

## SISTEM PEMANTAUAN DAN PEMETAAN KONDISI LINGKUNGAN BERBASIS IoT PADA GREENHOUSE DI DESA CITEUREUP

Wiku Seta Djatmika<sup>1</sup>, Rahmat Awaludin<sup>2</sup>, Linahtadiya Andiani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Telkom, Bandung

wikusetad@student.telkomuniversity.ac.id<sup>1</sup>, awaludinsalam@telkomuniversity.ac.id<sup>2</sup>, linahtadiyaa@telkomuniversity.ac.id<sup>3</sup>

### Abstrak

Mengingat kangkung merupakan bahan baku yang mempunyai nilai jual tinggi di masyarakat, maka perlu dijaga kestabilan produksinya. Sebagai bagian dari penelitian ini, sistem pemantauan kesehatan lingkungan berbasis IoT dibangun dengan tujuan menghasilkan kangkung berkualitas tinggi dan hasil panen yang stabil. Pemantauan dilakukan dengan metode pemetaan dimana sistem dipasang pada lima koordinat yang telah ditentukan, dan tujuannya adalah memanfaatkan sistem IoT untuk mengamati status lingkungan dan sebaran di dalam rumah kaca. Kangkung tumbuh dengan baik pada suhu 20°C hingga 30°C dan kelembapan 60% atau lebih. Suhu dan kelembapan rata-rata di dalam rumah kaca berada pada kisaran 24,14°C hingga 25,9°C di seluruh kotak, yang merupakan kondisi baik, dan kelembapan pada siang hari berkisar antara 70,56% hingga 88,46%. Kondisi intensitas cahaya Kotak A kurang baik dengan rata-rata 8,27 lux, namun nilai rata-rata terendah kotak lainnya adalah 13. 502 lux sampai dengan 39. 866 lux sehingga kotak A perlu diperbaiki agar intensitas cahaya masuk ke dalam rumah kaca. Lebih baik. Nilai pH kolam antara 4,96 hingga 8,85 dan nilai EC nol karena sedikitnya jumlah ikan di kolam. Aliran di kotak A tidak menentu karena siklus hidup dan mati, namun di kotak B pompa mati dan flow meter tidak berfungsi. Data berhasil dikirim ke Antares dengan packet loss maksimal 5,71%.

**Kata kunci :** *IoT*, kangkung, *monitoring*, pemetaan.

### I. PENDAHULUAN

*Greenhouse* telah dibangun di Desa Citeureup yang merupakan program dari *CSE (Community Service Engagement)* yang dilaksanakan oleh beberapa orang yang berasal dari program studi Teknik Fisika Universitas Telkom [1]. Hasil panen periode pertama kurang baik, dari tiga tanaman yang dipanen, hanya kangkung yang memiliki hasil panen yang minim kekurangan. Kekurangan pada kangkung adalah kondisi batangnya yang terlalu tebal dan keras, sehingga tidak dapat diolah dengan baik.

Lama proses penanaman sayuran hidroponik adalah 25-30 hari setelah proses pembenihan [2]. Penanaman periode selanjutnya diputuskan bahwa tumbuhan yang ditanam adalah kangkung. Dari hasil penjualan, kangkung merupakan sayuran yang paling diminati oleh warga daripada dua sayuran lainnya. Pada tahun 2020 Jawa Barat merupakan provinsi penghasil kangkung di Indonesia [3]. Agar produksi kangkung stabil dan meningkat, dan mencegah buruknya hasil panen pada periode selanjutnya, maka dilakukanlah penelitian. Penelitian berupa pengamatan kondisi lingkungan dengan pemetaan. Pemetaan dilakukan dengan cara membedakan tempat dimana akan dilakukannya pengamatan. Pengamatan dengan pemetaan ditujukan agar dapat menganalisis lingkungan *greenhouse* di setiap tempat pemetaannya. Pengamatan akan dilakukan dengan bantuan sensor intensitas cahaya, sensor suhu dan kelembapan, sensor pH, sensor EC, serta sensor *flowmeter*.

Penelitian ini melanjutkan serta menggabungkan antara *monitoring* kondisi lingkungan *greenhouse* dengan pembuatan sistem kontrol berbasis IoT, sehingga *monitoring* kondisi lingkungan *greenhouse* dapat dilihat secara online pada *platform* antares. Penelitian yang sudah ada sebelumnya

adalah tentang pembuatan sebuah alat kontrol nutrisi pada sayuran akuaponik DFT[1]. Penelitian ini dapat menjadi sebuah hal yang baru dalam dunia akuaponik DFT dan akan menjadi ilmu baru untuk petani-petani akuaponik dengan penerapan teknologi pada proses pengamatannya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati kondisi lingkungan dan sebarannya di dalam *greenhouse* dan pengamatan akan dilakukan dengan sistem berbasis IoT, sehingga dapat diamati setiap saat.

### II. KAJIAN TEORI

#### A. Kangkung Air

Kangkung air merupakan tanaman yang baik ketika ditanam di media akuaponik. Kangkung air memiliki kemampuan untuk dapat beradaptasi dengan cukup baik terhadap kondisi lingkungan berupa iklim. Kangkung air bisa hidup dengan baik di air yang dangkal [4]. kangkung air juga akan lebih baik jika tumbuh pada suhu 25°C-30°C dengan nilai yang juga sama dengan kangkung darat yaitu, pH 5,5-6,5 [5].

#### B. Akuaponik DFT

Sistem akuaponik DFT adalah sistem akuaponik dengan tanaman yang diberi aliran air yang cukup tinggi, sehingga bagian dari tanaman akan terendam [6]. Salah satu keuntungan menggunakan sistem akuaponik DFT adalah mampu menyediakan air dan oksigen bagi tanaman [7].

### C. Sensor Suhu dan Kelembaban

Pengukuran suhu menggunakan termistor yang ada di dalam sensor, ketika suhu meningkat resistansi termistor akan berkurang. Untuk pengukuran kelembaban menggunakan resistansi dua elektroda. Apabila resistansi antar elektroda berkurang, kelembaban akan naik [8], [9].

### D. Sensor Intensitas Cahaya

Cara kerjanya adalah ketika cahaya jatuh ke bahan cadmium sulfide dan membentuk elektron bebas. Apabila elektron bebas berjumlah banyak, maka hambatan yang dihasilkan akan semakin kecil [10].

### E. Sensor pH

Larutan HCl di dalam probe akan bereaksi karena pengaruh ion H<sup>+</sup> di luar *probe*. Ion H<sup>+</sup> akan terikat ketika cairan terukur bersifat asam, dan ion H<sup>+</sup> akan terlepas ketika cairan bersifat basa. Muatan-muatan positif yang terakumulasi akan membuat elektroda Ag/AgCl memiliki nilai potensial [11].

### F. Sensor EC

Dua elektroda yang dicelupkan ke larutan konduktivitas akan mengeluarkan arus yang akan dibaca oleh amperemeter. Semakin tinggi konsentrasi ion pada larutan konduktivitas, maka semakin besar daya hantar listriknya [12].

### G. Sensor *Flowmeter*

Baling-baling di dalam sensor akan berputar apabila menerima dorongan dan akan memutar rotor. Pada rotor terdapat kutub yang akan di deteksi oleh hall efek sensor. Hall efek sensor bertipe bipolar, yang membuat tegangan dapat naik dan turun tergantung dari kutub mana dia bekerja.

### H. Mikrokontroler [13].

Mikrokontroler adalah alat yang dapat digunakan dalam sistem yang kecil, murah, serta tidak membutuhkan perhitungan yang sulit dan kompleks. Mikrokontroler akan bekerja ketika mikrokontroler telah ditanamkan sebuah perintah. Sebuah perintah dapat dibuat secara mandiri oleh pengguna, dan dapat di atur sesuai dengan keperluan dari pengguna [14].

### I. HTC-2

HTC-2 merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengukur nilai suhu luar ruangan atau dalam ruangan dan kelembaban. HTC-2 memiliki tampilan LCD besar yang mudah dibaca, pada LCD menampilkan nilai suhu, kelembaban dan jam. Memiliki dua mode suhu °C/ F. Alat tersebut dapat mengukur dengan range -50°C ~ +70°C (-58 F ~ +158 F) dengan akurasi suhu ±1.8 F. Kelembaban memiliki range 10%~99%RH dengan akurasi ±5%RH.

### J. Lux Meter

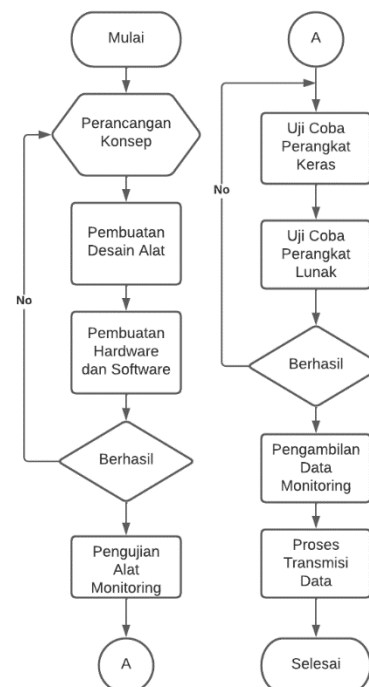
Lux meter AS803 merupakan alat ukur intensitas cahaya dengan satuan Lux / FC. Alat tersebut dapat mengukur intensitas cahaya dengan range 1~200.000 Lux dengan akurasi ±5%rdg ±10. Lux meter AS803 dapat bekerja dengan optimal di kondisi suhu 0 °C ~ 40°C.

### K. Internet of Things

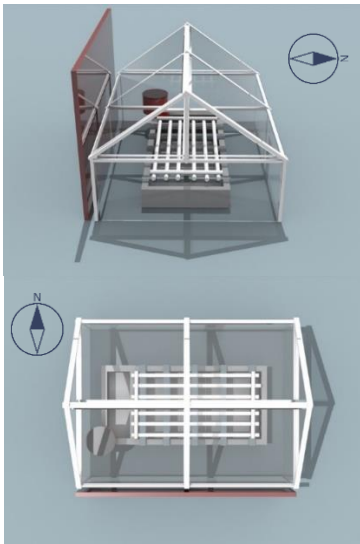
IoT (*Internet of Things*) adalah sebuah infrastruktur jaringan yang dapat menghubungkan antara virtual dan fisik melalui eksploitasi data *capture* dan teknologi komunikasi. IoT tersusun dari internet dan jaringan yang telah ada. IoT mempunyai kemampuan yang dapat mengidentifikasi obyek dan sensor, serta kemampuan koneksi yang menjadi dasar sebagai pengembangan. IoT mempunyai tiga konsep yaitu, benda fisik yang mempunyai integrasi pada modul sensor, koneksi internet, dan pusat data server [15].

## III. METODE

Monitoring kondisi lingkungan akan dimulai dari perancangan konsep, lalu dilakukannya desain sistem, perancangan alat monitoring, dan perancangan software. Alat akan dibuat sebanyak lima kali untuk melakukan pemetaan di tempat yang berbeda. Setelah selesai pembuatan alat akan dilakukan pengujian alat-alat monitoring. Setelah hasil pengujian alat mempunyai nilai yang baik, maka alat siap di uji coba di dalam *greenhouse*. Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian ini. Desain Sistem

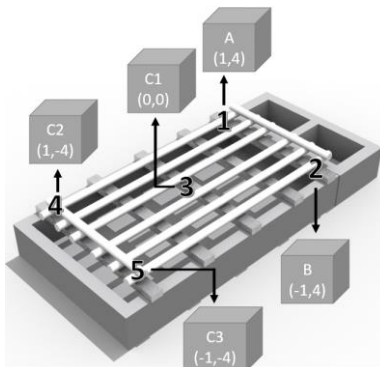


GAMBAR 1  
DIAGRAM ALIR PENELITIAN



GAMBAR 2  
GREENHOUSE TAMPAK DEPAN DAN ATAS

Gambar 2 menunjukkan gambaran sistem *greenhouse* yang telah digunakan dalam proses pengamatan kondisi lingkungan.



GAMBAR 3  
DESAIN SISTEM AKUAPONIK

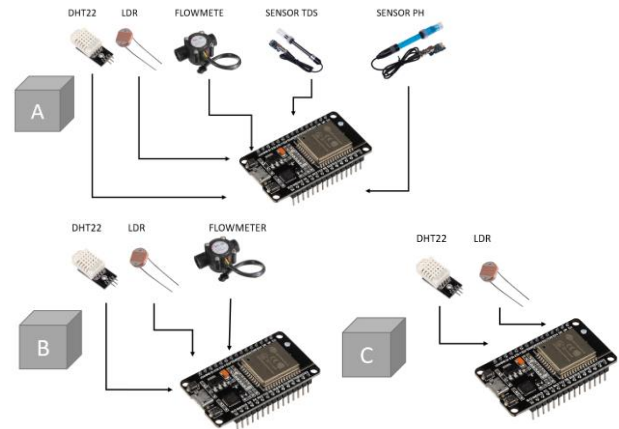
Gambar 3 merupakan gambaran tempat sistem *monitoring* lingkungan *greenhouse* yang di petakan. Berikut ini adalah penjelasan mengenai titik tempat pemasangan alat monitoringnya:

1. Titik pertama / kotak A berada di koordinat (1,4) sistem akuaponik. Pada titik pertama akan dipasang sebuah alat *monitoring* sensor *flowmeter*, sensor suhu dan kelembaban, sensor cahaya, sensor EC, sensor pH.
2. Titik kedua / kotak B berada di koordinat (-1,4). Pada titik kedua dipasang sensor suhu dan kelembaban, sensor cahaya, sensor *flowmeter*.
3. Titik ketiga / kotak C1, keempat / kotak C3, kelima / kotak C3 berturut-turut berada di koordinat (0,0), (1,-4), dan (-1,-4). Pada titik ketiga, keempat, dan kelima dipasang alat *monitoring* hanya dengan dua sensor yaitu, sensor suhu dan kelembaban, sensor cahaya.

#### A. Perancangan Perangkat Keras

Dibutuhkan sebuah mikrokontroler dan lima jenis sensor. Lima sensor tersebut yaitu, yaitu, sensor LDR, DHT22, sensor *Flowmeter*, sensor EC, sensor pH. Selain itu juga menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan sistem IoT.

Ada tiga jenis kotak yang digunakan dalam monitoring yaitu, kotak 'A', 'B', dan 'C'. Setiap kotak memiliki perbedaan dari jumlah sensor yang ada di dalamnya. Kotak 'A' dan kotak 'B' akan dibuat sebanyak satu kali, sedangkan kotak 'C' akan dibuat sebanyak tiga kali.

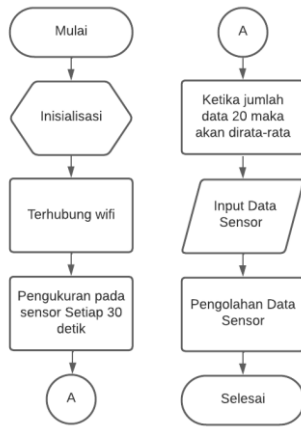


GAMBAR 4  
PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

Terdapat beberapa sensor yang memiliki tempat diluar kotak yang telah ditentukan agar sensor dapat bekerja dengan maksimal tanpa adanya gangguan. Sensor suhu dan kelembaban DHT22 akan ditempatkan di bagian atas. Sensor intensitas cahaya LDR juga akan ditempatkan bersamaan dengan sensor DHT22, untuk mengukur EC dan pH pada air, probe sensor EC dan pH akan diletakan di dalam 18 air yang akan mengalir ketika pompa dinyalakan. Sensor flowmeter akan ditempatkan di pangkal pipa yang akan dialiri air keluaran, sehingga debit air yang akan masuk ke pipa dapat diukur dengan maksimal.

#### B. Perancangan Perangkat Lunak

Pembuatan perangkat lunak dibuat dengan pemrograman bahasa C menggunakan aplikasi Arduino IDE. Perangkat lunak akan digunakan pada ESP32. Terdapat dua fungsi dalam pemrograman yaitu void setup dan void loop. Void setup mempunyai fungsi yaitu, konfigurasi pin, inialisasi komponen, inialisasi Wi-Fi. Proses inialisasi Wi-Fi menggunakan SSID dan kata kunci dari Wi-Fi yang akan terintegrasi dengan ESP32. Apabila proses inialisasi gagal, maka sistem akan mencoba berulang kali hingga sistem bisa terhubung dengan Wi-Fi. Pada void loop memiliki fungsi yaitu, perintah pembacaan sensor, dan pengolahan sinyal *output* dari sensor analog.



GAMBAR 5  
DIAGRAM ALIR PROSES PENGIRIMAN DATA

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

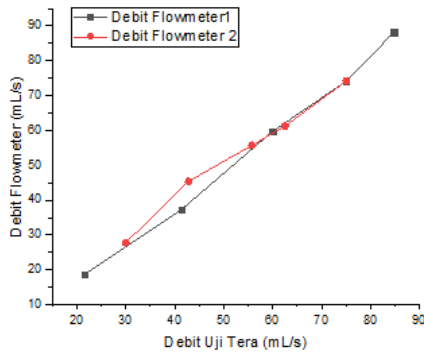
Hasil dan pembahasan analisa digunakan sebagai pemberi informasi dari apa yang telah dilakukan dalam implementasi sistem, terdiri dari kalibrasi sensor, pengujian sensor dan analisis sistem.

A. Kalibrasi Sensor

1. Kalibrasi Sensor *Flowmeter*

Kalibrasi sensor *flowmeter* menggunakan bantuan teko dengan takaran. Linieritas sensor *flowmeter* pertama adalah,

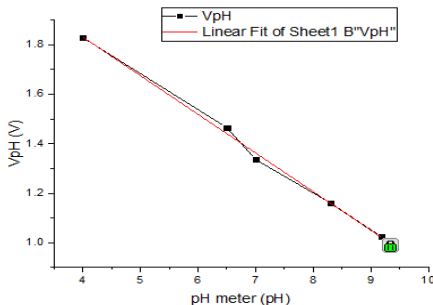
$$y = -6.12187 + 1.09232 * x \text{ dan } y = -8.26642 + 0.99619 * x.$$



GAMBAR 6  
KALIBRASI SENSOR FLOWMETER

2. Kalibrasi Sensor pH

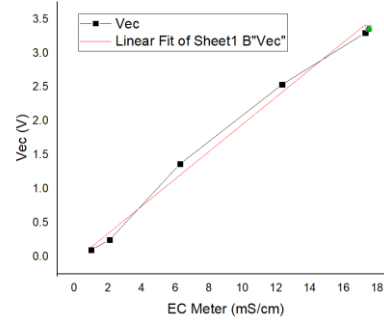
Kalibrasi sensor pH menggunakan perbandingan *buffer* dengan tegangan sensor pH. Menghasilkan persamaan  $y = 2.45498 - 0.15608 * x$ .



GAMBAR 7  
KALIBRASI SENSOR pH

3. Kalibrasi Sensor EC

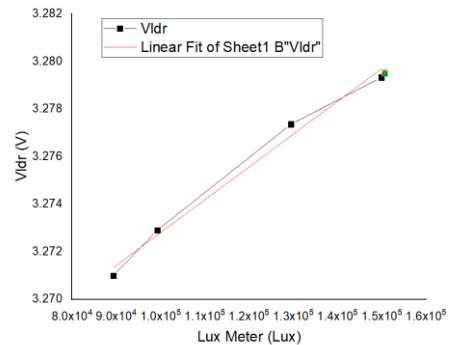
Kalibrasi sensor EC menggunakan perbandingan *buffer* dengan tegangan sensor EC. Mendapatkan persamaan  $y = -0.00252 + 1.39954E-4 * x$ .



GAMBAR 8  
KALIBRASI SENSOR EC

4. Kalibrasi Sensor LDR

Membandingkan keluaran tegangan LDR dengan lux meter. Persamaan yang di dapatkan  $y = -2.20996E7 * x + 6783167.80852$ .



GAMBAR 9  
KALIBRASI SENSOR LDR

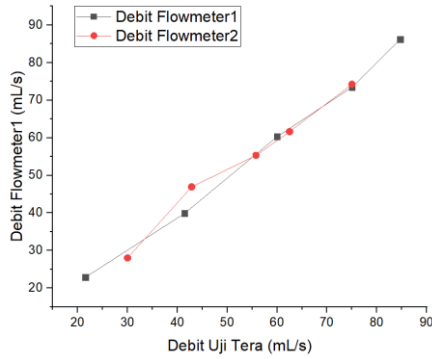
B. Pengujian Sensor

1. Pengujian Sensor *Flowmeter*

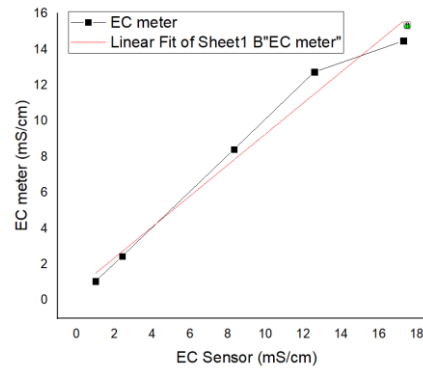
Dilakukan dengan membandingkan nilai debit keluaran sensor dengan perhitungan debit yang didapatkan dari perhitungan volume teko dibagi waktu.

TABEL 1  
PENGUJIAN FLOWMETER

Rata-rata	Error (%)	Akurasi (%)	StDev	Presisi
<b>Flowmeter 1</b>	2.83	97.17	0.99	2.97
<b>Flowmeter 2</b>	3.31	96.69	1.05	3.16



GAMBAR 10  
PENGUJIAN FLOWMETER



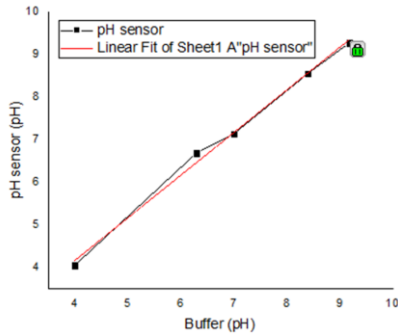
GAMBAR 12  
PENGUJIAN SENSOR EC

2. Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH menggunakan perbandingan nilai pH yang keluar dari sensor dengan nilai pH dari cairan yang telah di ukur menggunakan pH meter.

TABEL 2  
PENGUJIAN SENSOR pH

pH Meter	Sensor pH	Error (%)	Akurasi (%)	StDev	Presisi
4	4.06	1.49	98.51	0.13	0.39
6.3	6.70	6.28	93.72	0.12	0.35
7	7.14	2.06	97.94	0.12	0.35
8.4	8.56	1.91	98.09	0.14	0.42
9.18	9.28	1.04	98.96	0.15	0.44
Rata-rata		2.56	97.44	0.13	0.39



GAMBAR 11  
PENGUJIAN SENSOR pH

3. Pengujian Sensor EC

Pengujian sensor EC dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran dari sensor EC dengan satuan ms/cm dengan nilai EC dari cairan yang nilai konduktivitasnya telah di ukur dengan EC meter.

TABEL 3  
PENGUJIAN SENSOR EC

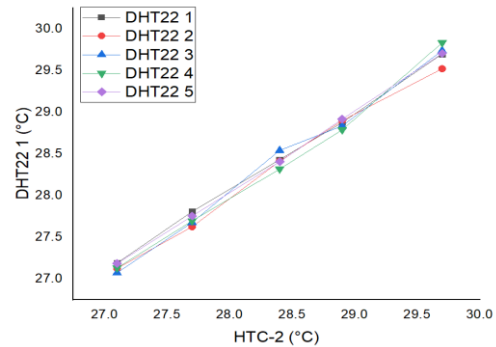
EC Meter (mS/cm)	Sensor EC (mS/cm)	Error (%)	Akurasi (%)	StDev	Presisi
0.987	1.057	7.09	92.91	227.94	683.82
2.408	2.457	2.03	97.97	44.52	133.55
8.32	8.422	1.23	98.77	30.77	92.31
12.58	12.75	1.35	98.65	31.77	95.31
17.3	14.485	16.27	83.73	110.44	331.32
rata rata		5.60	94.40	89.09	267.26

4. Komparasi Sensor DHT22

Komparasi dilakukan dengan membandingkan antara keluaran DHT22 satu dengan yang lainnya. Komparasi sensor DHT22 menggunakan bantuan solder uap sebagai sumber panas yang akan di ukur.

TABEL 4  
KOMPARASI SENSOR DHT22

Rata-rata	A	B	C1	C2	C3
Error (%)	0.18	0.20	0.21	0.25	0.12
Akurasi (%)	99.82	99.80	99.79	99.75	99.88
StDev	0.06	0.06	0.08	0.07	0.07
Presisi	0.17	0.17	0.25	0.22	0.21



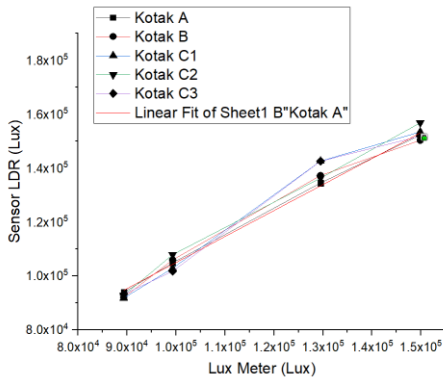
GAMBAR 13  
KOMPARASI SENSOR DHT22

5. Komparasi Sensor LDR

Komparasi sensor LDR digunakan untuk melihat perbandingan antar sensor LDR yang digunakan. Komparasi LDR dibantu dengan lux meter dan sumber cahaya yang dapat diatur intensitasnya.

TABEL 5  
KOMPARASI SENSOR LDR

Rata-rata	A	B	C1	C2	C3
Error (%)	1.36	1.88	1.43	1.14	1.89
Akurasi (%)	98.64	98.12	98.57	98.86	98.11
StDev	0.83	0.89	0.67	0.66	0.61
Presisi	2.49	2.66	2.01	1.98	1.83

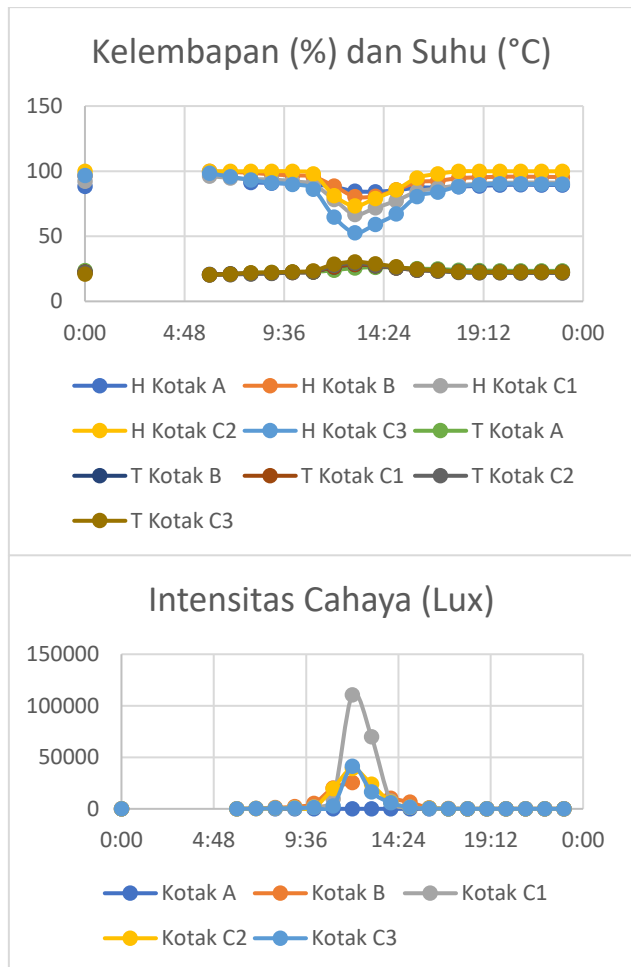


GAMBAR 14  
KOMPARASI SENSOR LDR

C. Analisis Sistem

Greenhouse memiliki panjang 8 meter dan lebar 4 meter, kotak sistem monitoring ditempatkan pada setiap pojokan dan satu kotak berada di tengah. Kotak A berada pada koordinat (1,4), kotak B berada pada koordinat (-1,4), kotak C1, C2, dan C3 berturut-turut terletak pada koordinat (0,0), (1,-4), dan (-1,-4).

1. Perbandingan Kotak

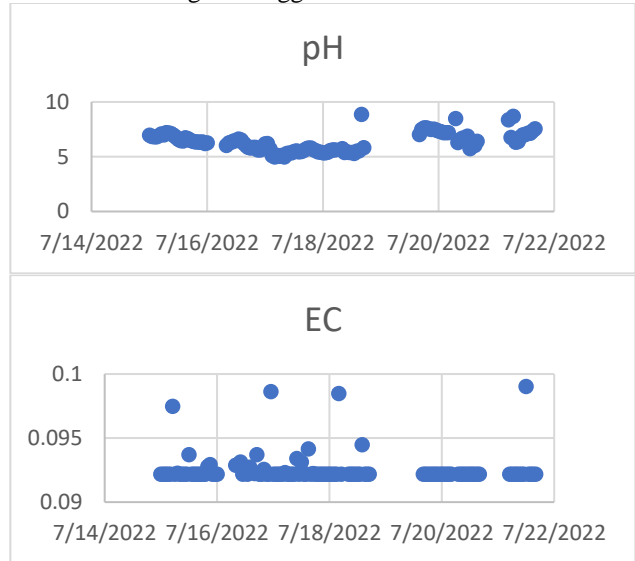


GAMBAR 15  
GRAFIK KELEMBAPAN, SUHU, DAN INTENSITAS CAHAYA

Tumbuhan kangkung dapat tumbuh dengan baik pada lingkungan dengan suhu 20 °C – 30 °C dan tingkat kelembapan diatas 60%.

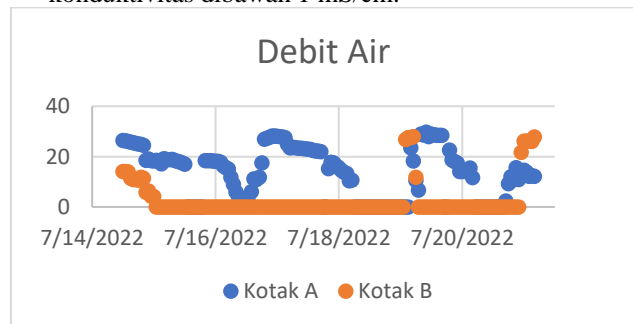
Seluruh kotak meliputi kotak A, B, C1, C2, C3 merupakan tempat yang baik bagi pertumbuhan tanaman kangkung. Hal itu dikarenakan pada kotak-kotak tersebut memiliki nilai suhu dan kelembapan yang masuk kedalam rentang kondisi lingkungan yang baik bagi pertumbuhan kangkung. Pada kotak A, kondisi intensitas cahaya bisa lebih ditingkatkan, karena pada kotak A nilai intensitas sangat rendah, sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis.

2. Perbandingan Mingguan



GAMBAR 16  
GRAFIK MINGGUAN pH DAN EC

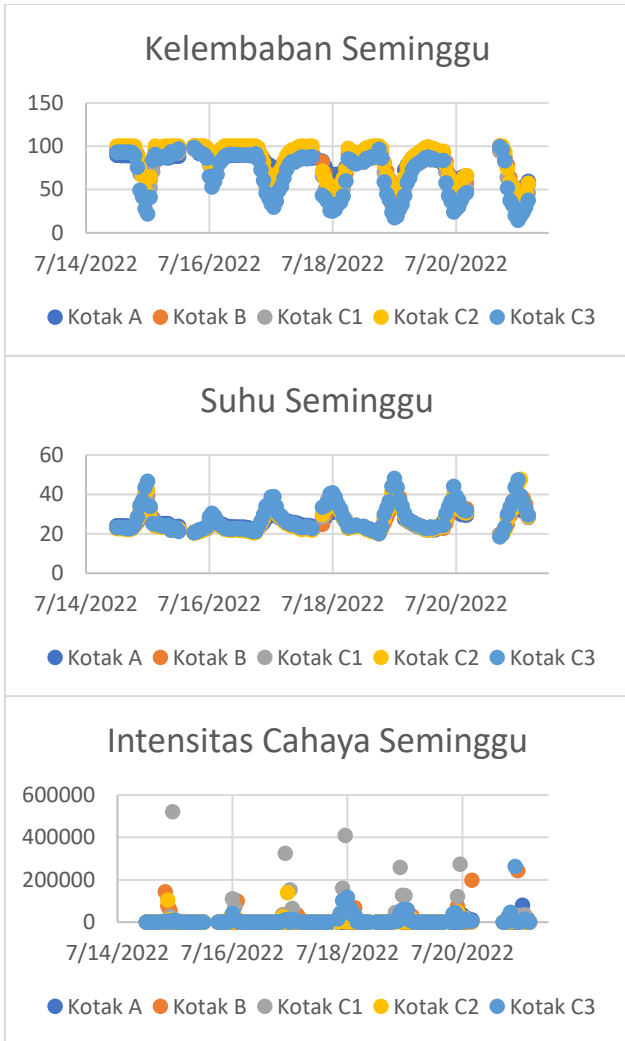
Nilai minimal pH selama satu minggu adalah 4,966 dan maksimal 8,851. Pada air di sistem akuaponik tidak memiliki nilai EC, pada sistem akuaponik yang baik nilai ECnya adalah ± 3.5 mS/cm. Nilai yang terbaca pada sensor EC adalah nilai variabel pada sensor karena sensor tidak akan menghasilkan nilai 0 apabila kondisi air tidak memiliki konduktivitas, atau ketika air memiliki nilai konduktivitas dibawah 1 mS/cm.



GAMBAR 17  
GRAFIK MINGGUAN DEBIT AIR

. Kotak A nilai debit air memiliki data yang kurang bagus dikarenakan terdapat kebocoran pada selang aliran dan sering di matikan dan dinyalakan dalam waktu yang

singkat untuk membenahan sensor-sensor yang ada di kotak A. sedangkan untuk kotak B, *flowmeter* tidak mengukur debit air, karena pompa yang berada di kotak B telah di matikan.



GAMBAR 18 GRAFIK MINGGUAN SEMUA KOTAK

Rata-rata dilakukan pada jam 9.00 – 15.00 pada setiap kotak dan setiap harinya. Nilai suhu dan kelembapan pada *Greenhouses* tersebar merata pada setiap harinya, memiliki perbedaan paling besar adalah 6,4°C antara kotak A dan C3 yang terjadi pada tanggal 17 Juli. Sedangkan untuk perbedaan paling besar pada kelembapan adalah 37,144% terjadi antara kotak A dan C3 pada tanggal 18 Juli 2022. Jika dilihat dari grafik hasil intensitas cahaya, beberapa titik memiliki titik buta yang menyebabkan sensor tidak dapat menerima cahaya secara maksimal.

Distribusi suhu dan kelembapan terlihat ekstrim pada sebaran kotak C3 yang bisa disebabkan karena letak kotak C3 sangat bebas dan pengaruh dari kerangka akuaponik yang terbuat dari besi. Seluruh bagian pada *greenhouse* memiliki sebaran suhu dan kelembapan yang baik terutama pada bagian B, C1, C2, dan C3. Untuk

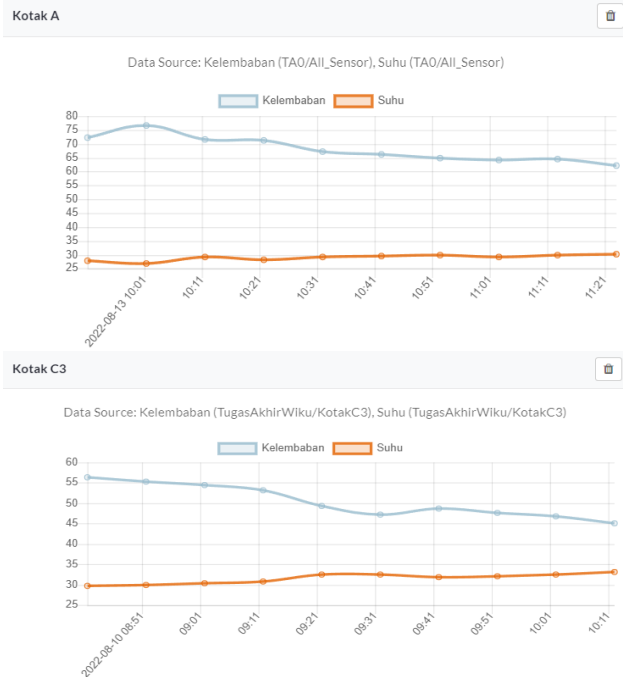
bagian A memiliki nilai suhu lebih rendah, kelembapan lebih tinggi, dan cahaya yang kurang.

3. Perbandingan Harian

Apabila dilihat dari grafik mingguan menunjukkan bahwa kondisi lingkungan pada tanggal 16 Juli 2022 memiliki tingkat kelembapan lebih tinggi, tingkat suhu lebih rendah, dan intensitas cahaya juga lebih rendah daripada tanggal 19 Juli 2022. Pada tanggal 19 Juli 2022 kondisi lingkungan memiliki suhu yang tinggi, dan kelembapan yang rendah, sehingga dapat menyebabkan kondisi tanaman kering. Sementara itu untuk kondisi intensitas cahaya yang dapat diterima tumbuhan dapat mengganggu proses fotosintesis pada tumbuhan.

4. Tampilan Data di Antares

Grafik menunjukkan bahwa data yang dikirimkan melalui sistem IoT dapat diterima dengan baik pada platform Antares. Grafik dibawah merupakan data kelembapan dan suhu pada kotak A dan kotak C3.



GAMBAR 19 TAMPILAN DATA DI ANTARES

Pada tanggal 9 Agustus 2022, sistem mulai dinyalakan pukul 08:20 hingga 14:10, dan dapat mengirimkan data sebanyak 35 data. Tabel 4.6 merupakan nilai *packet loss* dan indeksnya

TABEL 6 PACKET LOSS

Kotak	Packet Loss	Indeks
A	5.71 %	3
B	0 %	4
C1	0 %	4
C2	0 %	4
C3	0 %	4

## V. KESIMPULAN

Nilai suhu dan kelembapan tersebar secara merata pada setiap harinya, nilai berfluktuasi siang dan malam. Apabila dilihat dari grafik mingguan, kotak C3 memiliki fluktuasi yang ekstrim dikarenakan letak yang bebas dan pengaruh dari kerangka akuaponik dari besi. Kondisi ruangan *greenhouse* memiliki kelayakan pada setiap titiknya, kecuali titik A yang memiliki intensitas cahaya yang kurang. Peningkatan tidak dilakukan karena peletakan bangunan *greenhouse* telah paten dan tidak dapat dirubah. Risikonya adalah terjadi kurang baiknya kualitas tanaman yang ditanam di titik A.

Kadar pH dalam sistem akuaponik yaitu 4,96 hingga 8,85. Sistem akuaponik tidak memiliki nilai EC, yang terbaca adalah variabel dari sensornya. Kondisi debit air pada kotak A dan B memiliki debit yang tidak stabil. Sistem IoT berjalan dengan baik, sehingga data yang di terima oleh sensor dan di proses oleh mikrokontroler dapat diterima oleh *platform* Antares.

Untuk perkembangan penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan *greenhouse* milik pribadi untuk dilakukan penelitian, sehingga penelitian bisa dilakukan dengan lebih baik, tanpa adanya campur tangan dari pihak lain. Selain itu perlu dilakukan kalibrasi alat lebih bagus sehingga hasil pengukuran bisa lebih detail. Sebagai tempat pengambilan data, pembuatan aplikasi berbasis android juga bisa dijadikan sebagai bahan penelitian selanjutnya.

## REFERENSI

- [1] M. Airlangga, Sistem Kontrol Nutrisi Pada Sayuran Sawi Hijau Dengan Metode Akuaponik *Deep Flow Technique* Berbasis Logika Fuzzy, Bandung: Telkom University, 2020.
- [2] A. Roihan, "Kebutuhan Cahaya Matahari untuk Tanaman," Hidroponikstore.com, 14 Oktober 2015. [Online]. Available: <https://hidroponikstore.com/kebutuhan-cahaya-matahari-untuk-tanaman/>. [Accessed 9 Oktober 2021].
- [3] "Produksi Tanaman Sayuran 2020," Badan Pusat Statistik, 2020. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/produksi-tanaman-sayuran.html>. [Accessed 9 Oktober 2021].
- [4] R. N. Kandi, "Fitoremediasi Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk)," *PhD Thesis. UIN Ar-Raniry*, 2019.
- [5] Jumiyatun, A. Amir, R. Ndobe and Supriyadi, "Rancang Bangun Sistem Kendali Penanaman Tumbuhan Hortikultura Di Dalam Ruangan Tertutup," *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, vol. 6, no. 2, pp. 82-89, 2019.
- [6] Dewi, "Cara Kerja Sistem Akuaponik DFT (*Deep Flow Technique*)," 10 Oktober 2020. [Online]. Available: <https://dewitani.com/cara-kerja-sistem-akuaponik-dft-deep-flow-technique/#comment-757>. [Accessed 24 November 2021].
- [7] A. N. Mansyur, S. Triyono and A. Tusi, "Pengaruh Naungan Terhadap Pertumbuhan Sawi (*Brassica Juncea* L.) Pada Sistem Hidroponik Dft (*Deep Flow Technique*)," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 3, no. 2, pp. 103-110, 2014.
- [8] M. Y. E. Aditya and H. Wibawanto, "Sistem Pengamatan Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroler ATmega8," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 5, no. 1, 2015.
- [9] M. H. Al Khairi, "Mahir Elektro," 17 April 2021. [Online]. Available: <https://www.mahirelektro.com/2020/02/tutorial-menggunakan-sensor-DHT11-pada-Arduino.html>. [Accessed 6 Desember 2021].
- [10] L. Andiani, MODUL PRAKTIKUM TEKNIK PENGUKURAN, BANDUNG: TEKNIK FISIKA, 2021.
- [11] D. N. Cahyono, "Sistem Pembersih Sensor PH Otomatis Berbasis Robot ARM Dan Stabilizer PH Pada Proses *Treated Water* Di PT Petro Jordan Abadi," *PhD Thesis. Universitas Muhammadiyah Gresik*, 2017.
- [12] "Pelita Dwi Asa," PT PELITA DWI ASA, 27 8 2020. [Online]. Available: <https://pelitadwiasa.com/>. [Accessed 11 6 2022].
- [13] Lorenz, "Aplikasi *Water Flow Sensor* dan Arduino pada Toren Air," 21 April 2020. [Online]. Available: <https://www.ataende.com/aplikasi-water-flow-sensor-arduino-toren-air/>. [Accessed 6 Desember 2021].
- [14] H. A. Dharmawan, Mikrokontroler, Malang: Ubmedia, 2017.
- [15] D. Setiadi and M. N. A. Muhaemin, "Penerapan *Internet Of Things* (IoT) Pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi)," *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 3, no. 2, pp. 95-102, 2018.