

## Rancang Bangun *Smart Monitoring Farming* pada Media Tanah Menggunakan Sistem *IoT (Internet of Things)*

Husnibes Muchtar, Muhammad Zulfikar Hafizh Ulhaq

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta

e-mail: husnibes.muchtar@umj.ac.id, 20200410270001@student.umj.ac.id

### ABSTRAK

Sektor pertanian merupakan hal penting pada setiap negara terutama di negara Indonesia yang mayoritas penduduknya adalah petani. Permasalahan yang kita hadapi di era moderen ini yaitu sistem pertanian yang masih tradisional yang tidak efisien. Metode penelitian yang dilakukan pada sistem yang diusulkan mendeteksi kadar air dalam tanah, tingkat pH air, suhu dan kelembapan udara serta mendeteksi cuaca pada ladang, dengan menggunakan sensor kelembapan, sensor pH, sensor suhu DHT22 dan sensor hujan. Tingkat kelembapan tanah juga disesuaikan dengan pengairan menggunakan waterpump. Jika tingkat kelembapan berada di bawah ambang batas maka sensor kelembapan mengirimkan data informasi pada modul ESP32 dan data dikirimkan pada platform IoT Thingspeak. Dibandingkan dengan sistem lain, sistem ini memberikan efisiensi yang lebih baik untuk meningkatkan produksi pertanian. ESP32 mengumpulkan data dari semua sensor dan menghubungkan data tersebut dengan cloud lalu ditampilkan di webpage. Keuntungan utama dari sistem ini yaitu pemilik ladang dapat memantau ladang mereka dari jarak jauh selama masih terkoneksi dengan internet. Respon sistem dari alat ini dengan webpage Thingspeak yaitu minimal 15 detik sedangkan presentase rata-rata error dari sensor DHT22 yang dihasilkan berdasarkan pengujian sebesar 10.66 % untuk kelembapan udara, 1.73 % untuk temperatur udara. Sedangkan rata-rata error untuk sensor pH pada ketegori pembacaan asam (pH 4.00) sebesar 5.28 %, netral (pH 6.86) sebesar 3.20 %, dan basa (pH 9.18) sebesar 3.44 %, untuk tujuan utama dari penelitian ini adalah menjadikan pertanian cerdas dan meningkatkan efisiensi produksi pertanian menggunakan otomatisasi dan teknologi IoT.

**Kata Kunci :** ESP32 Sensor, pertanian, IoT

### ABSTRACT

The agricultural sector is important in every country, especially in Indonesia, where the majority of the population is farmers. The problem we are facing in this modern era is that the traditional agricultural system is still inefficient. The research method carried out on the proposed system detects water content in the soil, water pH level, temperature and humidity and detects the weather in the fields, using humidity sensors, pH sensors, DHT22 temperature sensors and rain sensors. The level of soil moisture is also adjusted by irrigation using a waterpump. If the humidity level is below the threshold, the humidity sensor sends information data to the ESP32 module and the data is sent to the Thingspeak IoT platform. Compared to other systems, this system provides better efficiency for increasing agricultural production. ESP32 collects data from all sensors and connects the data with the cloud and then displays it on the webpage. The main advantage of this system is that farm owners can monitor their fields remotely as long as they are connected to the internet. The system response from this tool with the Thingspeak webpage is a minimum of 15 seconds while the average percentage of error from the DHT22 sensor generated based on testing is 10.66% for air humidity, 1.73% for air temperature. While the average error for the pH sensor in the category of reading acid (pH 4.00) is 5.28%, neutral (pH 6.86) is 3.20%, and alkaline (pH 9.18) is 3.44%, for the main purpose of this research is to make agriculture smart and increase the efficiency of agricultural production using automation and IoT technology.

**Keywords:** ESP32 Sensor, farming, IoT

### 1 PENDAHULUAN

Salah satu aspek utama kelangsungan hidup manusia adalah pertanian yang merupakan sumber pangan utama [1].

Sistem pemberian nutrisi dan penyiraman tanaman sangat dibutuhkan dalam bidang pertanian sebagai pendukung bercocok tanam [2].

Pertanian merupakan aktivitas pemanfaatan sumber daya alam yang dilakukan manusia untuk produksi bahan pangan, bahan baku untuk kegiatan industri, atau sumber energi, dan mengelola lingkungan hidup. Kegiatan pemanfaatan sumber daya hayati yang termasuk dalam pertanian biasa disebut sebagai budidaya tanaman atau bercocok

tanam (*crop cultivation*) serta pembesaran hewan ternak (*raising*), meskipun cakupannya dapat pula berupa pemanfaatan mikroorganisme dan bioenzim dalam pengolahan produk lanjutan, seperti pembuatan keju dan tempe, ataupun membuat barang siap pangan [3].

Tumbuhan merupakan salah satu makhluk hidup yang membutuhkan air untuk perkembangan hidupnya [4].

Dibandingkan dengan sumber energi terbarukan lainnya, energi surya sangat menjanjikan karena bersih, murah, berlimpah, tenang dan tidak menimbulkan polusi [5]. Krisis energi dikarenakan pemborosan pemakaian energi listrik [6]. Kebutuhan akan sistem monitoring semakin meningkat [7].

Belakangan ini, perkembangan teknologi telah menjadi hal yang tidak dapat dipungkiri di beberapa negeri pada sektor pertanian untuk meningkatkan efisiensi waktu dan hasil panen [13]. Pada generasi sekarang, sangat nyaman untuk mengirim data ke *platform* IoT karena semakin meluasnya penggunaan *smartphone* dan PC (*Personal Computer*) [8], [9]. ESP32 merupakan pengembangan kit yang membantu dalam membuat purwarupa atau produk IoT [10]. ESP32 digunakan sebagai sistem pengolah data yang dihasilkan dari tiap sensor dan terhubung dengan *webpage* sistem untuk dimonitor oleh *user* [11].

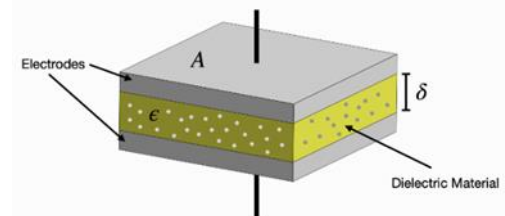
Dengan dilatar belakangi permasalahan tersebut, maka dilakukan suatu penelitian untuk merancang sistem otomasi yang berbasis IoT yang mampu menggantikan teknologi lama untuk meningkatkan efisiensi dan hasil produksi pada bidang pertanian dengan menggunakan ESP32 sebagai sistem utama pada alat yang dibuat dengan menggunakan sensor-sensor untuk memperoleh data yang nantinya akan dikirim *ke webserver* dan data informasi ditampilkan pada *webpage* untuk kemudian dianalisa oleh *user*.

## 2 METODOLOGI

Menggunakan referensi dari penelitian sebelumnya penulis menggunakan 4 sensor untuk memaksimalkan pengembangan dari penelitian sebelumnya yaitu sensor pH, sensor kelembapan tanah, sensor DHT22 untuk mengukur kelembapan dan suhu pada udara lalu yang terakhir menggunakan sensor hujan untuk mendeteksi keadaan disekitar ladang hujan atau cerah.

Dengan menggunakan *Capacitor and Dielectric Theory* kita bisa mengetahui teroi bagaimana pengukuran kelembapan tanah dan korelasinya dengan *output* dari sensor yang dihasilkan. Seperti namanya, sensor kelembapan tanah kapasitif menggunakan prinsip kerja kapasitor untuk memperkirakan kadar air dalam tanah. Kapasitansi

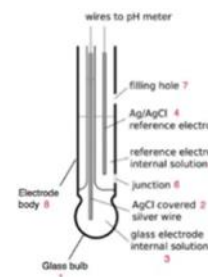
didefinisikan sebagai jumlah muatan yang dapat disimpan bahan di bawah potensial listrik yang diberikan. Umumnya, kapasitor divisualisasikan sebagai konfigurasi pelat paralel yang mirip dengan apa yang ditunjukkan pada Gambar 1 [12].



Gambar 1 Konstruksi sensor *capacitive soil moisture*.

Pengaturan keseimbangan konsentrasi ion hidrogen ini sangat penting dalam kehidupan organisme [13]. Prinsip kerja pH meter adalah potensiometri. Pengukur pH terdiri dari kaca (juga disebut sebagai elektroda indikator) dan elektroda referensi. Elektroda kaca terdiri dari membran kaca, yang sensitif terhadap konsentrasi ion hidrogen dari larutan sampel uji. Larutan asam kaya akan konsentrasi ion H<sup>+</sup>. Ketika probe pH dicelupkan ke dalam larutan asam, ion H<sup>+</sup> bergerak mendekati membran kaca bohlam kaca sensitif (sisi luar bohlam). Reaksi serupa terjadi di dalam bola lampu, yang diisi dengan larutan buffer pH netral. Karena itu, hal ini menyebabkan perbedaan konsentrasi ion hidrogen atau derajat aktivitas ion hidrogen melintasi membran yang menyebabkan perbedaan potensial (tegangan).

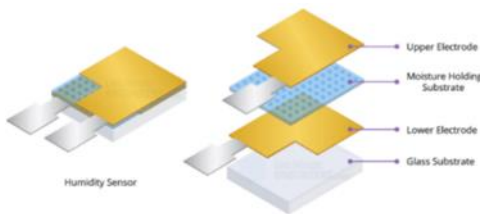
Menggunakan persamaan Nernst, beda potensial digunakan untuk mengukur konsentrasi ion hidrogen yang menunjukkan pH larutan yang diberikan. Karena perbedaan potensial antara dua elektroda, elektron mengalir dan menghasilkan arus. Arus yang dihasilkan ini diukur dengan *voltmeter*. Hubungan antara beda potensial, arus yang dihasilkan dan pH telah diturunkan. Beda potensial 1 pH adalah 59,16 mV pada 25°C dan karenanya ketika ada perbedaan satu unit pH, akan ada perubahan tegangan sebesar 59,16mV.



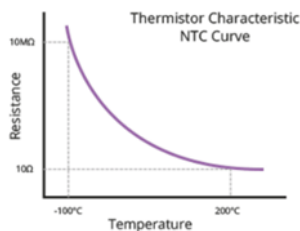
Gambar 2 Konstruksi sensor pH

Probe pH pada sensor pH meter modern adalah tipe gabungan, di mana gelas dan elektroda referensi ditempatkan ke dalam struktur seperti batang yang diilustrasikan pada Gambar 2.

Sensor DHT22 pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui kondisi atau keadaan udara disekitar ladang. Modul DHT22 berisi sensor kelembapan kapasitif, sensor suhu, NTC (atau termistor) dan IC (Integrated *Circuit*) di sisi belakang sensor. Untuk mengukur kelembapan sensor ini menggunakan komponen penginderaan kelembapan yang memiliki dua elektroda dengan substrat penahan kelembapan di antara sensor. Jadi saat kelembapan berubah, konduktivitas substrat berubah atau resistansi antara elektroda ini berubah. Perubahan resistansi ini diukur dan diproses oleh IC yang membuatnya bisa untuk dibaca oleh mikrokontroler yang diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Struktur internal sensor kelembapan.

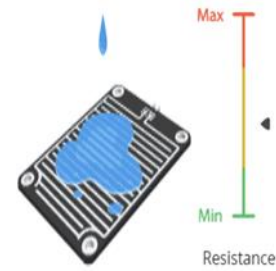


Gambar 4. Termistor NTC dengan Kurva Karakteristik

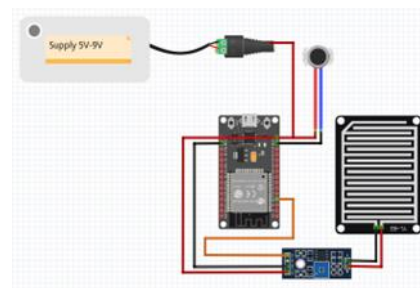
Sensor ini juga terdapat sensor suhu NTC / Termistor untuk mengukur suhu. Suhu merupakan besaran yang menyatakan derajat panas atau dingin suatu benda atau lingkungan [14]. Termistor adalah resistor termal - resistor yang mengubah resistansi dengan suhu. Termistor dibuat agar resistansi berubah secara drastis dengan suhu sehingga dapat berubah 100 ohm atau lebih per derajat (°C) Istilah “NTC” berarti (*Negative Temperature Coefficient*), yang berarti bahwa resistansi menurun dengan naiknya temperature yang diilustrasikan pada Gambar 4.

Prinsip kerja *rain sensor module* yaitu *sensing pad* terbuat dari beberapa plat konduktif *log* biasanya terbuat dari tembaga yang terbuka. Ketika air hujan

jatuh di atas sensor, resistivitas pelat konduktif berubah, dan dengan mengukur perubahan resistansi, bertindak sebagai resistor variabel (seperti potensiometer) yang resistansinya bervariasi sesuai dengan jumlah air di permukaannya. Kita dapat menentukan intensitas curah hujan semakin deras curah hujan semakin rendah resistansinya. Sensor ini menghasilkan tegangan (voltase) keluaran sesuai dengan hambatannya, yang dengan ini kita dapat menentukan apakah hujan atau cerah yang diilustrasikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Ilustrasi prinsip kerja sensor hujan



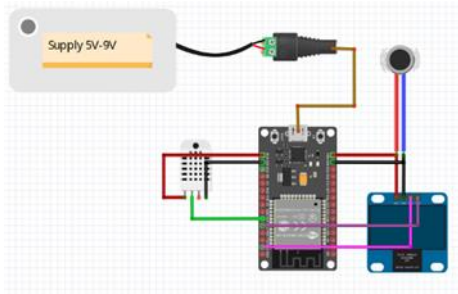
Gambar 6. Rangkaian sensor hujan

Ilustrasi jalur rangkaian sensor suhu dan kelembapan ditunjukkan pada Gambar 6.

Tabel 1. Konfigurasi pin pada rangkaian sensor hujan pada ESP32

Pin ESP32	Komponen
VIN/5V	Pin VCC pada modul sensor hujan dan <i>brushless mini fan</i>
GND	Pin GND pada modul sensor hujan, <i>brushless mini fan</i> ,
D34	Pin A0 pada modul sensor hujan
Pin modul sensor hujan	Komponen
Positif (+)	Pin Positif pada <i>sensing pad</i> modul sensor hujan
Negatif (-)	Pin GND Negatif pada <i>sensing pad</i> , modul sensor hujan

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa ESP 32 merupakan komponen utama pada sistem ini dan sensor hujan yang berfungsi sebagai pembaca informasi keadaan ladang dengan mengirimkan data pada ESP 32.



Gambar 7 Rangkaian sensor suhu dan kelembapan.

Pada Gambar 7 dengan spesifikasi menggunakan sensor DHT 22 sebagai sensor lalu ESP32 sebagai pengolah data yang didapat oleh sensor untuk dikirimkan pada server lalu ditampilkan pada *webpage*.

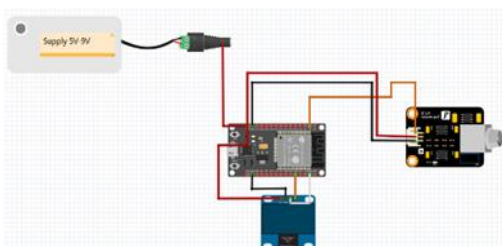
Esp32 menggunakan komunikasi Wifi [15].

Ilustrasi konfigurasi pin dari rangkaian sensor suhu dan kelembapan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Konfigurasi pin pada rangkaian sensor suhu dan kelembapan udara.

Pin ESP32	Komponen
VIN/5V	Pin VCC pada <i>oled display</i> dan <i>brushless mini fan</i>
GND	Pin GND pada <i>oled display</i> , <i>brushless mini fan</i> , dan sensor DHT22
3v3	Pin VCC pada sensor DHT22
D19	Pin Sinyal pada sensor DHT22
D22	Pin SCL pada <i>oled display</i>
D21	Pin SCK pada <i>oled display</i>

Ilustrasi jalur rangkaian sensor pH air ditunjukkan pada Gambar 8. Dari Gambar 8. dapat diketahui ilustrasi konfigurasi pin dari rangkaian sensor hujan ditunjukkan pada Tabel 3.

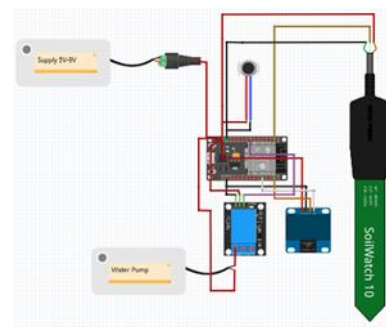


Gambar 8. Rangkaian sistem sensor pH air.

Tabel 3. Konfigurasi pin pada rangkaian sensor pH air.

Pin ESP32	Komponen
VIN/5V	Pin VCC pada <i>oled display</i> , dan modul sensor pH air
GND	Pin GND pada <i>oled display</i> , dan modul sensor pH air
VP	Pin P0 pada modul sensor pH air
D22	Pin SCL pada <i>oled display</i>
D21	Pin SCK pada <i>oled display</i>

Ilustrasi jalur rangkaian sensor *soil moisture* ditunjukkan pada Gambar 9. Dan dari Gambar 9. dapat diketahui ilustrasi konfigurasi pin dari rangkaian sensor *soil moisture* ditunjukkan pada Tabel 4.



Gambar 9. Rangkaian sistem sensor *soil moisture*.

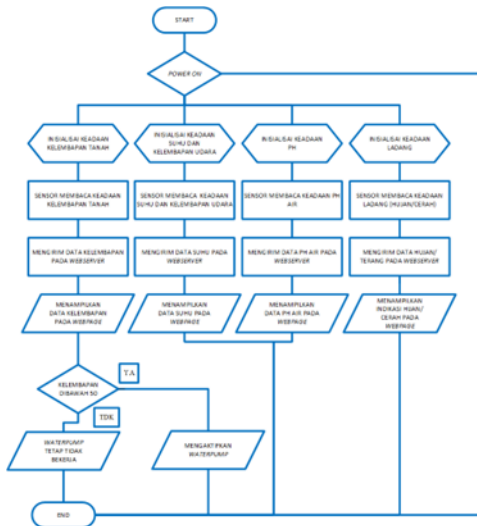
Tabel 4. Konfigurasi pin pada rangkaian sensor *soil moisture*

Pin ESP32	Komponen
VIN/5V	Pin VCC pada <i>oled display</i> , <i>brushless mini fan</i> , <i>water pump</i> , <i>soil moisture sensor</i> dan relay
GND	Pin GND pada <i>oled display</i> , <i>soil moisture sensor</i> dan relay
VP	Pin sinyal pada modul <i>soil moisture sensor</i>
D22	Pin SCL pada <i>oled display</i>
D21	Pin SCK pada <i>oled display</i>
D25	Pin sinyal pada relay

Penjelasan singkat mengenai *flowchart* pada Gambar 10. yaitu ketika sistem diaktifkan sensor-sensor pada sistem mulai bekerja menginisialisasi keadaan ladang, dan keadaan yang dibaca pada sensor yaitu suhu, kelembapan udara, pH air, dan



kelembapan pada tanah lalu data dari sensor diolah pada ESP32 kemudian data tersebut dikirim ke *cloud webserver* menggunakan *wifi* dan akhirnya ditampilkan pada *webpage*. *Output* dari sistem ini berupa data angka dan grafik untuk dimonitor dan dianalisa oleh *user*.

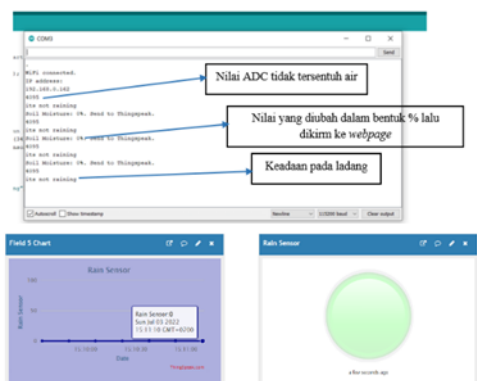


Gambar 10 *Flowchart* kerja sistem

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan ini atas dilakukan pengujian terhadap masing-masing rangkaian yang telah dibuat. Hasil pengujian ini akan digunakan untuk bahan perbandingan dengan rangkaian alat yang telah dibuat. Adapun bagian-bagian sistem yang akan diuji berikut hasil pengujian pada setiap bagian sistem.

Pengujian pada *raindrop* sensor bertujuan untuk mengetahui kondisi cuaca ladang dimana hasil dari pengujian *raindrop* sensor bisa menjadi acuan apakah keadaan diladang sedang hujan atau cerah. Metode pengujian yang digunakan yaitu dengan melihat kondisi data ADC kemudian akan ditampilkan pada *serial monitor* pada *software arduino IDE* dan pada *webpage*. Ilustrasi pengujian sensor keadaan *normal* ada pada Gambar 11 dan hasil pengujian pada Tabel 5



Gambar 11 Pengujian *Raindrop* sensor dalam keadaan *normal*.

Tabel 5. Hasil pengujian *raindrop* sensor dalam keadaan *normal*

No	Hasil aktual	Hasil %	Hasil pada <i>webpage</i> (%)	Error	Delay	Indikasi lampu
1.	4095	0	0	0 %	15 s	Off
2.	4095	0	0	0 %	15 s	Off
3.	4095	0	0	0 %	15 s	Off

Thingspeak dengan *delay* minimal 15 detik, lalu kita bisa menentukan kondisi pada ladang hujan atau cerah berdasarkan data yang dihasilkan. Hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 12. Tabel 6. akan menunjukkan data hasil pengujian dari *raindrop* sensor dalam keadaan aktif



Gambar 12 Pengujian *Raindrop* sensor dalam keadaan aktif.

Tabel 6. Hasil pengujian *raindrop* sensor dalam keadaan aktif.

No	Hasil aktual	Hasil %	Hasil pada <i>webpage</i> (%)	Error	Delay	Indikasi lampu
1.	2005	87	87	0 %	15 s	ON
2.	2038	86	86	0 %	15 s	ON
3.	2060	85	85	0 %	15 s	ON

Hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 12. dapat terlihat keadaan aktif yang artinya bagian *sensingpad* pada *raindrop* sensor tersentuh air dan indikasi lampu aktif. Tabel 6. akan menunjukkan data hasil pengujian dari *raindrop* sensor dalam keadaan aktif.

Pengujian dari sensor DHT22 dilakukan dengan cara komparasi dari alat *standart* dan dari *webpage* yang sudah dibuat. Hasil pengujian akan ditampilkan pada *serial monitor* pada *display oled*, dan pada *webpage* Thingspeak dengan *delay* minimal 15 detik, lalu kita bisa menentukan kondisi suhu dan kelembapan pada ladang berdasarkan data yang dihasilkan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 13.



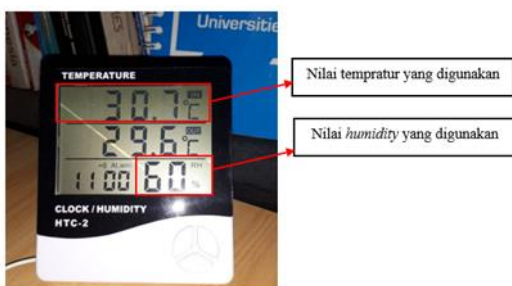
Gambar 13. Pengujian DHT sensor dan *webpage* sensor.

Hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 13. dapat terlihat keadaan aktif yaitu sensor DHT 22 membaca keadaan suhu dan kelembapan disekitarnya dan data yang dihasilkan ditampilkan pada oled *display* dan *webpage*. Tabel 7. akan menunjukkan data hasil pengujian DHT 22 sensor dalam keadaan aktif.

Tabel 7. Hasil pengujian sensor DHT22 keadaan aktif

No	Hasil oled		Hasil webpage		Error	Delay
	Humidity	°C	Humidity	°C		
1.	66.60 %	31.20	66.60 %	31.20	0 %	15 s
2.	66.40 %	31.10	66.40 %	31.10	0 %	15 s
3.	67.30 %	31.30	67.30 %	31.30	0 %	15 s

Kemudian hasil pengujian dari sensor DHT dibandingkan dengan data pada *hygrometer* untuk mendapatkan tingkat keerroran yang dihasilkan pada alat yang diteliti. Hasil pada *hygrometer* dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Pengujian dengan *hygrometer*.

Dari pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 13. selanjutnya akan dibandingkan dengan hasil

pengujian pada Gambar 14. dan akhirnya kita mendapatkan hasil perbandingan *error* pada alat yang diteliti dengan *hygrometer* yang digunakan.

Setelah mendapatkan hasil pengujian kita menghitung tingkat keerroran atau % *error* dari hasil perbandingan alat yang diteliti dan alat standar menggunakan rumus 1.

$$\% \text{ error} = \frac{\text{Alat penelitian} - \text{Alat standart}}{\text{Alat standart}} \times 100 \quad (1)$$

Dengan :

*Alat penelitian* = Hasil data *Alat penelitian*

*Alat standart* = Hasil data *Alat standart*

Dengan menggunakan rumus (1) penulis bisa menghitung tingkat keerroran dan sekaligus menunjukkan hasil pengujian keseluruhan pada Tabel 9. yang menunjukkan data hasil keseluruhan pengujian dari sensor DHT 22 pada keadaan aktif.

Tabel 8. Hasil pengujian keseluruhan sensor DHT22.

No	Hasil oled		Hasil webpage		Hsail <i>hygrometer</i>		Error Humidity	Error Temperature
	Humidity	°C	Humidity	°C	Humidity	°C		
1.	66.60 %	31.20	66.60 %	31.20	60 %	30.70	11 %	1.62 %
2.	66.40 %	31.10	66.40 %	31.10	60 %	30.40	10.66 %	2.30 %
3.	67.30 %	31.30	67.30 %	31.30	61 %	30.90	10.32 %	1.29 %
Rata-rata							10.66 %	1.73 %

Dari hasil pengujian pada Tabel 8. kita dapat menyimpulkan bahwa sensor DHT 22 dapat bekerja dengan baik dengan koneksi antara alat dan *webpage* dengan indikasi tidak ada distorsi dari data yang dihasilkan yaitu 0 % tingkat keerroran dengan *delay* 15 detik. Namun pada Tabel 8. terjadi keerroran dari perbandingan data antara alat dengan *hygrometer* tingkat keerroran terjadi karena perbedaan kualitas antara sensor yang digunakan dengan *hygrometer* dan perbandingan tersebut menunjukkan bahwa teori yang digunakan belum tentu sama dengan hasil yang diuji pada lapangan namun tingkat keerroran sensor ini masih bisa ditoleransi karena masih dibawah ambang batas dari yang diinginkan yaitu dibawah 20 % yaitu dengan rata-rata *error humidity* 10.66% dan temperature sebesar 1.73%.

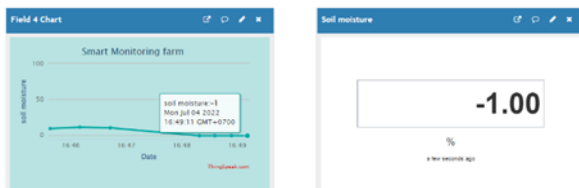
Hasil Pengujian sensor *capasitive soil moisture* yaitu ketika tingkat kelembapan tanah yang dibaca oleh sensor akan ditampilkan pada *display* oled dan *webpage* untuk dimonitoring. Jika tingkat kelembapan tanah melebihi ambang batas yang ditentukan pada program maka secara otomatis *waterpump* aktif dan mengairi tanah pada tingkat

kelembapan tertentu maka *waterpump* otomatis akan berhenti bekerja. Ilustrasi pengujian ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Pengujian sensor *capasitive soil moisture*.

Pengujian dilakukan pada 2 tahap, yaitu tahap *normal* yaitu ketika tanah dalam keadaan kering dan selanjutnya tahap aktif yaitu ketika tanah dalam keadaan basah atau lembap yang nantinya sensor *capasitive soil moisture* membaca keadaan kelembapan kondisi tanah tersebut. Ilustrasi hasil pengujian tanah pada tahap *normal* dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Pengujian sensor *capasitive soil moisture* tahap *normal*.

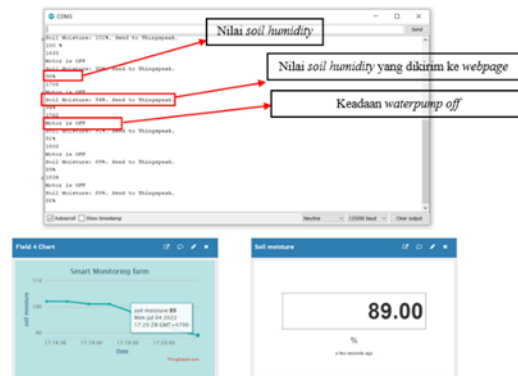
Pengujian yang ditunjukkan pada gambar 16. dapat terlihat sensor dalam keadaan *normal* dan tingkat kelembapan tanah rendah. Tabel 9. akan menunjukkan data hasil pengujian sensor *capasitive soil moisture* dalam keadaan *normal*.

Tabel 9. Hasil pengujian sensor *capasitive soil moisture* tahap *normal*.

No	Hasil oled	Hasil webpage	Error	Delay	Waterpump
	Soil Humidity	Soil Humidity			
1.	0 %	1 %	1 %	15 s	On
2.	2 %	2 %	0 %	15 s	On
3.	3 %	3 %	0 %	15 s	On

Hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 9. Menunjukkan ada sedikit *error* pada pembacaan pertama namun *error* tersebut merupakan distorsi dari pengiriman data yang tidak selaras dari alat ke *webpage*. Selanjutnya untuk pengujian sensor *capasitive soil moisture* pada tahap aktif yaitu ketika

sensor membaca keadaan tanah basah yang diilustrasikan pada Gambar 17.



Gambar 17. Pengujian sensor *capasitive soil moisture* tahap aktif.

Pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 17. dapat terlihat sensor dalam keadaan aktif dan tingkat kelembapan tanah tinggi. Tabel 10. akan menunjukkan data hasil pengujian sensor *capasitive soil moisture* dalam keadaan aktif.

Tabel 10. Hasil pengujian sensor *capasitive soil moisture* tahap aktif.

No	Hasil oled	Hasil webpage	Error	Delay	Waterpump
	Soil Humidity	Soil Humidity			
1.	96 %	96 %	0 %	15 s	Off
2.	91 %	91 %	0 %	15 s	Off
3.	89 %	89 %	0 %	15 s	Off

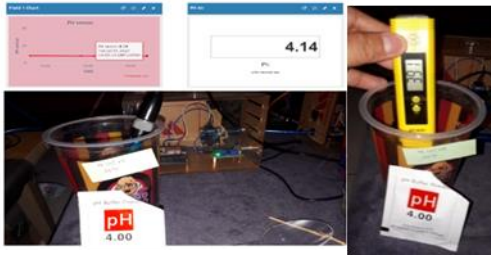
Dari hasil pengujian sensor *capasitive soil moisture* pada tahap aktif tidak terjadi error dalam pembacaan alat *display* oled maupun *webpage*.

Pengujian sensor pH dilakukan dengan cara mengkomparasi data yang dihasilkan dan ditampilkan pada *display* oled dan *webpage* dengan alat *pHmeter* yang berstandar yang nantinya data tersebut akan digunakan sebagai acuan apakah keadaan air yang digunakan dalam keadaan asam atau basa. Ilustrasi pengujian sensor pH bisa dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Ilustrasi pengujian sensor pH.

Pengujian pH sensor pada penelitian ini menunjukkan bahwa sensor dalam keadaan aktif dan mengkalibrasi larutan pH 4.00. Tabel 12. akan menunjukkan data hasil pengujian sensor pH 4.00 dalam tahap aktif. Selanjutnya pengujian dilanjutkan dengan membandingkan hasil pada *pHmeter* berstandar dengan hasil pada alat penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 19 dan hasil pengujian pada Tabel 11.



Gambar 19. Ilustrasi pengujian pH 4.00 dengan *pHmeter*.

Tabel 11. Hasil pengujian sensor pH 4.00 tahap aktif.

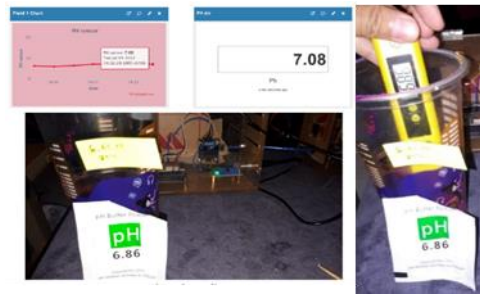
No	Hasil oled	Hasil webpage	Error	Delay
	Sensor pH	Sensor pH		
1.	4.14	4.14	0 %	15 s
2.	4.11	4.11	0 %	15 s
3.	4.10	4.10	0 %	15 s

Akhirnya kita mendapatkan hasil perbandingan *error* pada alat yang diteliti dengan *pHmeter* yang digunakan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil pengujian sensor pH 4.00 dengan *pHmeter*.

No	Hasil oled	Hasil webpage	Hasil <i>pHmeter</i>	Error
	Sensor pH	Sensor pH		
1.	4.14	4.14	3.91	5.88 %
2.	4.11	4.11	3.91	5.11 %
3.	4.10	4.10	3.91	4.85 %
Rata-rata				5.28 %

Dari hasil pengujian pada Tabel 13 kita dapat menyimpulkan bahwa sensor pH dapat bekerja dengan baik dan keerroran dari perbandingan alat yang diteliti dengan *pHmeter* masih bisa ditoleransi dengan rata-rata keerroran 5.28 %.



Gambar 20. Ilustrasi pengujian pH 6.86.

Pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 20. dapat terlihat sensor dalam keadaan aktif dan mengkalibrasi larutan pH 6.86. Selanjutnya pengujian dilanjutkan dengan membandingkan hasil pada *pHmeter* berstandar. Tabel 13. akan menunjukkan data hasil pengujian sensor pH 6.86 dalam tahap aktif.

Tabel 13. Hasil pengujian sensor pH 6.86 tahap aktif.

No	Hasil oled	Hasil webpage	Error	Delay
	Sensor pH	Sensor pH		
1.	7.08	7.08	0 %	15 s
2.	7.06	7.06	0 %	15 s
3.	7.10	7.10	0 %	15 s

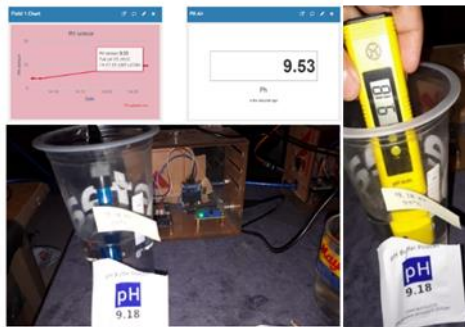
Akhirnya kita mendapatkan hasil perbandingan *error* pada alat yang diteliti dengan *pHmeter* yang digunakan pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil pengujian sensor pH 6.86 dengan *pHmeter*.

No	Hasil oled	Hasil webpage	Hasil <i>pHmeter</i>	Error
	Sensor pH	Sensor pH		
1.	7.08	7.08	6.86	3.20 %
2.	7.06	7.06	6.86	2.91 %
3.	7.10	7.10	6.86	3.49 %
Rata-rata				3.20 %

Dari hasil pengujian pada Tabel 14. kita dapat menyimpulkan bahwa sensor pH dapat bekerja dengan baik dan keerroran dari perbandingan alat yang diteliti dengan *pHmeter* masih bisa ditoleransi dengan rata-rata keerroran 3.29 %.





Gambar 21. Ilustrasi pengujian pH 9.18

Pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 21. dapat terlihat sensor dalam keadaan aktif dan mengkalibrasi larutan pH 9.18. Tabel 15. Selanjutnya pengujian dilanjutkan dengan membandingkan hasil pada *pHmeter* berstandar.

Tabel 15. Hasil pengujian sensor pH 9.18 tahap aktif.

No	Hasil oled	Hasil <i>webpage</i>	<i>Error</i>	<i>Delay</i>
	Sensor pH	Sensor pH		
1.	9.53	9.53	0 %	15 s
2.	9.49	9.49	0 %	15 s
3.	9.47	9.47	0 %	15 s

Akhirnya kita mendapatkan hasil perbandingan *error* pada alat yang diteliti dengan *pHmeter* yang digunakan pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil pengujian sensor pH 9.18 dengan *pHmeter*.

No	Hasil oled	Hasil <i>webpage</i>	Hasil <i>pHmeter</i>	<i>Error</i>
	Sensor pH	Sensor pH		
1.	9.53	9.53	9.18	3.81 %
2.	9.49	9.49	9.18	3.37 %
3.	9.47	9.47	9.18	3.15 %
Rata-rata				3.44 %

Dari hasil pengujian pada Tabel 16. kita dapat menyimpulkan bahwa sensor pH dapat bekerja dengan baik dan keerroran dari perbandingan alat yang diteliti dengan *pHmeter* masih bisa ditoleransi dengan rata-rata keerroran 3.44 %.

#### 4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan hasil analisis yang diperoleh pada pengujian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dengan cara mensinkronkan *delay* antara ESP32 dengan *webpage* pada Thingspeak kita dapat mendapatkan hasil tampilan real time data. Namun

masih ditemukan perbedaan atau distorsi dari hasil pengujian tampilan data pada oled *display* dengan *webpage*, dan pengujian masing-masing sensor yang digunakan dengan alat berstandar sebagai alat bantu pengujian dikarenakan berbagai faktor yaitu seperti kondisi lapangan yang berbeda dengan teori, kualitas dari sensor tersebut yang kurang baik ataupun kesalahan hipotesa dari saya selaku penulis penelitian ini.

2. Distorsi dan *delay* pengiriman data pada penelitian ini masih bisa terbilang minimal dikarenakan frekuensi pengiriman data pada *cloud* Thingspeak telah disesuaikan antara *delay* pada *webpage* dengan ESP32.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. N. Balaji, V. Nandhini, S. Mithra, N. Priya, and R. Naveena, "IoT based smart crop monitoring in farm land," *Imp. J. Interdiscip. Res. IJIR*, vol. 4, no. 1, pp. 88–92, 2018.
- [2] A. Maulana, "Smart Irrigation System Berbasis Arduino," *ELKHA J. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 2, pp. 115–121.
- [3] F. Fatkhurrahman, S. Siswoyo, and A. Azhar, "Penggunaan Pupuk Bio Mikoriza Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonium* L) Sebagai Salah Satu Penerapan Pertanian Berkelanjutan," *J. Inov. Penelit.*, vol. 1, no. 3, pp. 133–148, 2020.
- [4] E. Z. Kafiar, E. K. Allo, and D. J. Mamahit, "Rancang Bangun Penyiram Tanaman Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Kelembaban YL-39 Dan YL-69," *J. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 7, no. 3, pp. 267–276, 2018.
- [5] F. Fadliondi, H. Isyanto, and B. Budiyanto, "Bypass Diodes for Improving Solar Panel Performance," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 8, no. 5, p. 2703, 2018.
- [6] R. Samsinar, R. R. F. Mulyadi, and D. A. Prambudi, "Sistem Monitoring Besaran Listrik dan Energi Penerangan Jalan Umum Secara Realtime Berbasis Web," *Resist. Elektron. KEndali Telekomun. Tenaga List. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–12, 2018.

- [7] H. Isyanto, W. Ibrahim, and Z. A. Meilisha, "Desain Monitoring Human Tracking dengan RFID dan GPS," *Resist. Elektron. Kendali Telekomun. Tenaga List. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 9–16, 2020.
- [8] H. Muchtar and R. S. Hakiki, "Monitoring Suhu Kelembaban dan Polusi Udara Berbasis Raspberry Pi 3 dengan Menggunakan Transmisi Radio Frekuensi," *Resist. Elektron. Kendali Telekomun. Tenaga List. Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 61–70, 2020.
- [9] H. Muchtar and T. Firmansyah, "Perancangan dan Simulasi Antena Helix Pada Frekuensi 2, 4 GHz," *eLEKTUM*, vol. 15, no. 2, 2018.
- [10] R. Samsinar, R. Septian, and F. Fadlioni, "Alat Monitoring Suhu Kelembapan dan Kecepatan Angin dengan Akuisisi Database Berbasis Raspberry Pi," *Resist. Elektron. Kendali Telekomun. Tenaga List. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 29–36, 2020.
- [11] S. Bahri and K. Fikriyah, "PROTOTYPE MONITORING PENGGUNAAN DAN KUALITAS AIR BERBASIS WEB MENGGUNAKAN RASPBERRY PI," *eLEKTUM*, vol. 15, no. 2, 2018.
- [12] J. Hrisko, "Capacitive soil moisture sensor theory, calibration, and testing," *no*, vol. 2, pp. 1–12, 2020.
- [13] H. R. Fajrin, U. Zakiyyah, and K. Supriyadi, "Alat Pengukur Ph Berbasis Arduino," *Med Tek J Tek Elektromedik Indones*, vol. 1, no. 2, 2020.
- [14] H. Harianingsih, S. Suwardiyono, and R. Wijanarko, "Perancangan Sistem Detektor Suhu Fermentasi Acetobacter Xylinum menggunakan Sensor DS18B20," *J. JTIK J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 2, no. 1, pp. 41–47, 2018.
- [15] A. Ramschie, J. Makal, R. Katuuk, and V. Ponggawa, "Pemanfaatan ESP32 Pada Sistem Keamanan Rumah Tinggal Berbasis IoT," in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2021, pp. 175–181.