

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem monitoring pertumbuhan tanaman kangkung yang diaplikasikan pada pertanian aquaponik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sistem yang dapat digunakan untuk memantau pertumbuhan tanaman kangkung dalam pertanian aquaponik. Dalam hal ini parameter yang ditinjau untuk memantau tanaman tersebut adalah suhu udara, tinggi tanaman, kelembaban tanah, dan pH tanah. Sistem monitoring ini dilakukan dengan menggunakan berbagai macam sensor. Dari hasil pengujian sensor yang telah dilakukan diperoleh data dan hasil analisis.

4.1 Hasil Pengujian Alat

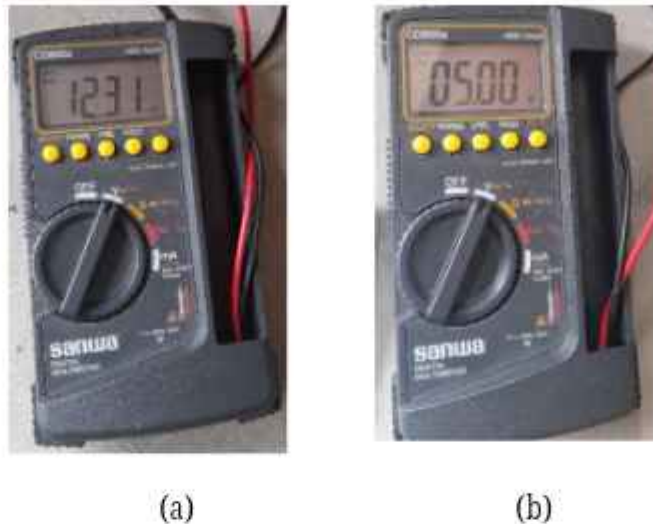
4.1.1 Pengujian Tegangan Adaptor

Adaptor yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12V. Untuk penggunaan mikrokontroler yang digunakan berupa Arduino Uno. Dimana Arduino Uno komponen tegangannya yang bisa diinputkan sebesar 5V. Sehingga dalam penelitian ini digunakan *step down* untuk menurunkan tegangan sebesar 5V. Hasil pengukuran pengujian tegangan adaptor dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Pengujian Tegangan Adaptor

No.	Tegangan Input (Adaptor)	Tegangan Output (Step Down)
1.	12,31 V	5,00 V
2.	12,31 V	5,00 V
3.	12,31 V	5,00 V
4.	12,31 V	5,00 V
5.	12,31 V	5,00 V

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai pengukuran pengujian tegangan adaptor dengan lima kali pengulangan pengambilan data yaitu pada tegangan input sebesar 12,31 V dengan nilai rata-rata sebesar 12,308 V dan tegangan output 5,00 V dengan nilai rata-rata sebesar 5 V. Untuk perhitungan nilai rata-rata input dan output dapat dilihat pada lampiran 5.



Gambar 4.1 Hasil pengukuran pengujian tegangan adaptor (a) tegangan input (b) tegangan output

4.1.2 Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Sensor kelembapan tanah yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua. Untuk lahan tanaman kangkung yang digunakan terdiri dari dua bagian. Sensor kelembapan I ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan sensor kelembapan II ditunjukkan pada Tabel 4.3. Pengambilan data dalam pengujian ini dan di input kedalam codingan alat dalam rentang waktu selama 5 detik. Hasil pengukuran pengujian sensor kelembapan tanah dapat dilihat pada Tabel 4.2. dan Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Pengujian Sensor Kelembapan Tanah I

No.	Nilai Kelembapan I	Nilai Pembanding I	Kondisi
1.	693,70	Dry+	Kering
2.	690,40	Dry+	Kering
3.	687,07	Dry+	Kering
4.	681,24	Dry+	Kering
5.	677,72	Dry+	Kering

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai pengukuran pengujian sensor kelembapan tanah I sebesar antara 677,72 - 693,70, sebagai pembanding nilai kelembapan ideal adalah Dry+ dalam kondisi kering.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Pengujian Sensor Kelembapan Tanah II

No.	Nilai Kelembapan II	Nilai Pembanding II	Kondisi
1.	486,94	Wet+	Basah
2.	489,07	Wet+	Basah
3.	487,77	Wet+	Basah
4.	487,80	Wet+	Basah
5.	488,80	Wet+	Basah

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa nilai pengukuran pengujian sensor kelembapan tanah II sebesar antara 486,94 – 489,07, sebagai pembanding nilai kelembapan ideal adalah Wet+ dalam kondisi basah.



Gambar 4.2 Hasil pengukuran pengujian sensor kelembapan tanah (a) Nilai kelembapan tanah menggunakan sensor kelembapan tanah (b) Nilai kelembapan tanah menggunakan alat pembanding sensor kelembapan standar

4.1.3 Pengujian Sensor pH Tanah

Sensor pH tanah yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua. Untuk lahan tanaman kangkung yang digunakan terdiri dari dua bagian. Sensor pH I ditunjukkan pada Tabel 4.4 dan Sensor pH II ditunjukkan pada Tabel 4.5. Pengambilan data dalam pengujian ini dan di input kedalam codingan alat dalam rentang waktu selama 5 detik. Hasil pengukuran pengujian Sensor pH Tanah dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Hasil pengukuran pengujian Sensor pH Tanah I

No.	Nilai Sensor pH I	Nilai pH Standar I	Nilai <i>Error</i> Sensor pH I
1.	7,34	6,8	9,8%
2.	7,58	6,8	9,8%
3.	7,56	6,8	9,8%
4.	7,44	6,8	9,8%
5.	7,42	6,8	9,8%

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai pengukuran pengujian Sensor pH Tanah I sebesar antara 7,34 - 7,58 sebagai pembanding nilai pH tanah standar sebesar 6,8 dengan nilai rata-rata sensor pH tanah I sebesar 7,648 dan nilai *error* sebesar 9,8 %. Untuk perhitungan nilai rata-rata dan nilai *error* sensor pH I dapat dilihat pada lampiran 6.

Tabel 4.5 Hasil pengukuran pengujian Sensor pH Tanah II

No.	Nilai Sensor pH II	Nilai pH Standar II	Nilai <i>Error</i> Sensor pH II
1.	7,30	7,00	3,8%
2.	7,27	7,00	3,8%
3.	7,28	7,00	3,8%
4.	7,27	7,00	3,8%
5.	7,24	7,00	3,8%

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa nilai pengukuran pengujian Sensor pH Tanah II sebesar antara 7,24 – 7,30 sebagai pembanding nilai pH tanah standar sebesar 7,00 dengan nilai rata-rata sebesar 7,272 dan nilai *error* sebesar 3,8%. Untuk perhitungan nilai rata-rata dan nilai *error* sensor pH II dapat dilihat pada lampiran 7.



(a)



(b)

Gambar 4.3 Hasil pengukuran pengujian sensor pH tanah (a) Nilai pH tanah menggunakan sensor pH tanah (b) Nilai pH tanah menggunakan alat pembanding

4.1.4 Pengujian Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonik yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua. Untuk lahan tanaman kangkung yang digunakan terdiri dari dua bagian. Sensor ultrasonik yang dipasang pada tiang penyangga dengan tinggi 50 cm dari dasar tanah di lahan 4,72 m x 1,2 m. Sensor ultrasonik I ditunjukkan pada Tabel 4.6 dan Sensor ultrasonik II ditunjukkan pada Tabel 4.7. Hasil pengukuran pengujian Sensor Ultrasonic dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.

Tabel 4.6 Hasil pengukuran pengujian Sensor Ultrasonic I

No.	T	Nilai Sensor Ultrasonic I	Nilai Meteran I	Nilai Error
a	1.	3,12 cm	3 cm	3%
b	2.	5,23 cm	5 cm	4%
e	3.	8,21 cm	8 cm	2%
l	4.	9,54 cm	9 cm	5%
4	5.	10,19 cm	10 cm	1%

.6 menunjukkan bahwa nilai pengukuran pengujian Sensor Ultrasonic I selama 5 hari sebesar antara 3,12 - 10,19 cm, sebagai pembanding nilai pengukuran dari meteran sebesar antara 3 cm - 10 cm dengan nilai error sebesar antara 1% - 5%. Untuk perhitungan nilai rata-rata dan error sensor Ultrasonic I dapat dilihat pada lampiran 8.

Tabel 4.7 Hasil pengukuran pengujian Sensor Ultrasonic II

No.	Nilai Sensor Ultrasonic II	Nilai Penggaris II	Nilai Error
1.	3,21 cm	3 cm	6%
2.	5,21 cm	5 cm	4%
3.	6,72 cm	6 cm	10%
4.	8,31 cm	8 cm	3%
5.	9,31 cm	9 cm	3%

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa nilai pengukuran pengujian Sensor Ultrasonic II selama 5 hari sebesar antara 3,21 cm - 9,31 cm sebagai pembanding nilai pengukuran dari meteran sebesar antara 3 cm - 9 cm dengan nilai *error* sebesar antara 3% - 10%. Untuk perhitungan nilai rata-rata dan nilai *error* sensor Ultrasonic II dapat dilihat pada lampiran 9.



(a)

(b)

Gambar 4.4 Hasil pengukuran pengujian sensor ultrasonic (a) Nilai tinggi tanaman kangkung menggunakan sensor ultrasonic (b) Nilai tinggi tanaman menggunakan alat ukur meteran

4.1.5 Pengujian Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor DHT11. Pengambilan data dalam pengujian ini dalam rentang waktu selama 4 detik. Hasil pengukuran pengujian Sensor Suhu dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil pengukuran pengujian Sensor Suhu

No.	Hari/Jam	Nilai Sensor Suhu	Nilai Sensor Standar	Nilai Error
1.	Selasa,25 Juli 2024/ 14.14 WIB	37,80° C	34,7° C	8%
2.	Selasa,25 Juli 2024/ 14.18 WIB	38,00° C	35,3° C	7%
3.	Selasa,25 Juli 2024/ 14.22 WIB	38,10° C	35,4° C	7%
4.	Selasa,25 Juli 2024/ 14.26 WIB	38,20° C	35,7° C	6%
5.	Selasa,25 Juli 2024/ 14.30 WIB	38,20° C	35,8° C	6%

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa nilai pengukuran pengujian Sensor Suhu sebesar antara 37,80° C - 38,20° C sebagai pembandingan nilai suhu standar sebesar antara 34,7° C - 35,8° C dengan nilai *error* sensor suhu sebesar antara 6% - 8 %.



(a)

(b)

Gambar 4.5 Hasil pengukuran pengujian sensor suhu (a) Nilai suhu menggunakan sensor suhu (b) Nilai suhu menggunakan alat ukur temperature

4.1.6 Pengujian RTC (Real Time Clock)

Pengujian RTC ini penting untuk memastikan bahwa perangkat dapat diandalkan dalam aplikasi yang memerlukan pelacakan waktu yang akurat. Pengujian RTC pada pagi hari ditunjukkan pada Tabel 4.9 dan Pengujian RTC pada sore hari ditunjukkan pada Tabel 4.10 yang dilakukan selama 5 hari. Hasil pengukuran pengujian RTC (Real Time Clock) dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10.

Tabel 4.9 Hasil pengukuran pengujian RTC (Real Time Clock) pada pagi hari

No	Waktu Real	Waktu RTC
1.	28/juli/2024 07.00 WIB	28/juli/2024 07.00 WIB
2.	29/juli/2024 07.00 WIB	29/juli/2024 07.00 WIB
3.	30/juli/2024 07.00 WIB	30/juli/2024 07.00 WIB
4.	31/juli/2024 07.00 WIB	31/juli/2024 07.00 WIB
5.	1/Agustus/2024 07.00 WIB	1/Agustus/2024 07.00 WIB

Tabel 4.10 Hasil pengukuran pengujian RTC (Real Time Clock) pada sore hari

No	Waktu Real	Waktu RTC
1.	28/juli/2024 17.00 WIB	28/juli/2024 17.00 WIB
2.	29/juli/2024 17.00 WIB	29/juli/2024 17.00 WIB
3.	30/juli/2024 17.00 WIB	30/juli/2024 17.00 WIB
4.	31/juli/2024 17.00 WIB	31/juli/2024 17.00 WIB
5.	1/Agustus/2024 17.00 WIB	1/Agustus/2024 17.00 WIB

4.1.7 Pengujian LCD

LCD yang digunakan pada alat monitoring yaitu dengan ukuran 16 x 2. Parameter yang akan ditampilkan pada layar LCD seperti tinggi tanaman, pH tanah, kelembapan tanah, dan suhu dengan rentang waktu pembacaan nilai selama 2 detik. Hasil pengujian LCD dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.6 Hasil pengujian LCD

4.1.8 Pengujian SD Card

SD card pada alat monitoring yang digunakan dengan kapasitas penyimpanan 16 Gb dengan pengambilan data seluruh parameter yang diuji setiap 30 menit sekali. Hasil pemasangan SD Card dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.7 Hasil pengujian SD Card

4.2 Pembahasan Penelitian

Tanaman kangkung yang ditanam pada 2 lahan dengan ukuran lahan keduanya sebesar 4,72 m x 1,2 m dengan jarak tanam antar kangkung sebesar 2 cm. Hasil penelitian pengukuran tegangan adaptor pada tegangan input sebesar 12,31 V dengan nilai rata-rata sebesar 12,308 V dan tegangan output 5,00 V dengan nilai rata-rata sebesar 5 V. Dimana Arduino Uno komponen tegangannya yang bisa diinputkan sebesar 5V. Sehingga dalam penelitian ini digunakan *step down* untuk menurunkan tegangan sebesar 5V.

Pengukuran pengujian sensor kelembapan tanah yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua alat sensor. Untuk lahan tanaman kangkung yang digunakan terdiri dari dua bagian. Pengambilan data dalam pengujian ini dan di input kedalam codingan alat dalam rentang waktu selama 5 detik pada Sensor Kelembapan I sebesar antara 677,72 – 693,70 sebagai pembanding nilai kelembapan ideal adalah Dry+ dalam kondisi kering. Sementara pada nilai pengukuran pengujian sensor kelembapan tanah II sebesar antara 486,94 - 489,07 sebagai pembanding nilai kelembapan ideal adalah Wet+ dalam kondisi basah. Semakin tinggi nilai kelembapan tanah maka kondisi tanah tersebut adalah kering, namun semakin rendah nilai kelembapan tanah maka kondisi tanah tersebut adalah basah. Hal ini dapat terjadi karena pengaruh dari suhu udara di lingkungan sebesar antara 37,80° C - 38,00° C menyebabkan penguapan air dalam tanah lebih cepat dan kondisi tanah menjadi lebih mudah kering. Menurut penelitian (Maulidatun, 2023) menyatakan bahwa ketika kelembapan tanah dibawah 40% dan penyiraman akan dihentikan ketika kelembapan tanah lebih dari 40% batas kelembapan tanah yang baik untuk tanaman kangkung yaitu dibawah 75%.

Pengukuran pengujian sensor pH tanah yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua alat sensor. Untuk lahan tanaman kangkung yang digunakan terdiri dari dua bagian. Pengambilan data dalam pengujian ini dan di input kedalam codingan alat dalam rentang waktu selama 5 detik pada Sensor pH Tanah I sebesar antara 7,34 - 7,58 sebagai pembanding nilai pH tanah standar sebesar 6,8 dengan nilai rata-rata sensor Ph tanah I sebesar 7,648 dan nilai *error* sebesar 9,8 %. Sementara nilai pada pengukuran pengujian Sensor pH Tanah II sebesar antara 7,24 – 7,30 sebagai pembanding nilai pH tanah standar sebesar 7,00 dengan nilai rata-rata sebesar 7,272 dan nilai *error* sebesar 3,8%. Jika nilai pH tanah mendekati nilai netral ph tanah 6-7 maka tanah tersebut cocok untuk digunakan sebagai lahan pertumbuhan tanaman

kangkung. Dari hal tersebut keadaan pH dikedua titik lahan tanaman kangkung adalah netral. Hal ini dapat terjadi karena pengaruh dari suhu udara di lingkungan sebesar antara $37,80^{\circ}\text{C}$ - $38,00^{\circ}\text{C}$ menyebabkan Suhu juga mempengaruhi kelarutan gas dalam air tanah. Misalnya, pada suhu yang lebih tinggi, gas seperti karbon dioksida lebih sedikit larut dalam air tanah, yang dapat mengurangi pembentukan asam karbonat dan mempengaruhi pH tanah. Menurut penelitian (Nasaruddin,2000) Keasaman tanah diukur dengan angka pH yang berkisar antara 0 hingga 14, semakin rendah angka pH, semakin tinggi tingkat keasaman tanah. Tanah dengan pH 4 sangat asam, sedangkan tanah dengan pH 7 dianggap netral. Tanah dengan pH 9 bersifat basa. Umumnya, tanaman tumbuh optimal pada pH antara 4 hingga 10, namun untuk tanaman kangkung, pH tanah yang ideal berada pada rentang netral, yaitu antara 6 hingga 7.

Sensor ultrasonik yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua. Untuk lahan tanaman kangkung yang digunakan terdiri dari dua bagian. Pada Sensor Ultrasonic I sebesar antara 3,12 - 10,19 cm sebagai pembanding nilai pengukuran dari meteran sebesar antara 3 cm - 10 cm dengan nilai *error* sebesar antara 1% - 5%. Sementara nilai pengukuran pengujian Sensor Ultrasonic II sebesar antara 3,21 cm - 9,31 cm sebagai pembanding nilai pengukuran dari meteran sebesar 3 cm - 9 cm dengan nilai *error* sebesar 3% - 10%. Pertumbuhan kangkung mengalami kenaikan tinggi tanaman sebesar 1-2 cm perhari. Hal ini disebabkan oleh kondisi tanah juga suhu udara dilingkungan tersebut dan terakumpunya nutrisi serta air pada lahan tanaman.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

Nilai pengukuran pengujian Sensor Suhu sebesar $37,80^{\circ}\text{C}$ - $38,20^{\circ}\text{C}$ sebagai pembanding nilai suhu standar sebesar $34,7^{\circ}\text{C}$ - $35,8^{\circ}\text{C}$ dengan nilai % *error* sensor suhu sebesar 6% - 8%. Jika suhu udara semakin tinggi maka keadaan tanah pada lahan pertumbuhan tanaman kangkung akan mengalami kekeringan dan tanaman kangkung akan mudah layu karena kurangnya air dalam tanah.

Pemantauan monitoring dilakukan secara real time dengan menggunakan sensor RTC, maka secara otomatis pada waktu-waktu tertentu untuk penyiraman tanaman dilakukan pada pagi hari pukul 07.00 WIB dan sore hari pukul 17.00 WIB. Data pembacaan dari sensor akan ditampilkan pada layar LCD meliputi data sensor ultrasonic, sensor pH tanah, sensor Kelembapan tanah dan disimpan pada memori card dengan rentang waktu 30 menit sekali dalam 24 jam.

4.3 Kelebihan Dan Kekurangan

4.3.1 Kelebihan

- a. Sistem monitoring memungkinkan pemantauan kondisi secara real-time, sehingga masalah dapat dideteksi dan ditangani dengan cepat. Dengan pemantauan real-time, masalah seperti fluktuasi pH atau penurunan kualitas air dapat dideteksi dan diatasi segera sebelum mempengaruhi pertumbuhan tanaman.
- b. Sistem ini memungkinkan pemantauan terus-menerus terhadap kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban tanah, pH tanah, dan tinggi tanaman, memastikan bahwa tanaman kangkung mendapatkan nutrisi yang cukup dari limbah ikan, dan menyesuaikan kondisi untuk memaksimalkan serapan nutrisi.
- c. Karena sistem ini lebih terkontrol, risiko serangan hama dapat diminimalkan tanpa harus menggunakan banyak bahan kimia. Dengan optimasi penggunaan air dan nutrisi, serta pengurangan kebutuhan bahan kimia, biaya operasional dapat dikurangi. Sistem yang terkontrol dengan baik mengurangi risiko kontaminasi, menghasilkan produk yang lebih aman untuk dikonsumsi.
- d. Data yang dikumpulkan memungkinkan analisis jangka panjang untuk melihat tren dan meningkatkan praktik pertanian.

4.3.2 Kekurangan

- a. Menginstal sistem monitoring memerlukan investasi awal yang signifikan untuk sensor, mikrokontroler, modul komunikasi, dan perangkat lunak.
- b. Sistem monitoring membutuhkan pemeliharaan rutin dan kemampuan untuk memecahkan masalah teknis yang mungkin timbul. Sensor dan perangkat monitoring mungkin kurang akurat atau mengalami kerusakan di bawah kondisi lingkungan ekstrim, seperti suhu yang sangat tinggi atau rendah, kelembaban tinggi, atau keberadaan zat kimia tertentu.
- c. Sistem monitoring dapat mengalami kegagalan perangkat keras atau perangkat lunak, yang bisa mengganggu pengumpulan data dan kontrol sistem.
- d. Sensor harus dikalibrasi secara rutin untuk memastikan akurasi data.
- e. Sensor yang murah atau berkualitas rendah mungkin memberikan data yang tidak akurat.