

Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering
Universitas Aisyah Pringsewu



Journal Homepage

<http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>



**PERANCANGAN SISTEM INSTRUMENTASI BERBASIS *INTERNET OF THINGS*
PADA *MODERN AGRICULTURE***

Sulistio Nanda Reynara¹, Ulinnuha Latifa², Lela Nurpulaela³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Singaperbangsa Karawang

sulistio.nanda18034@student.unsika.ac.id, ulinnuha.latifa@ft.unsika.ac.id,
lela.nurpulaela@ft.unsika.ac.id

ABSTRACT

Indonesians depend on the agricultural sector as a source of daily livelihood. With rice as the staple food of Indonesian people, it is no stranger to the term seeding. The seeding process is the process of growing seeds until they become seedlings that are ready for planting. The importance of the seeding process is because, the seeding process serves to reduce the mortality that occurs in seeds. The superior quality of seedlings is influenced by several factors during the seeding process, namely: soil moisture, room temperature, room humidity and water pH. To maintain the optimality of the seeding process, it is carried out by monitoring these factors using 3 sensors, namely: the YL-69 sensor to monitor soil moisture, the DHT-11 sensor to monitor room temperature and room humidity, and the SEN0161 pH Meter sensor to monitor the pH of water. All three sensors are controlled by the NodeMCU ESP32 microcontroller to process the data. The level of accuracy is generated through comparison of sensors and conventional measurements. An accuracy of 99.16% for temperature and 99.66% for room humidity, while an accuracy value accuracy of 100% is produced on soil moisture and water pH. By monitoring these factors in the seeding process, the seeding can take place optimally and get superior seedling yields.

Keywords: *NodeMCU ESP32; DHT-11; YL-69; pH Meter SEN0161*

ABSTRAK

Masyarakat Indonesia menggantungkan hidupnya pada sektor pertanian sebagai sumber mata pencaharian sehari-hari. Dengan beras sebagai makanan pokok masyarakat Indonesia, tidak asing dengan istilah penyiaman. Proses penyiaman merupakan proses untuk menumbuhkan benih hingga menjadi bibit yang siap tanam. Pentingnya proses penyiaman dikarenakan, proses penyiaman berfungsi untuk mengurangi kematian yang terjadi pada benih. Kualitas bibit yang unggul dipengaruhi oleh beberapa faktor selama proses penyiaman, yaitu: kelembaban tanah, suhu ruangan, kelembaban ruangan dan pH air. Untuk menjaga keoptimalan proses penyiaman dilakukan dengan memantau faktor-faktor tersebut menggunakan 3 sensor, yaitu: sensor YL-69 untuk memantau kelembaban tanah, sensor DHT-11 untuk memantau suhu ruangan dan kelembaban ruangan, dan sensor pH Meter SEN0161 untuk memantau pH air. Ketiga sensor tersebut dikontrol oleh mikrokontroler NodeMCU ESP32 untuk memproses data. Tingkat akurasi dihasilkan melalui perbandingan sensor dan pengukuran konvensional. Akurasi 99,16% untuk suhu dan 99,66% pada kelembaban ruangan, sedangkan akurasi nilai akurasi 100% dihasilkan pada kelembaban tanah dan pH air. Dengan memantau faktor-faktor tersebut pada proses penyiaman, maka penyiaman dapat berlangsung optimal dan mendapatkan hasil bibit yang unggul.

Kata Kunci: *NodeMCU ESP32; DHT-11; YL-69; pH Meter SEN0161*

I. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan bidang yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Sektor pertanian berperan dalam menyediakan pangan bagi masyarakat. Petani menghasilkan berbagai macam pangan yang dibutuhkan masyarakat. Beras merupakan kebutuhan pangan utama bagi masyarakat Indonesia, tetapi tingginya tingkat konsumen belum bisa diimbangi dengan hasil panen dari petani beras. Di Indonesia, sektor pertanian merupakan sektor peningkat perekonomian negara karena sektor pertanian berkontribusi terhadap PDB negara hingga 14 % dan sektor pertanian dapat menerima tenaga kerja hingga 43 juta orang [1]. Indonesia merupakan negara agraris dikarenakan negara Indonesia memiliki masyarakat yang bergantung pada sektor pertanian yang memiliki lahan yang luas [2]. Petani melakukan penyemaian untuk menghasilkan bibit yang berkualitas. Penyemaian merupakan kegiatan yang dilakukan untuk memproses dari benih menjadi bibit. Penyemaian ini penting dilakukan dikarenakan kecilnya ukuran benih menjadikan benih rentan bila langsung ditanam ke lahan pertanian. Ada beberapa tanaman yang harus dilakukannya penyemaian, salah satunya yaitu padi.

Pada proses penyemaian memiliki banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan dari penyemaian tersebut. Beberapa faktor diantaranya adalah; suhu ruangan, kelembaban udara, kelembaban tanah dan kadar *Power of Hydrogen* (pH) air. Pada faktor pertama yaitu suhu, diharuskan memiliki suhu yaitu berkisar antara 25 °C- 30 °C dan kelembaban udara berkisar 40 %-50 % dengan jumlah air yang diharuskan bisa membasahi seluruh media tanam dalam proses penyemaian [3]. Faktor kedua terakhir yaitu keadaan tanah yang dimana kesuburan tanah memiliki peran penting untuknya menyediakan unsur hara. Kelembaban tanah Kesuburan tanah memiliki beberapa aspek salah satu diantaranya adalah memiliki pH yang netral, pH yang netral memiliki nilai berkisar 6,6-7,0 [4]. Kurangnya tingkat kelembaban tanah dapat menyebabkan kelayuan pada tanaman. Kelembaban tanah yang optimal bagi sebagian jenis tumbuhan berkisar antara 50 % hingga 70 % [5]. Faktor terakhir yaitu kadar pH air sangat penting dilakukan untuk mengetahui baik buruknya kualitas air. Penyediaan air bersih dengan kualitas buruk menimbulkan dan

mengakibatkan dampak buruk bagi kesehatan tanaman yaitu timbulnya berbagai penyakit. Perubahan kadar pH air dapat menyebabkan berubah bau, rasa dan warna air. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan (PERMENKES) nomor 416 tahun 1990 tentang syarat syarat dan pengawasan kualitas air bahwa standar kualitas air bersih yang baik yaitu memiliki kadar pH 6,5 sampai 9,0 [6].

Dari beberapa faktor keberhasilan dari penyemaian yang sudah dijelaskan sebelumnya, tidak luput untuk penyemaian padi memiliki ciri khusus yaitu umur benih padi saat persemaian selama 15 hari, dikarenakan pada umur persemaian saat 15 hari lebih siap untuk beradaptasi dengan lingkungan barunya atau lahan pertaniannya [3]. Dikarenakan begitu pentingnya proses penyemaian padi, maka diusahakan untuk tetap menjaga kualitas saat penyemaian, dengan cara menjaga faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan penyemaian padi ini. Untuk menjaga kualitas saat penyemaian, dibutuhkan alat untuk membantu menjaga kualitas tersebut dengan selalu memonitoring dan melakukan kendali dengan bantuan alat yang dapat memonitoring suhu ruangan, kelembaban udara, kelembaban tanah dan kadar pH air dengan melakukan kendali yang mengusahakan keadaan menjadi optimal.

Perkembangan teknologi berkembang sangat pesat dan berperan di berbagai bidang sehingga dapat mendukung aktivitas manusia sehari-hari. Perkembangan teknologi dapat mendukung aktivitas di berbagai bidang, termasuk pada sektor pertanian [7]. Perkembangan teknologi tersebut merupakan penggunaan sensor-sensor untuk pengukuran. Secara umum sensor didefinisikan sebagai piranti yang mengubah besaran- besaran fisis (magnetik, radiasi, mekanik, dan termal) atau kimia menjadi besaran listrik [8]. Pengukuran merupakan hal yang sangat penting dalam dunia ilmu pengetahuan khususnya di dalam ilmu teknik. Pengukuran dalam ilmu teknik digunakan sebagai sistem proteksi atau sistem kendali suatu proses. Pengukuran berperan membantu pekerjaan manusia dan memberikan manfaat kemudahan bagi teknisi dalam menentukan nilai besaran suatu kuantitas suatu variabel. Setiap sistem teknologi pengukuran tentu membutuhkan perangkat atau peralatan yang terdiri dari berbagai komponen elektronika [9]. Mininjau permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian “Perancangan Sistem Instrumentasi Berbasis

Internet of Things pada *Modern Agriculture*” dengan adanya penggunaan teknologi sensor yang dapat mengoptimalkan penyemaian benih padi dan menjaga kualitas saat penyemaian benih padi dengan mengukur parameter pada suhu ruangan, kelembaban udara, kelembaban tanah dan kadar pH air yang mengusahakan keadaan selalu menjadi optimal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler

Teknologi mikrokontroler merupakan suatu sistem mikroprosesor lengkap yang terdapat dalam *chip*. Mikrokontroler berfungsi untuk membaca dan menulis suatu data. Mikrokontroler merupakan komputer yang terdapat *chip* dan berfungsi untuk mengontrol peralatan elektronik yang menekan efisiensi dan efektifitas biaya. Mikrokontroler disebut juga pengendali kecil dimana sistem elektronik yang memerlukan komponen pendukung IC TTL dan CMOS dapat direduksi atau diperkecil dan terpusat hingga dikendalikan oleh mikrokontroler. Sebuah mikrokontroler umumnya terdapat komponen mikroprosesor, yaitu memori dan antarmuka I/O dan beberapa mikrokontroler memiliki ADC, PLL, EEPROM, dan mikroprosesor hanya terdapat CPU [10].

2.2 NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32 merupakan mikrokontroler penerus dari mikrokontroler ESP8266. NodeMCU ESP32 memiliki *pin out*, *pin analog*, memori lebih banyak dan terdapat *bluetooth 4.0* serta tersedia *Wireless Fidelity* (WiFi) yang berfungsi untuk pengaplikasian IoT dengan mikrokontroler ESP32 [11]. Perbedaan lainnya antara ESP32 dengan ESP8266 adalah pada bagian prosesornya. ESP32 dilengkapi dengan Dual-Core 32 bit, sehingga ESP32 mempunyai kinerja lebih cepat [12]. Ada banyak model dari ESP32 *Development Kit* yaitu *board* untuk membuat aplikasi dengan ESP32, diantara lain yaitu NodeMCU ESP32 DEVKIT V1.



Gambar 1 Mikrokontroler NodeMCU ESP32

Pada gambar 1 merupakan NodeMCU ESP32. Mikrokontroler NodeMCU memiliki keunggulan diantaranya berupa fitur berupa koneksi jaringan internet.

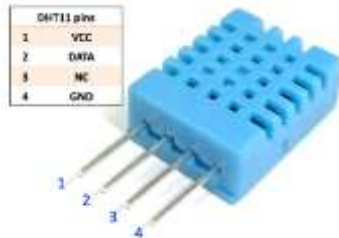
2.3 *Internet of Things* (IoT)

IoT merupakan suatu konsep terhubungnya suatu benda sekitar kita dengan suatu jaringan [13]. IoT merupakan sebuah konsep komputasi menggambarkan masa depan, dimana objek fisik bisa terhubung melalui internet dan teridentifikasi langsung dengan perangkat lain [14]. IoT merupakan arsitektur informasi berbasis internet untuk memfasilitasi pertukaran data. IoT bertujuan menyediakan pertukaran sesuatu dengan cara aman dan dapat diandalkan. Perkembangan IoT digunakan pada suatu sistem *monitoring* berbasis jaringan sebagai jalur komunikasinya. IoT merupakan sebuah sistem *monitoring* yang digunakan diberbagai tempat dalam satu waktu sehingga meningkatkan *availability* dan *accessibility* dari suatu sistem. IoT menghubungkan berbagai objek dan bertukaran data. Suatu sistem *monitoring* mudah di akses menggunakan koneksi internet, sehingga menunjang suatu yang memiliki objek benih padi. Dengan sistem *monitoring* berbasis IoT, penyemaian benih padi dapat dipantau serta proses pertukaran data dari perangkat pengukur ke perangkat yang digunakan oleh pengguna melalui koneksi internet dapat mengakses sistem *monitoring* yang telah berlangsung [14].

2.4 DHT-11

DHT-11 merupakan sensor yang menggunakan kalibrasi sinyal digital dan dapat memberikan informasi suhu dan kelembaban udara. DHT-11 adalah komponen sensor dengan tingkat stabilitas sangat baik dengan fitur kalibrasi yang akurat. Koefisien kalibrasi disimpan pada *one time-programmable* (OTP) *program memory*, sehingga ketika sensor mendeteksi maka *module* menyertakan

koefisien dalam kalkulasinya dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, dengan spesifikasi pada tabel 2.2. Prinsip kerja DHT-11 yaitu dengan memanfaatkan perubahan kapasitif perubahan posisi bahan dielektrik diantara kedua keping, pergeseran posisi sebuah keping dan luas keping berhadapan langsung [15].



Gambar 2 Sensor DHT-11

Pada gambar 2 merupakan bentuk dari Sensor DHT-11 yang berfungsi untuk mengukur suhu udara dan kelembaban ruangan sekaligus. Didalamnya DHT-11 terdapat *thermistor* dengan tipe *Negative Temperature Coefficient* (NTC) berfungsi mengukur suhu, dan kelembaban dengan karakteristik resistif terhadap perubahan kadar air di udara serta terdapat *chip* yang terdapat didalamnya dengan melakukan konversi *analog* ke *digital* dan mengeluarkan *output* dengan format *single-wire bi-directional* [16].

2.5 YL-69

YL-69 merupakan sensor yang mampu mengukur kelembaban tanah. Cara menggunakan sensor YL-69 yaitu dengan membenamkan *probe* sensor ke dalam tanah dan sensor membaca kondisi kelembaban tanah. Hasil pembacaan sensor diukur melalui *value* yang telah tersedia pada sensor YL-69. Sensor YL-69 mempunyai kekurangan yaitu sensor mudah korosi atau berkarat dikarenakan sensor tidak dapat bekerja dengan optimal di luar ruangan. Sensor YL-69 mempunyai dua buah *probe* untuk melewati arus melalui tanah sehingga resistansi sensor membaca dan mendapatkan nilai tingkat kelembaban tanah. Dengan banyak air yang mengenai *probe* pada tanah maka *probe* lebih mudah mengalirkan arus listrik, dan ketika *probe* tidak terkena air maka lebih sulit untuk menghantarkan arus. Modul YL-69 terdapat 3 buah *pin* yaitu *analog output*, *ground*, dan *power*. YL-69 membutuhkan tegangan daya 3.3 Volt atau 5 Volt dengan keluaran tegangan 0-4.2 Volt [17].



Gambar 3 Sensor YL-69

Pada gambar 3 merupakan Sensor YL-69 yang berfungsi sebagai sensor yang dapat mendeteksi kelembaban tanah. Sensor ini sangat membantu untuk mengingatkan tingkat kelembaban pada tanaman atau memantau kelembaban tanah [18].

2.6 pH Meter SEN0161

Sensor SEN0161 pH Meter berfungsi sebagai pendeteksi kadar pH air. SEN0161 pH Meter merupakan sensor yang bekerja apabila semakin banyak elektron pada sampel maka semakin bernilai asam begitupun sebaliknya, karena pada batang SEN0161 pH Meter berisikan larutan elektrolit lemah [19].



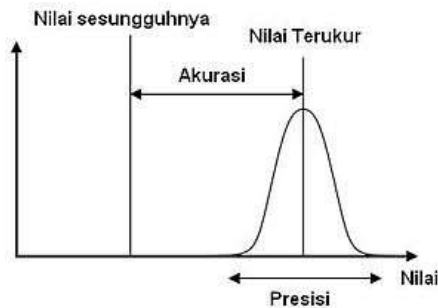
Gambar 4 Sensor pH Meter SEN0161

Pada gambar 4 merupakan Sensor pH Meter SEN0161 banyak digunakan dalam analisis kimia kuantitatif. *Probe* pH Meter mengukur kadar pH seperti aktivitas ion-ion hidrogen yang mengelilingi bohlam kaca berdinding tipis pada ujungnya [19].

2.7 Pengukuran Sistem Instrumentasi

Pada pengukuran sistem instrumentasi terdapat 3 parameter yang akan diuji. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran akan digunakan untuk menghitung parameter akurasi, *error*, dan presisi atau *repeatability*. Akurasi merupakan suatu sistem pengukuran tingkat kedekatan pengukuran kuantitas terhadap nilai yang sebenarnya [20]. *Error* berhubungan langsung dengan akurasi, dengan mengetahui akurasi atau *error* maka nilai yang dicari bisa didapatkan dengan mudah. *Error* atau

kesalahan merupakan perbedaan antara nilai sebenarnya dengan nilai terukur dari besaran-besaran tertentu [21]. Parameter selanjutnya yaitu presisi atau *repeatability*. Presisi atau *repeatability* merupakan pengulangan pengukuran dalam kondisi yang tidak berganti mendapatkan hasil yang sama [20]. Maka pengukuran dapat dikatakan akurat, akurat tidak tepat atau tepat tidak akurat dan tidak tepat dan tidak akurat.



Gambar 5 Hubungan Antara Akurasi dan Presisi

Pada gambar 5 menunjukkan kedekatan akurasi hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya. Presisi menunjukkan bahwa nilai presisi tidak jauh perbedaan nilai pada saat dilakukan pengulangan pengukuran. Untuk mendapatkan menilai nilai akurasi, *error*, dan presisi dapat dilihat pada rumus dibawah ini [22].

$$\%Akurasi = \left| \frac{Y - X_n}{Y} \right| \times 100\% \quad (1)$$

$$\%Error = \left(1 - \left| \frac{Y - X_n}{Y} \right| \right) \times 100\% \quad (2)$$

$$\%Presisi = \left(1 - \left| \frac{X_n - \bar{X}_n}{\bar{X}_n} \right| \right) \times 100\% \quad (3)$$

Y = Nilai Sebenarnya

X_n = Nilai Parameter Terukur

\bar{X}_n = Rata-rata nilai parameter n terukur

III. METODOLOGI

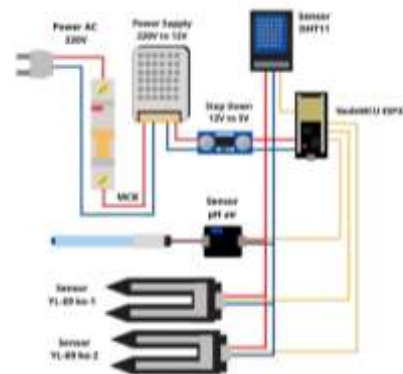
3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat keras sistem instrumentasi pada modern agriculture. Secara umum rancangan sistem yang akan dibuat ditunjukkan dalam diagram blok.



Gambar 6 Blok Diagram Sistem

Gambar 6 merupakan penjelasan bagaimana data dapat disajikan dari 3 input sensor, yaitu, sensor suhu, kelembaban udara, sensor kelembaban tanah dan sensor pH air. Sensor suhu dan kelembaban ruangan memiliki sinyal keluaran berupa sinyal digital, sensor kelembaban tanah dan sensor pH air memiliki sinyal keluaran berupa sinyal analog, jenis keluaran sinyal pada sensor mempengaruhi dalam penentuan jenis mikrokontroler sebagai pengolah data. Sensor yang digunakan yaitu sensor DHT-11, YL-69 dan sensor pH Meter SEN0161. Bentuk sinyal digital atau analog yang diperoleh oleh sensor-sensor akan dikirim ke mikrokontroler, mikrokontroler atau komponen yang berfungsi sebagai tempat proses pengolahan data yang digunakan yaitu mikrokontroler NodeMCU ESP32 DEVKIT V.1.



Gambar 7 Wiring Diagram

Gambar 7 merupakan tampilan dari desain wiring diagram yang akan digunakan pada penelitian ini. Dalam tampilan menjelaskan jalur kabel dari setiap komponen yang digunakan, terdiri dari: Power AC 220 Volt, Power Supply 220 Volt to 12 Volt, Step Down 12 Volt to 5 Volt, NodeMCU ESP32, DHT-11, YL-69 dan pH Meter SEN0161. Tegangan awal merupakan tegangan AC yang kemudian mengalir ke MCB sebagai pemutus daya rangkaian listrik ketika arus listrik terjadi arus hubung singkat. Tegangan AC kemudian masuk ke power supply 220 V to 12 V berfungsi untuk mengubah arus AC menjadi DC. Sensor-sensor mendapatkan 5V dari step down secara langsung tanpa melalui NodeMCU ESP32, dikarenakan apabila melalui NodeMCU ESP32 maka tegangan yang diterima oleh sensor tidak merata atau tidak stabil dan dapat menimbulkan ketidak optimalan dalam mengirimkan data ke NodeMCU ESP32.

3.2 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat lunak sistem instrumentasi pada modern agriculture. Rancangan sistem yang akan dibuat ditunjukkan dalam diagram alir.



Gambar 8 Flowchart Proses Pengambilan Data

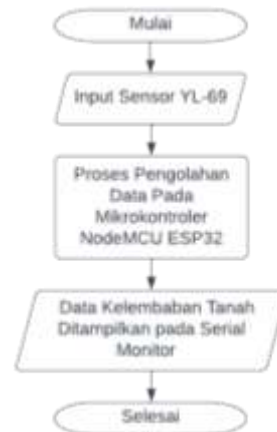
Gambar 8 merupakan penjabaran alur kerja pada penelitian ini dari mulai hingga selesai, yaitu, dimulai dengan pengambilan data keadaan lingkungan menggunakan sensor, lalu data yang diambil disesuaikan dengan standar yang sudah ditentukan dan pengolahan data dilakukan pada mikrokontroler. Data yang telah diolah oleh mikrokontroler maka akan ditampilkan pada serial monitor. Serial Monitor merupakan alat yang berfungsi mengirim dan menerima data serial. Pertukaran data diperoleh dan dihasilkan dari sensor sebagai masukan, mikrokontroler sebagai pengolahan data, dan serial monitor sebagai pengeluaran data.



Gambar 9 Flowchart Proses Pengambilan Data Sensor DHT-11

Gambar 9 diatas merupakan alur kerja sensor DHT-11 dari mulai hingga selesai, yaitu, sensor DHT-11 melakukan pengambilan data dari lingkungan lalu diolah data digitalnya. Bentuk yang dihasilkan sensor DHT-11 merupakan sinyal berbentuk sinyal digital. Data yang diperoleh oleh sensor DHT-11 kemudian

dilakukan pengiriman data dan proses pengolahan data pada NodeMCU ESP32 kemudian data suhu dan kelembaban ruangan ditampilkan pada serial monitor. Apabila data suhu dan kelembaban ruangan yang ditampilkan sudah sesuai, maka proses pengambilan data sensor DHT-11 berhasil dilakukan.



Gambar 10 Flowchart Proses Pengambilan Data Sensor YL-69

Gambar 10 merupakan penjabaran alur kerja dari mulai hingga selesai, dimulai dengan pengambilan data oleh sensor YL-69 dari lingkungan lalu diolah menjadi data analog. Bentuk yang dihasilkan sensor YL-69 merupakan sinyal berbentuk sinyal analog. Data yang diperoleh oleh sensor YL-69 kemudian dilakukan pengiriman data dan proses pengolahan data pada NodeMCU ESP32 kemudian data kelembaban tanah ditampilkan pada serial monitor. Apabila data kelembaban tanah yang ditampilkan sudah sesuai, maka proses pengambilan data sensor YL-69 berhasil dilakukan.



Gambar 11 Flowchart Proses Pengambilan Data Sensor pH Meter SEN0161

Gambar 11 merupakan penjabaran alur kerja pengambilan data lingkungan oleh sensor pH air yang diubah menjadi data analog. Bentuk

yang dihasilkan sensor pH Meter SEN0161 merupakan sinyal berbentuk sinyal analog. Data yang diperoleh oleh sensor pH Meter SEN0161 kemudian dilakukan pengiriman data dan proses pengolahan data pada NodeMCU ESP32 kemudian dilakukan proses pengolahan data pada NodeMCU ESP32 kemudian data kadar pH air ditampilkan pada serial monitor. Apabila data kelembaban tanah yang ditampilkan sudah sesuai, maka proses pengambilan data sensor pH Meter SEN0161 berhasil dilakukan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Sensor DHT-11

Dilakukan pengujian suhu ruangan, kelembaban tanah, dan sensor pH air pada penelitian ini. Keluaran dari sensor-sensor akan dibaca oleh NodeMCU ESP32. Dilakukan 30 kali percobaan untuk mendapatkan keakuratan sensor dan alat konvensional.

Table 1 Pengujian Akurasi dan Error Suhu Pada Sensor DHT-11

No	Waktu	Suhu (°C)		Accuracy (%)	Error (%)
		Termo (°C)	DHT11 (°C)		
1	07.00	29.8	28.8	96,3	3,7
2	11.00	35.2	35	99,5	0,5
3	14.00	41	41.8	98,1	1,9
4	18.00	31	31.2	99,4	0,6
5	22.00	28	27.2	97,2	2,8
6	07.00	30	29.2	97,4	2,6
7	11.00	37	36.8	99,5	0,5
8	14.00	51	50.6	99,3	0,7
9	18.00	30.8	31	99,4	0,6
10	22.00	28.5	28.1	98,6	1,4
11	07.00	28.2	28.5	99	1
12	11.00	45	44.7	99,4	0,6
13	14.00	47	46.9	99,8	0,2
14	18.00	31.4	31	98,8	1,2
15	22.00	27.8	27.3	98,3	1,7
16	07.00	28.7	28.8	99,7	0,3
17	11.00	39	39.1	99,8	0,2
18	14.00	46.1	46.5	99,2	0,8
19	18.00	29	29	100	0
20	22.00	27	27	100	0
21	07.00	28.2	28.5	99,9	0,1
22	11.00	40	40.5	99	1
23	14.00	46.7	46.9	99,6	0,4
24	18.00	31	31	100	0
25	22.00	27	27	100	0
26	07.00	28	28.2	99,3	0,7
27	11.00	41	41.5	98,8	1,2
28	14.00	43.7	43.8	99,8	0,2
29	18.00	31.6	31.6	100	0
30	22.00	27.5	27.6	99,7	0,3
Rata-rata				99,16	0,84

Pada tabel 1 diatas merupakan pengujian keakuratan dan *error* pembacaan sensor suhu ruangan dengan menggunakan sensor DHT-11. Pengujian dilakukan dengan pengambilan data suhu ruangan menggunakan sensor DHT-11 dan langsung dibandingkan dengan termometer ruangan. Pengujian dilakukan pada waktu yang sama dan berulang di setiap hari nya, pengujian dilakukan sebanyak 30 sampel. Akurasi ketepatan pembacaan sensor mendapatkan nilai hampir sempurna atau 100 %, lebih tepatnya akurasi untuk suhu mendapatkan nilai rata-rata 99,16 % dan *Error* pada pembacaan sensor mendapatkan nilai hampir tidak memiliki *error* sama sekali atau 0 %, lebih tepatnya *error* untuk suhu mendapatkan nilai rata-rata 0,84 %. Sensor DHT-11 mengirimkan sinyal *digital Serial (single-Wire Two Way)* dan pada spesifikasi DHT-11 ini memiliki akurasi yaitu $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (*temperature*) $\pm 5\%$ RH (*humidity*).

Table 2 Pengujian Presisi Suhu Pada Sensor DHT-11

No	Waktu Pengambilan	Pembacaan Suhu Pada DHT-11 (°C)	Repeatability (%)
1	07.00	28.8	95,6
2	11.00	35	83,9
3	14.00	41.8	61,4
4	18.00	31.2	96,5
5	22.00	27.2	90,3
6	07.00	29.2	96,9
7	11.00	36.8	78
8	14.00	50.6	33
9	18.00	31	97,2
10	22.00	28.1	93,3
11	07.00	28.5	94,6
12	11.00	44.7	51,8
13	14.00	46.9	44,5
14	18.00	31	97,2
15	22.00	27.3	90,6
16	07.00	28.8	95,6
17	11.00	39.1	70,3
18	14.00	46.5	45,8
19	18.00	29	96,3
20	22.00	27	89,6
21	07.00	28.5	94,6
22	11.00	40.5	65,7
23	14.00	46.9	44,5
24	18.00	31	2,9
25	22.00	27	89,6
26	07.00	28.2	95,6
27	11.00	41.5	62,4
28	14.00	43.8	54,7
29	18.00	31.6	95,2

No	Waktu Pengambilan	Pembacaan Suhu Pada DHT-11 (°C)	Repeatability (%)
30	22.00	27,6	91,6
Rata-rata		30,14	76,64

Pada tabel 2 merupakan pengujian presisi atau repeatability untuk pengukuran suhu yang menggunakan sensor DHT-11 sebagai nilai terukurnya. Diperoleh repeatability dengan rata-rata 76,64 %.

Table 3 Pengujian Akurasi dan Error Kelembaban Pada Sensor DHT-11

No	Waktu	Kelembaban		Accuracy (%)	Error (%)
		Hygro (%RH)	DHT11 (%RH)		
1	07.00	85	85	100	0
2	11.00	70	72	97,2	2,8
3	14.00	50	50	100	0
4	18.00	60	61	98,4	1,6
5	22.00	79	79	100	0
6	07.00	60	60	100	0
7	11.00	55	56	98,2	1,8
8	14.00	49	50	98	2
9	18.00	55	56	98,2	1,8
10	22.00	81	81	100	0
11	07.00	81	81	100	0
12	11.00	31	31	100	0
13	14.00	29	29	100	0
14	18.00	75	75	100	0
15	22.00	87	87	100	0
16	07.00	80	80	100	0
17	11.00	78	78	100	0
18	14.00	34	34	100	0
19	18.00	88	88	100	0
20	22.00	90	90	100	0
21	07.00	80	80	100	0
22	11.00	38	38	100	0
23	14.00	33	33	100	0
24	18.00	50	50	100	0
25	22.00	76	76	100	0
26	07.00	81	81	100	0
27	11.00	40	40	100	0
28	14.00	35	35	100	0
29	18.00	50	50	100	0
30	22.00	87	87	100	0
Rata-rata				99,16	0,84

Pada tabel 3 diatas merupakan pengujian besarnya keakuratan dan error yang didapat oleh sensor kelembaban ruangan yaitu sensor DHT-11. Pengujian dilakukan dengan pengambilan data kelembaban ruangan menggunakan sensor DHT-11 dan langsung dibandingkan dengan hygrometer ruangan. Pengujian dilakukan pada waktu yang sama dan berulang di setiap hari nya, pengujian dilakukan sebanyak 30 sampel. Untuk akurasi kelembaban

udara mendapatkan nilai rata-rata 99,66 % dan Error kelembaban udara mendapatkan nilai rata-rata 0,33. Sensor DHT-11 mengirimkan sinyal digital Serial (single-Wire Two Way) dan pada spesifikasi DHT-11 ini memiliki akurasi yaitu ± 2 °C (temperature) $\pm 5\%$ RH (humidity). Maka pembacaan sensor DHT-11 memiliki akurasi dan error tidak jauh berbeda dengan alat konvensional yang digunakan.

Table 4 Pengujian Presisi Kelembaban Ruangan Pada Sensor DHT-11

No	Waktu Pengambilan	Pembacaan Kelembaban Ruangan Pada DHT11 (%RH)	Repeatability (%)
1	07.00	85	63,66
2	11.00	72	84,51
3	14.00	50	80,20
4	18.00	61	97,84
5	22.00	79	73,29
6	07.00	60	96,24
7	11.00	56	89,82
8	14.00	50	80,20
9	18.00	56	89,82
10	22.00	81	70,08
11	07.00	81	70,08
12	11.00	31	49,72
13	14.00	29	46,52
14	18.00	75	79,70
15	22.00	87	60,45
16	07.00	80	71,68
17	11.00	78	74,89
18	14.00	34	54,54
19	18.00	88	58,85
20	22.00	90	55,64
21	07.00	80	71,68
22	11.00	38	60,95
23	14.00	33	52,93
24	18.00	50	80,20
25	22.00	76	78,10
26	07.00	81	70,08
27	11.00	40	64,16
28	14.00	35	56,14
29	18.00	50	80,20
30	22.00	87	60,45
Rata-rata		62,34	70,75

Pada tabel 4 merupakan pengujian presisi atau repeatability untuk pengukuran kelembaban ruangan yang menggunakan sensor DHT-11 sebagai nilai terukurnya. Diperoleh repeatability dengan rata-rata 70,75 %.

4.2 Hasil Pengujian Sensor YL-69

Dilakukan pengujian sensor YL-69 untuk mengukur kelembaban tanah. Keluaran dari sensor akan dibaca oleh NodeMCU ESP32.

Dilakukan 30 kali percobaan untuk mendapatkan keakuratan sensor dan alat konvensional.

Table 5 Pengujian Akurasi dan Error Sensor YL-69

No	Waktu	Kelembaban Tanah		Accuracy (%)	Error (%)
		Hygro (%RH)	YL-69 (%RH)		
1	07.00	75	75	100	0
2	11.00	72	72	100	0
3	14.00	65	65	100	0
4	18.00	50	50	100	0
5	22.00	48	48	100	0
6	07.00	40	40	100	0
7	11.00	35	35	100	0
8	14.00	28	28	100	0
9	18.00	19	19	100	0
10	22.00	70	70	100	0
11	07.00	60	60	100	0
12	11.00	55	55	100	0
13	14.00	48	48	100	0
14	18.00	33	33	100	0
15	22.00	25	25	100	0
16	07.00	70	70	100	0
17	11.00	60	60	100	0
18	14.00	55	55	100	0
19	18.00	48	48	100	0
20	22.00	30	30	100	0
21	07.00	69	69	100	0
22	11.00	50	50	100	0
23	14.00	44	44	100	0
24	18.00	35	35	100	0
25	22.00	25	25	100	0
26	07.00	70	70	100	0
27	11.00	60	60	100	0
28	14.00	50	50	100	0
29	18.00	42	42	100	0
30	22.00	30	30	100	0
Rata-rata				100	0

Tabel 5 memberikan informasi mengenai perbandingan nilai dari sensor kelembaban tanah dengan alat ukur konvensional. Pengujian dilakukan dengan pengambilan data menggunakan sensor YL-69 dan dibandingkan dengan alat konvensional yaitu hygrometer. Pengujian dilakukan untuk dilakukan pada waktu yang sama dan berulang di setiap harinya, pengujian dilakukan sebanyak 30 sampel sehingga menghasilkan akurasi 100 % dan error 0 %. Maka pembacaan sensor YL-69 memiliki akurasi dan error serupa dengan alat konvensional yang digunakan pada penelitian ini. Sensor kelembaban tanah yang digunakan ada 2 buah pada produk penelitian ini. Nilai pada tabel adalah nilai kumulatif yang didapatkan dan disajikan dalam bentuk persentase. Untuk mendapatkan nilai persentase

yang akurat, program yang dibuat adalah penyesuaian nilai analog yang dikonversi kan dari nilai skala 0 sampai dengan 400. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada tabel dibawah ini yaitu tabel 6.

Table 6 Konversi Nilai Kelembaban Tanah

Nilai Analog Sensor	Persentase Kelembaban Tanah
0	100%
25	90%
50	80%
100	70%
150	60%
200	50%
250	40%
300	30%
350	20%
375	10%
400	0%

Konversi nilai kelembaban tanah pada tabel 6 didapatkan melalui kalibrasi sensor secara langsung dengan kondisi kelembaban tanah yang kita inginkan atau kelembaban tanah yang kita sesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Nilai analog yang didapatkan pada tabel 6 didapatkan melalui hasil program yang disesuaikan dengan batas minimal nilai analog 0 sampai 400. Jika nilai analog 0 maka kondisi tanah adalah basah, jika nilai analog semakin tinggi maka tingkat kekeringan juga semakin tinggi.

Table 7 Pengujian Presisi Kelembaban Tanah Pada Sensor YL-69

No	Waktu Pengambilan	Pembacaan Kelembaban Tanah Pada YL-69 (%RH)	Repeatability (%)
1	07.00	75	43,07
2	11.00	72	49,35
3	14.00	65	64,00
4	18.00	50	95,38
5	22.00	48	99,57
6	07.00	40	83,69
7	11.00	35	73,23
8	14.00	28	58,59
9	18.00	19	39,75
10	22.00	70	53,54
11	07.00	60	74,46
12	11.00	55	84,92
13	14.00	48	99,57
14	18.00	33	69,05
15	22.00	25	52,31
16	07.00	70	53,54
17	11.00	60	74,46
18	14.00	55	84,92

No	Waktu Pengambilan	Pembacaan Kelembaban Tanah Pada YL-69 (%RH)	Repeatability (%)
19	18.00	48	99,57
20	22.00	30	62,77
21	07.00	69	55,63
22	11.00	50	95,38
23	14.00	44	92,06
24	18.00	35	73,23
25	22.00	25	52,31
26	07.00	70	53,54
27	11.00	60	74,46
28	14.00	50	95,38
29	18.00	42	87,88
30	22.00	30	62,77
Rata-rata		47,793	71,95

Pada tabel 7 merupakan pengujian presisi atau repeatability untuk pengukuran kelembaban tanah yang menggunakan sensor YL-69 sebagai nilai terukurnya. Diperoleh repeatability dengan rata-rata 71,95 %.

4.3 Hasil Pengujian Sensor pH Meter SEN0161

Dilakukan pengujian sensor YL-69 untuk mengukur kelembaban tanah. Keluaran dari sensor akan dibaca oleh NodeMCU ESP32. Dilakukan 30 kali percobaan untuk mendapatkan keakuratan sensor dan alat konvensional.

Table 8 Pengujian Akurasi dan Error Sensor pH Meter SEN0161

No	Waktu	pH		Accuracy (%)	Error (%)
		Lak mus	pH Meter SEN0 161		
1	07.00	7	7	100	0
2	11.00	8	8	100	0
3	14.00	8	8	100	0
4	18.00	7	7	100	0
5	22.00	8	8	100	0
6	07.00	9	9	100	0
7	11.00	9	9	100	0
8	14.00	8	8	100	0
9	18.00	8	8	100	0
10	22.00	8	8	100	0
11	07.00	8	8	100	0
12	11.00	7	7	100	0
13	14.00	7	7	100	0
14	18.00	6	6	100	0
15	22.00	7	7	100	0
16	07.00	7	7	100	0
17	11.00	7	7	100	0
18	14.00	8	8	100	0
19	18.00	8	8	100	0
20	22.00	9	9	100	0

No	Waktu	pH		Accuracy (%)	Error (%)
		Lak mus	pH Meter SEN0 161		
21	07.00	8	8	100	0
22	11.00	8	8	100	0
23	14.00	7	7	100	0
24	18.00	7	7	100	0
25	22.00	7	7	100	0
26	07.00	7	7	100	0
27	11.00	7	7	100	0
28	14.00	7	7	100	0
29	18.00	8	8	100	0
30	22.00	8	8	100	0
Rata-rata				100	0

Tabel 8 memberikan informasi mengenai perbandingan nilai dari kertas lakmus dengan nilai hasil pembacaan sensor, untuk program pembacaan sensor menggunakan konversi nilai analog yang diterima menjadi nilai pH mulai dari 4 sampai dengan 10. Pengujian dilakukan pada waktu yang sama dan berulang di setiap hari nya, pengujian dilakukan sebanyak 30 sampel. Akurasi ketepatan pembacaan sensor mendapatkan nilai 100 % dikarenakan kalibrasi sensor menggunakan metode trial and error dengan acuan nilai pada kertas lakmus.

Table 9 Pengujian Presisi Kadar pH Air Pada Sensor SEN0161

No	Waktu Pengambilan	Pembacaan Kadar pH Air Pada SEN0161	Repeatability (%)
1	07.00	7	91,86
2	11.00	8	95,01
3	14.00	8	95,01
4	18.00	7	91,86
5	22.00	8	95,01
6	07.00	9	81,89
7	11.00	9	81,89
8	14.00	8	95,01
9	18.00	8	95,01
10	22.00	8	95,01
11	07.00	8	95,01
12	11.00	7	91,86
13	14.00	7	91,86
14	18.00	6	78,74
15	22.00	7	91,86
16	07.00	7	91,86
17	11.00	7	91,86
18	14.00	8	95,01
19	18.00	8	95,01
20	22.00	9	81,89
21	07.00	8	95,01
22	11.00	8	95,01
23	14.00	7	91,86
24	18.00	7	91,86
25	22.00	7	91,86

No	Waktu Pengambilan	Pembacaan Kadar pH Air Pada SEN0161	Repeatability (%)
26	07.00	7	91,86
27	11.00	7	91,86
28	14.00	7	91,86
29	18.00	8	95,01
30	22.00	8	95,01
Rata-rata		7,62	91,79

Pada tabel 9 merupakan pengujian presisi atau repeatability untuk pengukuran kadar pH air yang menggunakan sensor pH Meter SEN0161 sebagai nilai terukurnya. Diperoleh repeatability dengan rata-rata 91,79 %.

V. PENUTUP

Hasil dari penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut; Pengukuran dengan menggunakan sensor DHT-11 yang berfungsi untuk mengukur parameter suhu udara dan kelembaban ruangan, dapat berjalan dengan baik dan sesuai, dikarenakan tingkat akurasi perbandingan sensor dengan konvensional pada pengukuran suhu udara sebesar 99,16 % dengan rata-rata repeatability 76,64 % dan pada kelembaban ruangan sebesar 99,66 % dengan rata-rata repeatability 70,75 %, pengukuran dengan menggunakan sensor YL-69 yang berfungsi untuk mengukur parameter kelembaban tanah, dapat berjalan dengan baik dan sesuai, dikarenakan tingkat akurasi perbandingan sensor dengan konvensional pada pengukuran kelembaban tanah sebesar 100 % dengan rata-rata repeatability 71,95 %, dan pengukuran dengan menggunakan sensor pH meter yang berfungsi untuk mengukur nilai pH pada air, dapat berjalan dengan baik dan sesuai, dikarenakan tingkat akurasi perbandingan sensor dan konvensional sebesar 100 % dengan rata-rata repeatability 91,79 %. Saran dari peneliti ini adalah lakukan studi literatur dengan teliti sehingga penggunaan komponen atau sensor yang akan digunakan akan berfungsi dengan tujuan penelitian. Mengetahui karakteristik dan cara penggunaan nya maka sensor-sensor dapat berfungsi dengan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Daryanto, "POSISI DAYA SAING PERTANIAN INDONESIA DAN UPAYA PENINGKATANNYA Position of Agriculture Competitiveness

in Indonesia and Its Efforts for Improvement," 2009.

- [2] S. I. Kusumaningrum, "Pemanfaatan Sektor Pertanian Sebagai Penunjang Pertumbuhan Perekonomian Indonesia," *Transaksi*, vol. 11, no. 1, pp. 80–89, 2019, [Online]. Available: <http://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/transaksi/article/view/477>
- [3] Z. Fuady and H. Satriawan, "Respon Umur Persemaian Dan Pemberian Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Padi," *Lentera*, vol. 11, no. 1, pp. 40–47, 2011.
- [4] R. Prabowo and R. Subantoro, "Analisis Tanah Sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Lahan Budidaya Pertanian Di Kota Semarang," *J. Ilm. Cendekia Eksakta*, 2017.
- [5] W. D. Meilianto, W. Indrasari, and E. Budi, "Karakterisasi Sensor Suhu Dan," vol. X, pp. 117–122, 2022.
- [6] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, and S. Dadi Riskiono, "SISTEM MONITORING PH AIR PADA AQUAPONIK MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO," 2020.
- [7] R. Sirait and C. Botiwicaksono, "Sistem Kontrol Kelembaban Tanah Pada Tanaman Tomat Menggunakan PID Soil Moisture Control System on Tomato Plant using PID."
- [8] M. Djamal, E. Sanjaya, R. Wirawan, and A. Hartono, "Sensor , Teknologi dan Aplikasinya," *Pros. Semin. Kontribusi Fis. 2011 (SKF 2011)*, vol. 2011, no. SKF, pp. 24–42, 2011.
- [9] Lutfiyana, N. Hudallah, and A. Suryanto, "Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah , Kelembaban Tanah, dan Resistansi," *Tek. Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 80–86, 2017.
- [10] S. J. Sokop, D. J. Mamahit, and S. Sompie, "Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 5, no. 3, pp. 13–23, 2016.
- [11] N. Esp, I. W. Suriana, I. G. A. Setiawan, and I. M. S. Graha, "Jurnal Ilmiah," vol. 4, no. 2, pp. 11–20, 2021.
- [12] ardutech, "Mengenal ESP32 Development Kit untuk IoT (Internet of Things)," Mar. 05, 2020. <https://www.ardutech.com/mengenal->

- esp32-development-kit-untuk-iot-internet-of-things/ (accessed May 23, 2022).
- [13] F. Xia, L. T. Yang, L. Wang, and A. Vinel, "Internet of things," *Int. J. Commun. Syst.*, vol. 25, no. 9, pp. 1101–1102, 2012, doi: 10.1002/dac.2417.
- [14] M. Priyono, T. Sulistyanto, D. A. Nugraha, N. Sari, N. Karima, and W. Asrori, "Implementasi IoT (Internet of Things) dalam pembelajaran di Universitas Kanjuruhan Malang," *SMARTICS J.*, vol. 1, no. 1, pp. 20–23, 2015.
- [15] K. S. Budi and Y. Pramudya, "Pengembangan Sistem Akuisisi Data Kelembaban Dan Suhu Dengan Menggunakan Sensor Dht11 Dan Arduino Berbasis Iot," vol. VI, pp. SNF2017-CIP-47-SNF2017-CIP-54, 2017, doi: 10.21009/03.snf2017.02.cip.07.
- [16] Musbikhin, "Apa itu sensor DHT11 dan DHT22 serta perbedaannya," Sep. 09, 2020. <https://www.musbikhin.com/apa-itu-sensor-dht11-dan-dht22-serta-perbedaannya/> (accessed May 24, 2022).
- [17] S. Yaakub and R. Meilano, "ELTI Jurnal Elektronika, Listrik dan Teknologi Informasi Terapan Potensi Sensor Kelembaban Tanah YL-69 Sebagai Pemonitor Tingkat Kelembaban Media Tanam Palawija," 2019. [Online]. Available: <https://ojs.politeknikjambi.ac.id/elti>
- [18] U. I. Gorontalo and I. O. Things, "315-1016-2-Pb," vol. 10, pp. 237–243, 2018.
- [19] G. Yakin, I. M. S. Wibawa, and I. K. Putra, "Rancang Bangun Alat Pengukur pH Tanah Menggunakan Sensor pH Meter Modul V1 . 1 SEN0161 Berbasis Arduino Uno Design of Soil pH Measuring Instruments Using pH Meter Sensor Module V1 . 1 SEN0161 Based on Arduino Uno," *Bul. Fis.*, vol. 19, no. 22, pp. 105–111, 2021.
- [20] J. R. Taylor, "An Introduction to Error Analysis," *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 101, p. 330, 1997, Accessed: Jun. 10, 2022. [Online]. Available: <http://link.aip.org/link/?JAS/101/1779/1&Agg=doi>
- [21] "Pengukuran Teknik: Kesalahan Dalam Pengukuran," Mar. 30, 2020. <https://kuliah.unpatti.ac.id/mod/page/view.php?id=58> (accessed Jun. 10, 2022).
- [22] Jones, *Electronic instruments and measurements*. John Wiley & Sons, 1983.