



**OTOMATISASI MONITORING METODE BUDIDAYA SISTEM
HIDROPONIK DENGAN INTERNET OF THINGS (IOT) BERBASIS ANDROID
MQTT DAN TENAGA SURYA**

Muhammad Al Husaini¹, Arief Zulianto² dan Ashwin Sasongko³

Universitas Langlangbuana Bandung, Indonesia^{1,2 dan 3}

alhusaini@staff.unsil.ac.id¹, madzul@unla.ac.id² dan ashwin.sasongko@gmail.com³

Diterima:

27 Juni 2021

Direvisi:

27 Juli 2021

Disetujui:

**14 Agustus
2021**

Abstrak

Sistem hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) menggabungkan teknologi berbasis internet dengan budidaya pertanian dengan diseleraskan pada penggunaan aplikasi *mobile Android* ataupun penggunaan alat komunikasi *data client-server* yaitu *MQTT server*, selain penggunaan teknologi tersebut sistem hidroponik dapat dilengkapi dengan penggunaan panel surya sebagai alternatif sumber daya listrik untuk efisiensi penggunaan daya. Tujuan penelitian ini yaitu mengoptimalkan laju pertumbuhan tanaman metode hidroponik berbasis IoT pada tanaman hidroponik. Metode penelitian yang digunakan yaitu penelitian terapan. Hasil dari pengujian pada komponen sensor tersebut menghasilkan toleransi *error* sebesar 1% pada sensor suhu, pH dan kelembaban. Efisiensi panel surya terhadap energi *photovoltaic* matahari untuk sistem hidroponik ini yaitu 9,085 % untuk *polycrystalline* dan 12,01 % untuk *monocrystalline* dengan pengujian pada periode bulan April dan Mei. Selisih laju perbandingan pada tanaman hidroponik tersebut menghasilkan nilai rata-rata untuk perbandingan lebar tanaman yaitu 0,087 cm dan untuk perbandingan tinggi tanaman yaitu menghasilkan selisih rata-rata dengan nilai 1,63 cm. Hasil dari implementasi IoT pada sistem hidroponik ini yaitu Persentase peningkatan laju pertumbuhan secara keseluruhan ketiga parameter pertumbuhan tanaman untuk jumlah daun, lebar dan tinggi tanaman yaitu sebesar 21,67%.

Kata kunci : Hidroponik, IoT, Android, MQTT, Polycrystalline, Monocrystalline

Abstract

Internet of Things (IoT) based hydroponic system commercializes internet-based technology with agricultural cultivation by disseminating the use of Android mobile applications or the use of client-server data communication tools namely MQTT server, in addition to the use of such technology hydroponic systems can be equipped with the use of solar panels as an alternative power source for efficiency of power usage. The purpose of this study is to optimize the growth rate of IoT-based hydroponic methods of plants in hydroponic plants. The research method used is applied research. The results of the tests on the sensor components resulted in a 1% error tolerance in temperature, pH and humidity sensors. Solar panel efficiency to solar photovoltaic energy for hydroponic systems is 9.085% for polycrystalline and 12.01% for monocrystalline with testing in April and May period. The difference in the rate of comparison in hydroponic plants produces an average value for the comparison of plant width of 0.087 cm and for the comparison of plant height that results in an average difference with a value of 1.63 cm. The result of IoT implementation in this hydroponic system is the percentage increase in the overall growth rate of the three plant growth parameters for the number of leaves, width and height of plants by 21.67%.

Keywords : Hydroponics, IoT, Android, MQTT, Polycrystalline, Monocrystalline

PENDAHULUAN

Teknologi dewasa ini digunakan dalam berbagai aktivitas dan kegiatan tidak terkecuali pada bidang pertanian (Nugroho & Waluyati, 2018). Implementasi teknologi dibutuhkan untuk mendukung aktivitas budidaya khususnya dalam budidaya sistem hidroponik. Sistem hidroponik teknologi yang dapat diimplementasikan yaitu teknik hidroponik dengan penerapan *Internet of Things* (IoT). Seperti kita ketahui bersama bahwa terdapat kesulitan bagi siapa saja untuk mengelola air tanaman pada budidaya pertanian (Siliwangi, 2015) dengan sangat tepat tanpa menyiramnya secara berlebihan (Bafna et al., 2018). Sistem hidroponik merupakan teknik penanaman tanaman baik itu tanaman khusus hidroponik (Sutanto, 2015) atau lainnya tanpa menggunakan media tanah (Sigalingging & Honora, 2019).

Sistem hidroponik membutuhkan aliran listrik secara kontinu khususnya menggunakan sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) (Kurniasih, 2011), tetapi hal tersebut menjadi kendala yaitu pada penggunaan daya listrik yang berlebihan (Hamdanni, 2018). Solusi untuk mengatasi hal tersebut yaitu memanfaatkan energi matahari atau *Photovoltaics* untuk mengefektifkan penggunaan daya listrik menggunakan panel surya (Prianto, 2017).

Negara Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki tingkat radiasi yang sesuai untuk memanfaatkan energi matahari atau *Photovoltaics* yaitu penggunaan panel surya dengan rata-rata energi yang dapat dihasilkan sejumlah 5,86 kWh/m², dengan tingkat radiasi yang tinggi dan memiliki potensi energi yang melimpah dengan total penyinaran global rata-rata 2.111.9 – 2.427.5 W/m²/tahun.

Berdasarkan penelitian ini sistem hidroponik yang dibangun yaitu mengimplementasikan Sistem Mikrokontroler komponen sensor dengan *Internet of Things* pada sistem hidroponik *Deep Flow Technique* (DFT) dengan memanfaatkan dukungan panel surya jenis *polycrystalline* dan *monocrystalline* sebagai sumber daya energi alternatif yang dapat digunakan sebagai daya listrik utama untuk menyalakan aliran air nutrisi pada sistem hidroponik ataupun untuk digunakan sebagai daya listrik alternatif apabila terjadi kendala pada sumber listrik konvensional.

Berdasarkan penelitian ini menggunakan sistem hidroponik *Deep Flow Technique*, yaitu memanfaatkan air yang mengandung larutan nutrisi pada penampung atau tandon air yang dialirkan pada pipa-pipa tanaman dengan saluran drainase yang didesain sehingga tanaman yang berada pada penampung tanaman atau *netpot* mendapat aliran air dan nutrisi dengan kedalaman sekitar 4-6 cm. Larutan nutrisi akan secara terus menerus tersirkulasi kedalam bak penampungan air dan akan disalurkan kembali pada pipa-pipa yang telah dibuat sistem hidroponik ini. Sirkulasi larutan nutrisi ini dapat digunakan terus menerus selama beberapa hari sesuai dengan kebutuhan tanaman (Mashumah et al., 2018).

Sistem hidroponik ini memiliki beberapa faktor penting untuk tingkat keberhasilan dalam budidayanya yaitu oksigen, media tanam, air dan unsur hara. Air dan larutan nutrisi merupakan salah satu faktor penting untuk memulai metode tanam secara hidroponik, selain itu unsur hara secara makro dibutuhkan dalam konsentrasi yang tinggi. Komponen unsur hara secara makro tersebut meliputi N, P, K, Ca, Mg dan S, sedangkan unsur hara secara mikro yaitu Fe, Mn, Zn, Cu, B, Ci dan Mo (Rahmawati, 2018).

Hasil dari penggunaan teknologi baik itu *Internet of Things* berbasis *mobile* dalam memantau penanaman tanaman hidroponik seperti selada, bahwa budidaya pertanian dengan implementasi teknologi seperti *smart farm* menghasilkan 17,20% jumlah daun lebih banyak dari sistem hidroponik konvensional yang hanya berjumlah 13,90% (Changmai et al., 2018). Tujuan penelitian ini yaitu mengoptimalkan laju pertumbuhan

tanaman metode hidroponik berbasis IoT pada tanaman hidroponik. Manfaat penelitian ini yaitu otomatisasi sistem hidroponik untuk proses *monitoring* dan kontrol kondisi pertumbuhan tanaman

Internet of Things (IoT) secara umum merupakan sebuah komponen objek-objek yang memiliki kecerdasan sehingga memungkinkan objek tersebut membuat suatu interaksi dengan objek lainnya, seperti penggunaan komponen sensor yang digunakan untuk tujuan tertentu. IoT telah berkembang secara drastis menjadi sistem dengan menggunakan berbagai teknologi seperti Internet yang terhubung dengan jaringan nirkabel dan berbagai teknologi lainnya seperti *micro-electro mechanical system* atau sistem elektro mekanik seperti pada GPS, sistem kontrol dan jaringan sensor nirkabel semuanya memanfaatkan teknologi IoT.

IoT dapat dimanfaatkan untuk diimplementasikan pada objek-objek seperti tanaman, hewan, manusia dan bangunan dengan komponen pendukung seperti sensor agar semuanya mampu terhubung dan juga berkomunikasi untuk berbagi informasi yang berguna untuk menentukan posisi, pemantauan informasi secara *online*, memperbarui data, proses kontrol dan hal yang berkaitan dengan administrasi (Musa et al., 2019).

Internet of Things pada budidaya pertanian dengan penerapan teknologi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok berdasarkan pemanfaatan dan penggunaan sensor yaitu berbasis faktor eksternal dan sensor berbasis faktor internal. Faktor internal merupakan fungsional yang dimanfaatkan dari penggunaan sensor tersebut sedangkan faktor eksternal sensor yaitu keluaran dan dampak yang terjadi setelah penggunaan sensor tersebut (Puengsungwan & Jirasereeamornkul, 2019).

Sistem hidroponik dengan implementasi IoT membutuhkan dukungan komunikasi antara komponen pada sistem IoT hidroponik tersebut. Protokol komunikasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan protokol *Message Queueing Telemetry Transport* (MQTT). Protokol komunikasi MQTT menggunakan mikrokontroler *Arduino* yang dikombinasikan dengan modul *Wifi ESP8266* untuk menerima data dari sensor secara aktual. Proses penerimaan data tersebut memanfaatkan kemampuan MQTT dalam pengiriman data dengan jarak maksimal antara perangkat IoT dengan MQTT maksimal pada jarak 500 meter (Joseph, 2019). MQTT ini merupakan protokol komunikasi data yang menggunakan komunikasi M2M (*Machine to Machine*) (Joseph, 2019). Komunikasi data berbasis *mobile* pada penelitian ini juga menggunakan aplikasi berbasis android untuk menerima data hasil monitoring komponen sensor pada sistem yaitu menggunakan aplikasi android *blynk*. Aplikasi ini dapat digunakan untuk proses monitoring data hasil sensor di sistem *Arduino* pada hidroponik.

Panel surya pada penelitian ini digunakan untuk memaksimalkan potensi energi yang ada di Indonesia. Potensi energi matahari yang dikonversi menjadi daya listrik atau disebut *photovoltaic* itu W/m^2 . Pemanfaatan panel surya sebagai daya listrik yang digunakan untuk mengangkat larutan nutrisi pada tendon hidroponik. Pemanfaatan daya listrik dari panel surya mampu menggerakkan pompa dengan jenis DC mencapai ketinggian 3,2 meter dan debit air yang dihasilkan sebesar 38%.

Daya yang dihasilkan oleh panel surya ditandai dengan (P_{out}), kemudian untuk daya listrik yang berasal dari sinar matahari yaitu merupakan (P_{in}), Energi *photovoltaics* (PV) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini dimana V merupakan tegangan listrik, I adalah arus listrik (amp) dan F merupakan intensitas cahaya matahari dengan satuan (W/m^2). AC yaitu total luas area atau dimensi dari panel surya yang digunakan.

$$P_{out} = V \times I$$

$$P_{in} = F \times AC$$

Penggunaan 2 (dua) jenis panel surya menghasilkan efisiensi berbeda yaitu dengan menggunakan panel surya jenis *polycrystalline* dan *monocrystalline*. Persamaan untuk menghitung efisiensi penggunaan panel surya itu sendiri yaitu:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

Implementasi IoT dan penggunaan panel surya pada sistem hidroponik ini digunakan untuk optimalisasi laju pertumbuhan dan mengetahui efisiensi penggunaan kedua jenis panel tersebut apabila digunakan pada sistem. Sistem hidroponik yang telah menggunakan IoT dan panel surya untuk membantu memantau perkembangan laju pertumbuhan tanaman membutuhkan akurasi perhitungan yang tepat pada komponen sensor tersebut dengan menggunakan persamaan berikut ini (Pambudi, 2018):

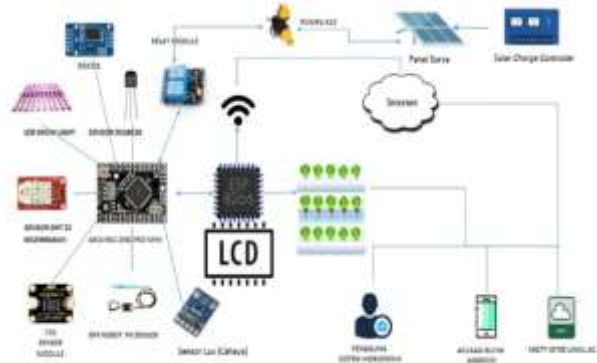
$$\% \text{ error} = \frac{\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Acuan}}{\text{Nilai Acuan}} \times 100 \%$$

Persamaan di atas digunakan untuk menghitung rata-rata *error* dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$\% \text{ error} = \frac{\sum \text{error}}{\sum \text{uji coba}} \times 100 \%$$

METODE PENELITIAN

Sistem hidroponik IoT terdiri dari komponen utama yaitu mikrokontroler *Arduino* dan Modul *Wifi ESP8266* untuk kontrol logika sistem dan koneksi internet dalam komunikasi data untuk *monitoring* sensor. Berikut ini skema dari sistem hidroponik berbasis IoT dengan dukungan daya panel surya :



Gambar 1. Skema Sistem Hidroponik IoT

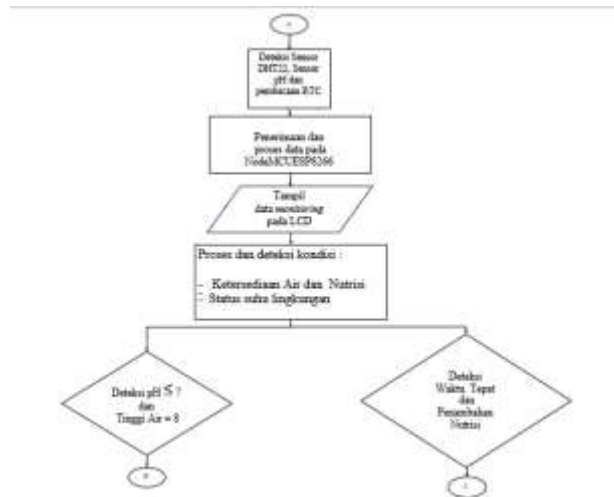
Sistem yang diusulkan untuk implementasi IoT pada hidroponik ini yaitu :

1. *Arduino2560 Mega* merupakan komponen utama dengan *Modul Wifi ESP8266* dalam kontrol logika dan komunikasi data dalam proses pengiriman data hasil sensor baik itu melalui tampilan monitor LCD ataupun menuju MQTT dan aplikasi *blynk*
2. Pemanfaatan panel surya dapat digunakan untuk daya listrik utama pada pompa ataupun untuk daya listrik cadangan dengan pengaturan penggunaan panel surya menggunakan *solar charge controller*
3. MQTT server dan Aplikasi *blynk* berfungsi untuk menampilkan hasil data *monitoring* komponen pengujian sensor. Pada MQTT server yang digunakan yaitu *host iotee.unsil.ac.id* yang dapat ditampilkan dengan aplikasi MQTT

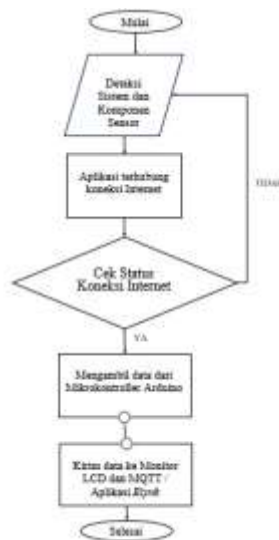
Broker pada *desktop*, sedangkan aplikasi *blynk* dapat digunakan secara *realtime* menggunakan *Smartphone Android*.

A. Perancangan Sistem

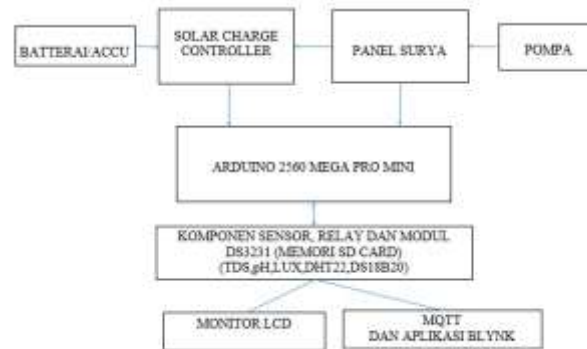
Sistem hidroponik berbasis IoT ini dibangun berdasarkan 2 (dua) komponen utama yaitu *Arduino 2560Mega* dan Modul *Wifi ESP8266* untuk pengaturan dan penyesuaian keseluruhan komponen sistem seperti pada *flowchart* berikut ini :



Gambar 2. Sistem Mikrokontroler *Arduino*



Gambar 3. Sistem Modul *Wifi ESP8266*



Gambar 4. Blok Diagram Sistem

Sistem *Arduino* ini berfungsi untuk kontrol keseluruhan sistem baik itu proses logika, pengiriman dan penyimpanan data pada semua komponen sensor ataupun komunikasi data khususnya dengan Modul *WiFi ESP8266*. Modul *WiFi* ini berfungsi untuk menghubungkan sistem dengan koneksi jaringan internet, dengan koneksi tersebut data yang telah diolah pada sistem *Arduino* maka dapat digunakan untuk dikirimkan menuju *MQTT Broker* ataupun aplikasi *blynk*.

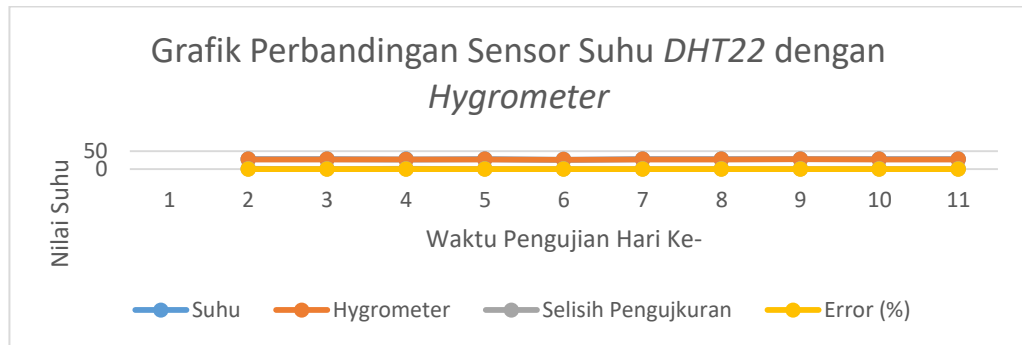
Berdasarkan sistem ini penggunaan panel surya dilengkapi dengan baterai, ACCU dan *Solar Charge Controller (SCC)*, SCC ini berfungsi untuk mengatur penggunaan baterai baik itu untuk penggunaan panel surya selama 24 jam, penggunaan hanya pada malam hari ataupun penggunaan secara otomatis ketika aliran listrik padam ataupun terjadi pemadaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian sistem hidroponik ini yaitu hasil *monitoring* komponen sensor pada *Arduino* berdasarkan persamaan toleransi *error* pada suatu komponen sistem. Pengujian fungsional beberapa sensor pada sistem *Arduino* dengan *Internet of Things* pada modul *WiFi ESP8266* ini meliputi pada sensor *pH*, *TDS*, *Lux BH1750*, *DHT22* dan *DS18B20* seperti berikut ini :

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Suhu *DHT22*

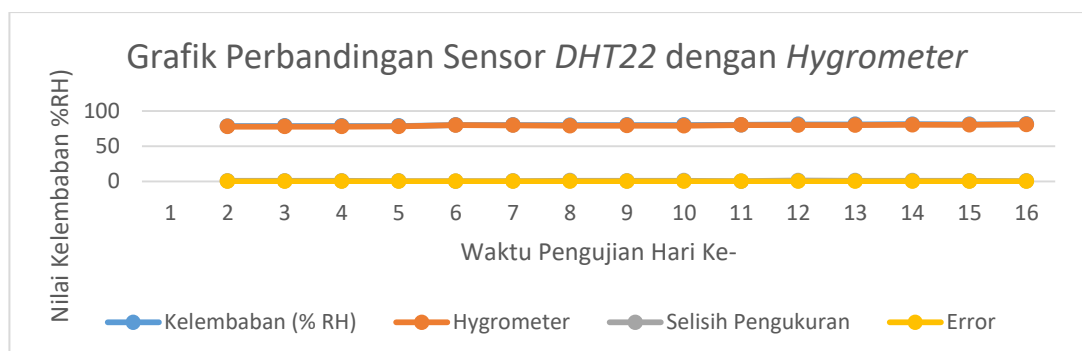
Waktu	Suhu (°C)	<i>Hygrometer</i> (°C)	Selisih Pengukuran	<i>Error</i>
10/4 2021				
08.00	27,3	26,4	0,63	2%
09.00	27,23	27,38	0,34	1%
10.00	27,01	26,45	0,56	2%
12.00	27,10	26,4	0,32	1%
16.00	26,4	25,4	0,21	1%
11/4 2021				
08.00	27,31	26,9	0,41	2%
09.00	27,2	26,9	0,3	1%
10.00	27,40	27,2	0,2	1%
12.00	27,38	26,3	0,51	2%
Rata-Rata	27,114	26,727	0,386	1%



Gambar 5. Grafik Pengujian Sensor Suhu DHT22

Tabel 2. Hasil Pengujian Kelembaban DHT22

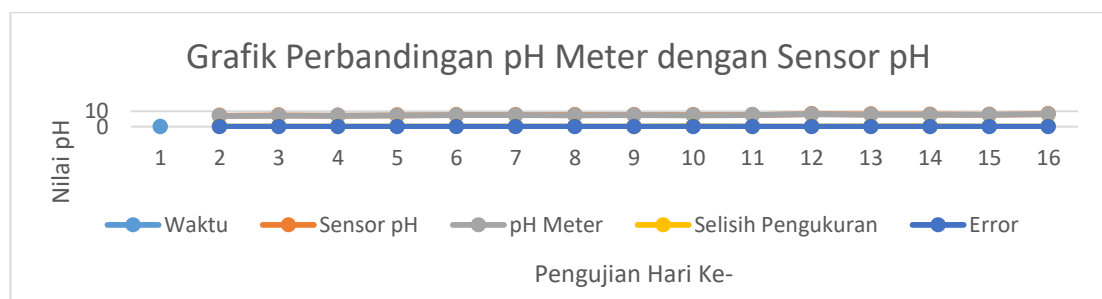
Waktu	Kelembaban (% RH)	Hygrometer	Selisih Pengukuran	Error
Waktu 10/4 2021				
08.00	78,6	77,9	0,7	1%
09.00	78,7	77,9	0,8	1%
10.00	78,7	77,9	0,8	1%
12.00	78,7	78,2	0,5	1%
16.00	80,21	79,8	0,41	1%
Waktu 11/4 2021				
08.00	80,1	79,6	0,5	1%
09.00	80	78,9	1,1	1%
10.00	80,1	79,3	0,8	1%
12.00	80,1	79,1	1	1%
16.00	80,3	80,1	0,2	0%
Waktu 15/4 2021				
08.00	81,1	79,8	1,3	2%
09.00	81,1	80	1,1	1%
10.00	81,2	80,3	0,9	1%
12.00	81,1	80,4	0,7	1%
16.00	81,4	80,8	0,6	1%
Rata-rata	80,094	79,33	0,76	1%



Gambar 6. Grafik Pengujian Sensor Kelembaban DHT22

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor pH

Waktu	Sensor pH	pH Meter	Selisih Pengukuran	Error
10/4 2021				
08.00	7,12	7	0,12	2%
09.00	7,33	7,2	0,13	2%
10.00	7,18	7,12	0,06	1%
12.00	7,37	7,31	0,06	1%
16.00	7,55	7,48	0,07	1%
15/4 2021				
08.00	7,56	7,48	0,08	1%
09.00	7,55	7,42	0,13	2%
10.00	7,53	7,49	0,04	1%
12.00	7,55	7,38	0,17	2%
16.00	7,63	7,59	0,04	1%
Rata-Rata	7,62	7,52	0,10	1%

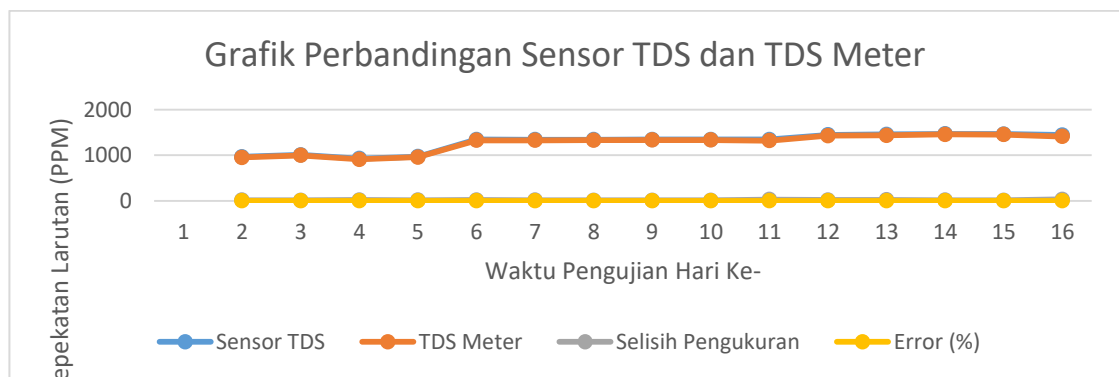


Gambar 7. Grafik Pengujian sensor pH dan pH meter

Tabel 4. Hasil Pengujian TDS

Waktu	Sensor TDS	TDS Meter	Selisih Pengukuran	Error
10/4 2021				
08.00	965	951	14	1%
09.00	1008	998	10	1%
10.00	927	910	17	2%
12.00	969	957	12	1%
16.00	1345	1329	16	1%
11/4 2021				
08.00	1340	1329	11	1%
09.00	1340	1330	10	1%

10.00	1345	1335	10	1%
12.00	1345	1336	9	1%
16.00	1345q	1320	25	2%
Waktu 15/4 2021	Sensor TDS	TDS Meter	Selisih Pengukuran	Error
08.00	1447	1431	16	1%
09.00	1458	1438	20	1%
10.00	1469	1458	11	1%
12.00	1464	1455	9	1%
16.00	1443	1412	31	2%
Rata-rata	1280,666667	1265,933333	14,73333333	1%

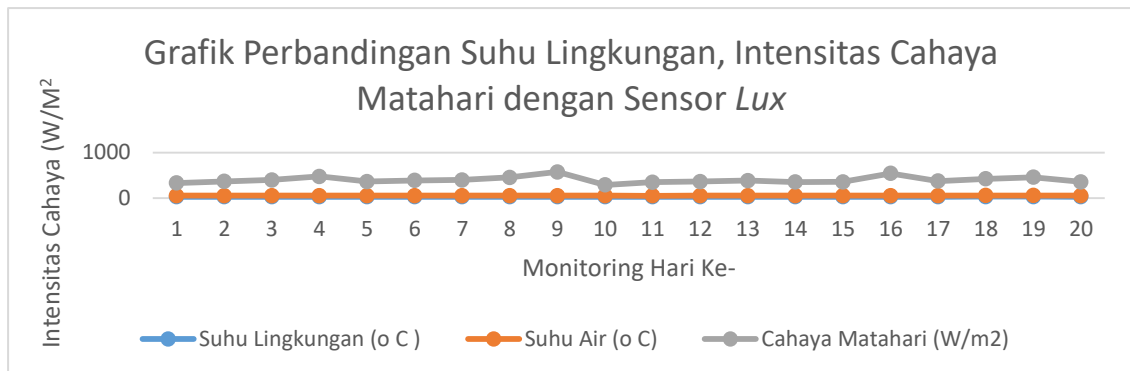


Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian sensor TDS dan TDS Meter

Tabel 5. Hasil Pengujian Intensitas Cahaya dan Suhu Lingkungan

Waktu	Pengukuran Suhu dan Intensitas Cahaya Matahari		
	Suhu Lingkungan ($^{\circ}$ C)	Suhu Air ($^{\circ}$ C)	Cahaya Matahari (W/m^2)
10/4 2021			
08.00	26.40	23.94	278.89
09.00	27.38	23.94	312,87
10.00	26.45	23.94	345.87
12.00	26.40	24.00	423.56
16.00	25.40	24.2	312.21
11/4 2021			
08.00	26,9	25,38	332,56
09.00	26,9	24,83	345,57
10.00	27,2	25,3	401,67
12.00	26,3	24,95	521,54
16.00	26,2	24,94	234,41
15/4 2021			
08.00	25.7	23.44	298.32
09.00	25.80	24.01	311.87
10.00	25.70	24.31	489.33
12.00	25.70	24.37	300,14
16.00	26,12	23,33	305,65
19/4 2021			
	Suhu Lingkungan ($^{\circ}$ C)	Suhu Air ($^{\circ}$ C)	Cahaya Matahari (W/m^2)

08.00	28.3	24.58	300.14
09.00	28.3	24.47	318.45
10.00	28.30	24.87	367.89
12.00	28.5	25.87	400.56
16.00	27,6	23,38	301,56
Rata-Rata	26,7505	24,4025	346,6895



Gambat 9. Hasil Perbandingan sensor *Lux* dengan Suhu Lingkungan

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel I-IV untuk komponen sensor menghasilkan nilai toleransi *error* dengan rata-rata sebesar 1% untuk tingkat akurasi dari perhitungan pengukuran alat acuan dengan komponen sistem yang ada pada *Arduino* tersebut, selain itu pengukuran beberapa hasil pengujian tersebut dilengkapi dengan hasil dari pengujian efisiensi penggunaan panel surya sebagai daya listrik alternatif pada sistem hidroponik ini.

Panel surya yang digunakan pada sistem hidroponik ini yaitu menggunakan 2 (dua) jenis panel surya yaitu *polycrystalline* (A1) dan jenis *monocrystalline* (A2). Efisiensi yang dihasilkan yaitu untuk jenis panel (A1) rata-rata sebesar 9,085% dan jenis (A2) rata-rata sebesar 12,01%. Berikut ini hasil pengujian dan nilai efisiensi penggunaan panel tersebut :

Tabel 6. Rata-Rata Daya Listrik perjam (Wh) (A1)

Bulan	Daya Per Jam (Wh)
April (10 Jam Pengujian)	255,226
Mei (20 Jam Pengujian)	1022,54
Total	1277,766
Rata-Rata	638,883

Tabel 7. Rata-Rata Daya Listrik perjam (Wh) (A2)

Bulan	Daya Per Jam (Wh)
April (10 Jam Pengujian)	321,37

Mei (20 Jam Pengujian)	1330,968
Total	1652,338
Rata- Rata	826,169

Tabel 8. Efisiensi Panel Surya (A1) dan (A2)

Bulan	Efisiensi panel <i>polycrystalline</i> (A1)	Energi listrik panel <i>monocrystalline</i> (A2)
	Aktual (%)	Aktual (%)
April	9,38	12,2
Mei	8,79	11,82
Total	18,17	24,02
Rata- rata	9,085	12,01

Pengujian sistem *Arduino* dan efisiensi panel surya tersebut dilakukan terkait hubungannya dengan optimalisasi laju pertumbuhan tanaman dengan menggunakan sistem hidroponik IoT ini. Berikut ini hasil dari optimalisasi laju pertumbuhan tanaman hidroponik dengan dukungan sistem IoT

Tabel 9. Daya Listrik Pompa 12 V 5A

Bulan	Daya (V)	Pompa 12 V 5A		Pengujian (Jam)	Hasil (W)
		Arus	Daya / Jam (Wh)		
April	12	4,98	59,76	10	597,6
Mei	12	4,98	59,76	20	1195,2
Total					1792,8
Rata-Rata					896,4

Tabel 10. Perbandingan Daya Panel dan Pompa

Panel Surya	Daya Pompa (W)	Daya Panel (W)	Selisih	Efisiensi
A1	896,4	638,883	257,517	29%
A2	896,4	826,169	70,231	8%

Tabel 11. Laju Pertumbuhan Tanaman Hidroponik Biasa

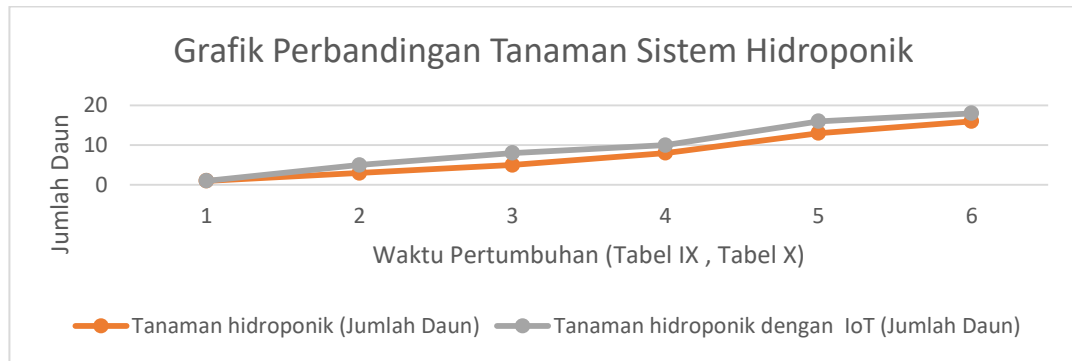
Waktu	Pertumbuhan Tanaman hidroponik (Jumlah Daun)	Lebar Tanaman (cm)	Tinggi Tanaman (cm)
794 4 1	1	0,1	1,1
21/4 2021	3	0,3	3,2
30/4 2021	5	0,6	4,7
1/5 2021	8	0,9	7,2
9/5 2021	13	1,48	18,6
22/5 2021	16	1,67	23,4

Tabel 12. Laju Pertumbuhan Tanaman Hidroponik IoT

Waktu	Pertumbuhan Tanaman hidroponik (Jumlah Daun)	Lebar Tanaman (cm)	Tinggi Tanaman (cm)
16/4 2021	1	0,1	1,1
21/4 2021	5	0,47	3,8
30/42021	8	0,6	6,23
1/52021	10	1,1	10,2
9/5 2021	16	1,5	21,3
22/5 2021	18	1,8	25,4

Tabel 13. Persentase Pertumbuhan (Jumlah Daun)

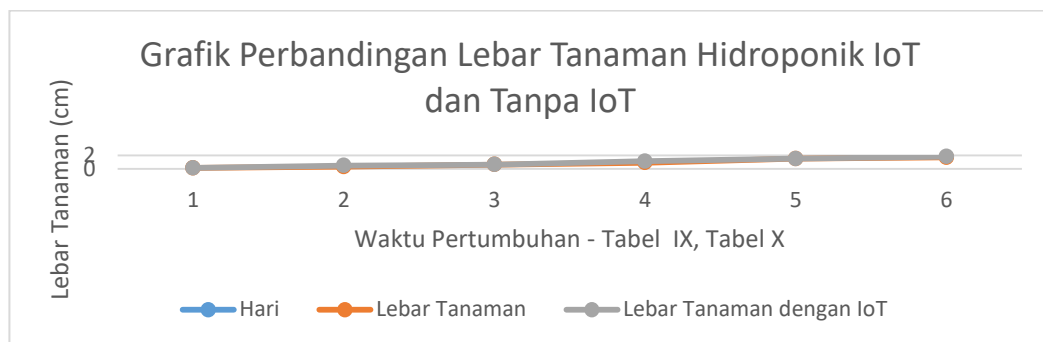
Jumlah Daun (Dukungan IoT)	Jumlah Daun (Hidroponik Biasa)	Selisih (A-B)	Peningkatan (%)
A	B		
1	1	0	0%
5	3	2	67%
8	5	3	60%
10	8	2	25%
16	13	3	23%
18	16	2	13%
Rata-Rata			31%



Gambar 10. Grafik Perbandingan Pertumbuhan Tanaman (Jumlah Daun)

Tabel 14. Persentase Pertumbuhan (Lebar Tanaman)

Lebar Tanaman IoT (cm)	Lebar Tanaman (cm)	Selisih	Peningkatan (%)
A	B	(A-B)	
0,1	0,1	0	0
0,47	0,3	0,17	57
0,6	0,6	0	0
1,1	0,9	0,2	22
1,5	1,48	0,02	1
1,8	1,67	0,13	8
Rata-Rata			15%



Gambar 11. Grafik Perbandingan Pertumbuhan Tanaman (Lebar)

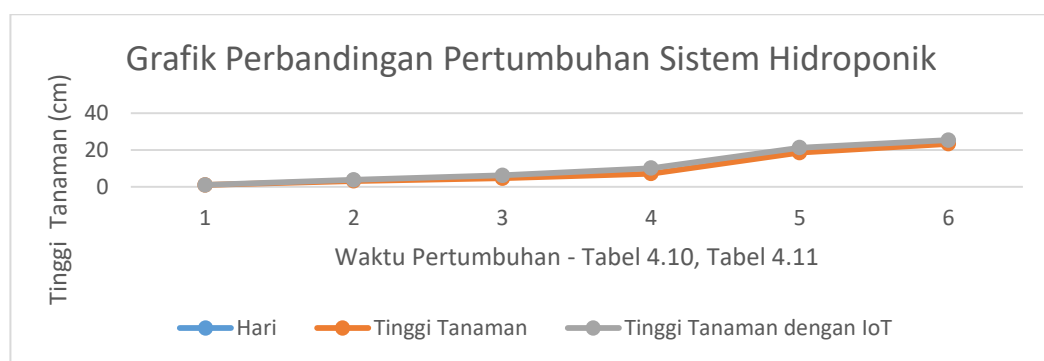
Tabel 15. Persentase Tumbuhan (Tinggi)

Tinggi Tanaman IoT (cm)	Tinggi Tanaman (cm)	Selisih	Peningkatan (%)
1,1	1,1	0	0
3,8	3,2	0,6	19
6,23	4,7	1,53	33

10,2	7,2	3	42
21,3	18,6	2,7	15
25,4	23,4	2	9
Rata-Rata			19

Tabel 16. Rata-rata Persentase Peningkatan Parameter Pertumbuhan

Jumlah Daun (%)	Lebar (%)	Tinggi (%)	Rata-rata (%)
31	15	19	21,67



Gambar 12. Grafik Perbandingan Pertumbuhan Tanaman (Tinggi)

Selisih perbandingan pada tanaman hidroponik tersebut menghasilkan nilai rata-rata nilai pada 3 parameter pengukuran yaitu jumlah daun, lebar dan tinggi dengan hasil perbandingan lebar tanaman yaitu 0,087 cm dan untuk perbandingan tinggi tanaman yaitu menghasilkan selisih rata-rata dengan nilai 1,63 cm. Hasil pengukuran tersebut menjelaskan bahwa penggunaan sistem IoT mampu meningkatkan laju pertumbuhan tanaman hidroponik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, *monitoring* sistem *Arduino* dan pengujian pada panel surya jenis (A1) dan (A2), laju pertumbuhan tanaman hidroponik dengan dukungan *Internet of Things* (IoT) dan penggunaan daya menggunakan panel surya menghasilkan selisih perbandingan laju pertumbuhan tanaman yang lebih baik dengan berdasarkan parameter jumlah daun, lebar tanaman dan tinggi tanaman menghasilkan nilai 0,087 cm dengan persentase kenaikan sebesar 15% untuk lebar tanaman dan 1,63 cm untuk tinggi tanaman dengan persentase peningkatan sebesar 19%, sedangkan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan untuk ketiga parameter tersebut sebesar 21,67%.

Penanaman dengan hidroponik berbasis IoT menghasilkan laju pertumbuhan lebih baik yang merupakan hasil dari akurasi pengujian komponen sensor pada sistem *Arduino* dengan toleransi error mencapai 1% dan dengan efisiensi penggunaan 2 (dua) jenis panel surya (A1), (A2) sebesar 9,085-12% sehingga mampu mengoptimalkan peningkatan laju pertumbuhan tanaman hidroponik tersebut. Tanaman hidroponik yang digunakan pada penelitian ini yaitu kangkung yang dilakukan pengujian pada 16 April hingga 22 Mei 2021 atau sekitar 35 hari dari awal penyemaian hingga panen.

BIBLIOGRAFI

- Bafna, A., Jain, A., Shah, N., & Parekh, R. (2018). IoT Based Irrigation Using Arduino And Android On The Basis Of Weather Prediction. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(05), 433–437.
- Changmai, T., Gertphol, S., & Chulak, P. (2018). Smart hydroponic lettuce farm using Internet of Things. *2018 10th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST)*, 231–236.
- Hamdanni, E. (2018). *Perancangan Sistem Pemakaian Daya Listrik pada Rumah Tangga secara Real Time menggunakan Aplikasi Android*. Universitas Internasional Batam.
- Joseph, F. J. J. (2019). A Review of IoT Implementations in Environment and Agriculture. *JARES*, 6(1&2), 1–5.
- Kurniasih, A. (2011). *Pengaruh Penggunaan Aerator Pada Hidroponik Sistem Rakit Apung (Floating Hidroponic System/Fhs) Dan Kultur Air (Deep Flow Technique/Dft) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Beberapa Tanaman Sayuran*. UNS (Sebelas Maret University).
- Mashumah, S., Rivai, M., & Irfansyah, A. N. (2018). Nutrient film technique based hydroponic system using fuzzy logic control. *2018 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, 387–390.
- Musa, P., Sugeru, H., & Mufza, H. F. (2019). An intelligent applied Fuzzy Logic to prediction the Parts per Million (PPM) as hydroponic nutrition on the based Internet of Things (IoT). *2019 Fourth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 1–7.
- Nugroho, A. D., & Waluyati, L. R. (2018). Upaya Memikat Generasi Muda Bekerja Pada Sektor Pertanian di Daerah Istimewa Yogyakarta. *JPPUMA: Jurnal Ilmu Pemerintahan Dan Sosial Politik UMA (Journal of Governance and Political Social UMA)*, 6(1), 76–95.
- Pambudi, W. R. (2018). *Prototipe Sistem Pemeliharaan Otomatis Pada Pertanian Hidroponik Menggunakan Metode Aeroponik*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Prianto, E. (2017). Pengembangan solar panel dan inverter sebagai alat untuk charging baterai pada sepeda listrik. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(2).
- Puengsungwan, S., & Jirasereeamornkul, K. (2019). Internet of Things (IoTs) based hydroponic lettuce farming with solar panels. *2019 International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI)*, 86–89.
- Rahmawati, E. (2018). *Pengaruh Berbagai Berbagai Jenis Media Tanam dan Konsentrasi Nutrisi Larutan Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Mentimun Jepang (Cucumissativus L.)*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Sigalingging, R., & Honora, P. (2019). Utilization of solar power as DC water pump movement in hydroponic plants. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 260(1), 12038.
- Siliwangi, B. (2015). Perusakan Lingkungan Akibat Alih Fungsi Kawasan Hutan di Hulu Sungai Citarum Menjadi Kawasan Pertanian Dihubungkan dengan Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Jurnal Wawasan Yuridika*, 30(1), 75–96.
- Sutanto, T. (2015). *Rahasia Sukses Budidaya Tanaman dengan Metode Hidroponik*. Bibit Publisher.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)