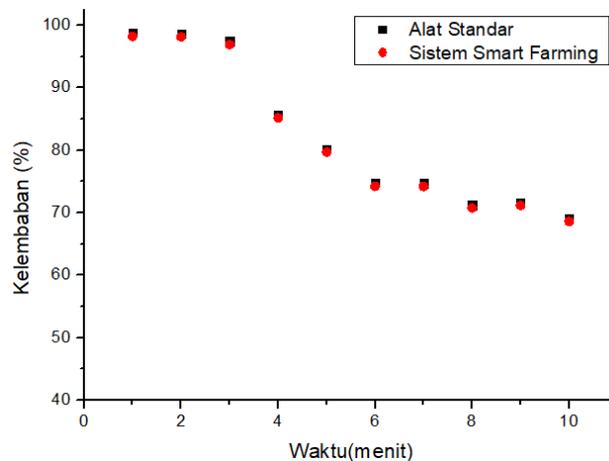
Spesifikasi desain terdiri dari ketepatan sistem monitoring suhu udara yang mana data didapatkan dari melakukan perbandingan dan analisis data dari pengukuran alat standar SNI dengan pengukuran sistem *smart farming* dari sensor suhu DHT22. pengukuran alat standar yang digunakan yaitu anemometer. Pengukuran data dilakukan setiap 20 menit, informasi data ketepatan dapat dilihat pada Gambar berikut ini :



**Gambar 6. Grafik Ketepatan Suhu Udara Sistem Smart farming**

Pada Gambar 6 menampilkan data ketepatan suhu pada sistem smart farming. Hasil pengukuran ketepatan sistim memiliki rata-rata sebesar 97.78%. hasil akurasi yang diperoleh menunjukkan seperti pada Gambar 6 bahwa hasil pengukuran mendekati nilai sebenarnya dari pengukuran alat standar Anemometer. Data pengukuran sangat baik karena perbedaan pengukuran sistem *smart farming* dengan alat standar sangat kecil yaitu 2.22 °C(Kirkup, 2019).

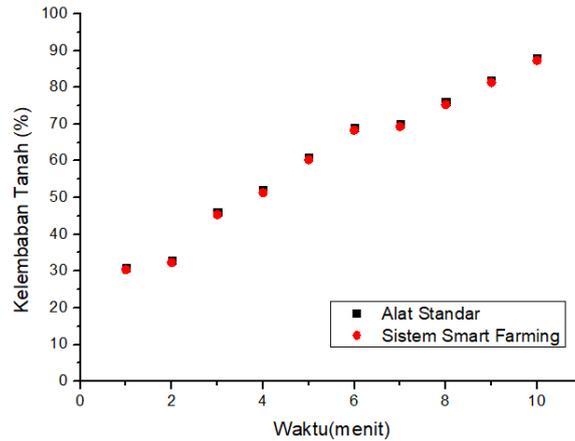
Data ketepatan pengukuran kelembaban pada sistem *smart farming* dengan pengukuran alat standar pada kelembaban udara menggunakan anemometer. Pengukuran ketepatan kelembaban udara ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7. Grafik Ketepatan Kelembaban Udara Sistem Smart farming**

Pada Gambar 7 menampilkan data ketepatan kelembaban udara pada sistem smart farming. Hasil pengukuran ketepatan sistim memiliki rata-rata sebesar 92.78%. hasil akurasi yang diperoleh menunjukkan seperti pada Gambar 7 bahwa hasil pengukuran mendekati nilai sebenarnya dari pengukuran alat standar Anemometer. Data pengukuran sangat baik karena perbedaan pengukuran sistem *smart farming* dengan alat standar sangat kecil yaitu 0.72% (Kirkup, 2019).

Pengukuran ketepatan pada kelembaban tanah sistem *smart farming* dilakukan dengan membandingkan dengan alat standar SNI yaitu mediatech soilmeter. Pada pengukuran ketepatan yang dilakukan yaitu setia 20 menit. Pengukuran ketepatan kelembaban tanah dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8. Grafik Ketepatan Kelembaban Tanah Sistem *Smart farming***

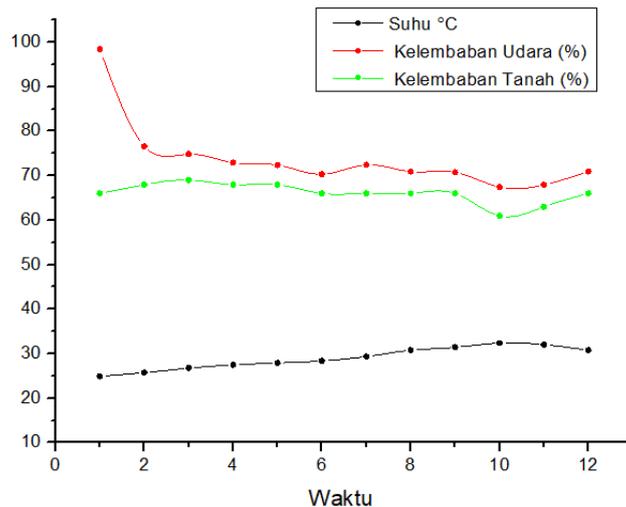
Pada Gambar 8 menampilkan data ketepatan kelembaban tanah pada sistem smart farming. Hasil pengukuran ketepatan sistim memiliki rata-rata sebesar 99.20%. Hasil pengukuran mendekati nilai sebenarnya dari pengukuran alat standar anemometer. Data pengukuran sangat baik karena perbedaan pengukuran sistem *smart farming* dengan alat standar sangat kecil yaitu 0.80 % (Kirkup, 2019).

Pengukuran sistem *smart farming* dilakukan setiap 60 menit data diambil dalam 1 hari. Pengambilan data dilakukan dikota Padang dengan mengamati perubahan cuaca dan iklim kota Padang. Pengukuran sistem *smart farming* dalam pemantauan suhu, kelembaban udara, dan kelembaban tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Pengukuran Sistem *Smart farming***

Suhu °C	Kelembaban Udara (%)	Kelembaban Tanah (%)
24.9	98.4	66
25.72	76.58	68
26.75	74.84	69
27.49	72.91	68
27.87	72.39	68
28.34	70.3	66
29.37	72.43	66
30.77	70.93	66
31.42	70.73	66
32.36	67.45	61
31.99	67.93	63
30.77	70.93	66

Untuk mempermudah melihat perubahan data yang diambil maka kita dapat melihat perubahan parameter sistem *smart farming* pada Gambar 9.



**Gambar 9. Grafik Pengukuran Sistem Smart Farming**

Pengukuran indeks resiko pengeringan tanah dan indeks kelembaban tanah terhadap udara ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Pengukuran Indeks Kondisi Sistem Smart farming**

IRTP (%)	IMSA(%)
8.46	67.07
8.23	88.80
8.29	92.2
8.8	93.27
8.92	93.94
9.64	93.88
9.99	91.12
10.46	93.05
10.68	93.31
12.62	90.44
11.84	92.74
10.46	93.05

Tabel 2 menunjukkan pemantauan kondisi lingkungan pada sistem *smart farming* yang mana indeks resiko pengeringan tanah minimal terjadi pada 8. 23% dan maksimal terjadi pada 12.62%. Pengukuran indeks kelembaban tanah terhadap udara minimum yaitu 67.07% dan pengukuran maksimum yaitu 93.88%.

Pada parameter Indeks resiko pengeringan tanah jika nilai indeks yang didapatkan kecil menunjukkan bahwa kondisi kelembaban tanah stabil dan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Sedangkan jika nilai indeks besar menandakan resiko tinggi tanah mengering. Pada parameter pengukuran indeks kelembaban tanah terhadap udara yang didapatkan Jika nilai IMSA kecil, tanaman berada dalam kondisi optimal dengan pasokan air yang cukup dan tingkat transpirasi yang seimbang, sehingga pertumbuhannya tidak terganggu. Sebaliknya, jika nilai IMSA besar, tanaman mengalami stres akibat rendahnya kelembaban tanah dan tingginya penguapan, yang dapat menyebabkan layu, pertumbuhan terhambat, hingga kematian jika tidak segera diatasi.

## SIMPULAN

Hasil dari perancangan *smart farming* sistem monitoring dan kontrol kualitas tanah berbasis *internet of things* untuk meningkatkan produktivitas pertanian adalah spesifikasi kinerja dan spesifikasi desain. Spesifikasi kinerja dalam sistem yang dirancang bekerja dengan baik dan sesuai dengan tujuan fungsional masing-masing. Spesifikasi dari *smart farming* dalam monitoring

dan kontrol kualitas lingkungan pertanian berbasis *internet of things* berhasil dirancang dengan hasil ketepatan yang tinggi. Pemantauan kualitas tanah juga terbilang sangat bagus karena nilainya stabil dan sesuai untuk berbagai jenis tanaman. Dengan demikian perancangan sistim yang dibuat diharapkan dapat mengoptimalkan produktifitas pertanian baik dalam kendala iklim maupun kendala lahan pertanian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bdr, M. F., Ridwan, I., & Adzima, A. F. (2021). Penggunaan Pesawat Tanpa Awak (Drone) Dalam Melakukan Pemantauan Dan Identifikasi Otomatis Pada Pertanaman Jagung Di Kelompok Tani Pattarowangta, Kabupaten Takalar. 7(1).
- Candra, J. E., & Maulana, A. (2019). Penerapan Soil Moisture Sensor Untuk Desain System Penyiraman Tanaman Otomatis.
- Dwiyatno, S., Krisnaningsih, E., & Hidayat, D. R. (2022). Smart Agriculture Monitoring Penyiraman Tanaman Berbasis *Internet of things*. 9(1).
- Halawa, D. N. (2024). Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) Untuk Generasi Pertanian Indonesia. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 6(02), 502–512.
- Karel, F. N. (2022). Smart Agriculture: Pengendalian Kelembapan Dan Suhu Pada Penyiraman Otomatis Tanaman Berbasis Iot. *Jatiji (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 9(2), 839–854.
- Kirkup, L. (2019). *Experimental Methods For Science And Engineering Students: An Introduction To The Analysis And Presentation Of Data (2nd Ed.)*. Cambridge University Press.
- Nofriandi, A., Sari, M. B., Sudiar, N. Y., Abdullah, A. G., Sati'at, N. A., & Rizkiana, A. (2023). Optimization Of Soil Temperature And Humidity Measurement System At Climatology Stations With Iot-Based Equipment. *International Journal On Advanced Science, Engineering & Information Technology*, 13(4).
- 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.
- Rachmawati, R. R. (2021). *Smart farming 4.0* Untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, Dan Modern. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 38(2), 137.
- Setiyani, L., Suhada, K., & Yulindawati -. (2019). Perancangan Dan Implementasi Iot (*Internet of things*) Pada Smarthome Menggunakan Raspberry Pi Berbasis. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 10(2), Article 2.
- Yulkifli, Yohandri, Murtiani, & Nofrianto, A. (2018). Development Of Digital Archimedes Experiment Sistem Based On Microcontroller For Physics Education. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1120(1).
- Zikri, A., Yuniarti, E., & Lestari, D. (2022). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Raspberry Pi 3 Dengan Memanfaatkan Thingspeak Dan Interface Android Sebagai Kendali. *Jurnal Fisika Unand*, 11(1), Article 1.