

Perangkat Budidaya *Microgreen* berbasis *Internet of Things*

MAS ALY AFANDI^{1*}, FATHURROZAQ FADHLAN¹, RADITYA ARTHA
ROCHMANTO¹, HELMY WIDYANTARA²

¹Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Indonesia

²Institut Teknologi Telkom Surabaya, Indonesia

Email: *aly@ittelkom-pwt.ac.id

Received 3 Februari 2022 | Revised 21 Februari 2022 | Accepted 27 Maret 2022

ABSTRAK

Microgreen merupakan sayuran muda yang lebih kaya akan gizi jika dibandingkan dengan sayuran dewasa. Sayuran ini dibudidayakan dengan waktu yang cepat sekitar 10 – 14 hari setelah proses pembibitan. Masa yang cepat ini menuntut pemeliharaan yang baik. Kebutuhan ini mendorong penelitian tentang perangkat budidaya microgreen yang mampu mengontrol kelembapan dan intensitas cahaya. Penelitian ini bertujuan untuk membuat media sarana perangkat budidaya microgreen berbasis Internet of Things. Perangkat ini memberikan hasil yang baik dengan nilai akurasi pada pembacaan kelembapan 15%, 30%, 60%, 80%, dan 90% masing-masing sebesar 93,47%, 96,29%, 98,83%, 97,08%, dan 99,05%. Sedangkan akurasi pada pembacaan intensitas cahaya pada jarak 10 cm dan 15 cm masing-masing sebesar 99,98% dan 99,85%. Waktu tunda yang dibutuhkan untuk mengirim ke IoT platform adalah 0,5 – 2 s. Perangkat ini mampu membaca parameter dengan baik dan dikirimkan ke cloud Antares.

Kata kunci: *microgreen, sayuran, Internet of Things, akurasi, kelembapan media*

ABSTRACT

Microgreens are young vegetables but more nutritious compared to mature vegetables. Microgreens are cultivated with a fast time period around 10-14 days after the seeding process. This fast period requires good maintenance by keeping the media moist and light requirements on microgreens. This need encourages research on microgreen cultivation devices that are able to control humidity and light intensity. This study aims to create a microgreen cultivation device based on the Internet of Things. This device gives good results with accuracy values at 15%, 30%, 60%, 80%, dan 90% humidity readings of 93,47%, 96,29%, 98,83% 97,08%, and 99,05% respectively. Meanwhile, the accuracy in light intensity reading at a distance of 10 cm and 15 cm is 99,98% and 99,85%, respectively. The delay time required to send to the IoT platform is 0,5 – 2 s. This device is can read all parameter and send it to Antares IoT platform.

Keywords: *microgreen, vegetable, Internet of Things, accuracy, soil moisture*

1. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat. Merujuk pada data sensus penduduk di tahun 2020, jumlah penduduk Indonesia adalah 270,20 juta jiwa (**Badan Pusat Statistik, 2020**). Seiring bertambahnya penduduk suatu negara meningkat pula kebutuhan untuk pemenuhan bahan pangan. Pemenuhan kebutuhan bahan pangan diharapkan dapat berkelanjutan, mudah diakses, dan bernutrisi tinggi (**Zhang, dkk, 2021**). Penyesuaian lingkungan hidup tumbuhan dilakukan agar agrikultur dapat lebih berkelanjutan dan lebih mudah diterapkan di lahan terbatas. Berbagai parameter meliputi pencahayaan, suhu, kelembapan, dan pengairan dapat disesuaikan dan dikontrol (**Benke & Tomkins, 2017**). Dengan bantuan *machine learning* dan *Internet of Things* (IoT) menjadikan penerapan agrikultur menjadi lebih baik. Konsep agrikultur dengan lingkungan yang disesuaikan menjadi solusi untuk pemenuhan kebutuhan pangan. Meningkatnya tren hidroponik, aeroponik, dan aquaponik di Indonesia merupakan penerapan *urban farming* dalam lingkungan yang disesuaikan. Tanaman yang umum dibudidayakan dengan metode hidroponik adalah Sawi, Bayam, Kangkung, dan Selada. Tanaman tersebut memiliki kandungan gizi yang baik dan dapat dibudidayakan secara berkelanjutan.

Microgreen merupakan salah satu bentuk penyajian sayuran baru yang memiliki kandungan gizi tinggi (**Riggio, dkk, 2019**). *Microgreen* adalah tanaman hijau muda seperti sawi muda, bayam muda, kangkung muda, selada muda, dan tanaman hijau lain yang umumnya dipanen pada hari ke 10 – 14 setelah penanaman. Selain itu, *microgreen* memiliki kandungan nutrisi dan rasa yang lebih baik jika dibandingkan kecambah (**Tan, dkk, 2020**). Kandungan nutrisi fitokimia, mineral, dan vitamin pada *microgreen* lebih banyak jika dibandingkan dengan tanaman yang sama namun dengan masa tanam yang lebih panjang atau lebih dewasa (**Yadav, dkk, 2019**). Kualitas nutrisi yang terkandung pada *microgreen* lebih baik untuk program diet, program pengaturan berat badan, atau program kebugaran lain. Perawatan *microgreen* memiliki keuntungan yaitu tidak membutuhkan lahan yang luas dan masa panen yang cepat (**Meas, dkk, 2020**). Umumnya, *microgreen* dibudidayakan dengan memanfaatkan ruang-ruang kecil atau *planter box* yang dapat dilakukan di dalam rumah (**Zhang, dkk, 2020**). Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam membudidayakan *microgreen* adalah tingkat intensitas cahaya, sirkulasi air, dan pengukuran kelembapan media tanaman *microgreen*. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *microgreen* yang ditanam pada lingkungan yang telah disesuaikan dapat meningkatkan kualitas *microgreen*. Hal ini sangat baik karena dunia agrikultur dituntut untuk berkelanjutan, kemudahan dalam mengakses komoditas, dan bernutrisi tinggi. Dalam prosesnya, *microgreen* dapat ditanam secara berkelanjutan karena bibit *microgreen* dapat dengan mudah ditemui. *Microgreen* juga mudah untuk diakses karena dapat dibudidayakan di lahan yang sempit maupun di dalam rumah (*indoor*).

Microgreen dapat menjadi komoditas untuk dapat mewujudkan konsep agrikultur yang berkelanjutan, mudah diakses, dan tinggi nutrisi. Perawatan *microgreen* di dalam rumah membutuhkan sebuah lingkungan yang dapat disesuaikan parameter pertumbuhannya. Penelitian terkait pengendalian lingkungan penanaman untuk budidaya *microgreen* mengalami kenaikan tren. Beberapa teknologi dapat diterapkan untuk menciptakan lingkungan yang sesuai untuk budidaya *microgreen*. Teknologi IoT telah banyak digunakan untuk proses pemantauan. Implementasi IoT antara lain sebagai pemantauan energi listrik (**Santoso, dkk, 2018**), sistem IoT untuk pemantauan hidroponik (**Suryatini, dkk, 2021**), dan sistem IoT untuk pemantauan air untuk sistem cuci tangan (**Ramadan, dkk, 2021**). Teknologi IoT memungkinkan untuk diimplementasikan pada budidaya *microgreen*. Beberapa parameter yang penting untuk dijaga adalah intensitas cahaya dan kelembapan media. Media tanam

microgreen dapat berupa tanah, *rockwool*, *cocopeat*, dan lain sebagainya. Penelitian terkait pengaruh cahaya terhadap *microgreen* telah dilakukan (**Rankothge, dkk, 2021**). Kelemahan pada penelitian tersebut terdapat pada kurangnya fokus pada pemantauan cahaya. Pencahayaan yang dilakukan hanya dengan pengukuran lama pencahayaan namun mengabaikan parameter intensitas cahaya ruang. Penelitian lain terkait pencahayaan *microgreen* memiliki fokus pada spektrum panjang gelombang (**Santoni, dkk, 2020**). Penelitian ini memiliki kelemahan karena hanya berfokus pada parameter cahaya namun mengabaikan kelembapan media. Oleh karena itu, pada penelitian ini dikembangkan sebuah sistem yang berfokus pada parameter kelembapan dan memastikan *microgreen* tersinari pada rentang waktu yang diberikan dengan intensitas cahaya yang dibutuhkan. Parameter selain kelembapan dan lamanya penyinaran tidak dibahas pada paper ini karena telah banyak dibahas pada penelitian lain.

2. METODE

Penelitian terkait IoT mengalami kenaikan tren dalam pemanfaatannya (**Chaudhary, dkk, 2019**). Pemanfaatan IoT memiliki berbagai macam fokus dalam menguji dan mengukur kinerja dari perangkat (**Sinche, dkk, 2020**). Beberapa teknologi terkait IoT juga membutuhkan *experiment* mendalam agar teknologi baru tersebut dapat terimplementasi dengan baik (**Liya & Aswathy, 2020**). Beberapa penelitian terkait efisiensi energi pada penelitian IoT kerap dilakukan agar perangkat IoT dapat bertahan lama (**Mutescu, dkk, 2021**). Penerapan dan implementasi teknologi IoT di sektor agrikultur juga mendapat fokus tersendiri (**Kassim, 2020**). Penerapan IoT di sektor agrikultur dilakukan untuk mendukung otomatisasi dalam memenuhi kebutuhan pangan (**Puranik, dkk, 2019**). Dari berbagai penelitian tentang IoT, metode yang digunakan pada penelitian ini untuk menguji dan mengimpelentasikan IoT adalah metode *experiment*. Metode ini sesuai dengan peranan teknologi IoT yang mengarah pada implementasi sehingga untuk mengukur dan menguji perangkat dapat dilaksanakan. Dalam menerapkan pemantauan dan kontrol parameter intensitas cahaya dan kelembapan media pada *microgreen* berbasis IoT. *Experiment* yang dilakukan pada penelitian ini meliputi *experiment* terhadap sensor, aktuator, dan pengiriman data ke IoT *platform*.

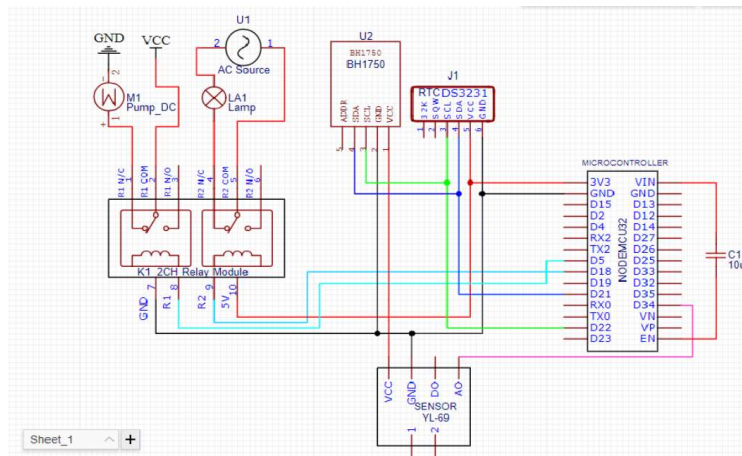
2.1 Desain dan Perancangan *Hardware*

Pada desain dan perancangan *hardware* sistem pemantauan perawatan tanaman *microgreen* berbasis IoT meliputi desain jalur masukan dan luaran mikrokontroler terhadap sensor dan aktuator. Desain jalur tersebut bertujuan agar komunikasi antara mikrokontroler, sensor, dan aktuator dapat diketahui dengan mudah.

Tabel 1. Informasi Jalur Sensor dan Aktuator Terhadap Mikrokontroler

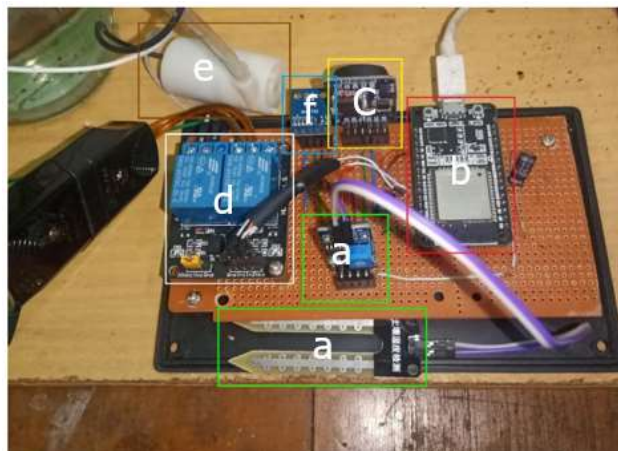
Pin Sensor / Aktuator	Pin Mikrokontroler
Sensor <i>Soil Moisture</i> (YL-69)	VCC, GND, D34
Sensor Intensitas Cahaya (BH1750)	VCC, GND, D21, D22
RTC DS3231	VCC, GND, D21, D22
<i>Relay</i> 1	D5, GND
<i>Relay</i> 2	D18, GND

Informasi yang ditunjukkan pada Tabel 1 adalah jalur hubungan tiap sensor dan aktuator terhadap mikrokontroler. Mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah NodeMCU ESP32. Mikrokontroler ini digunakan karena spesifikasinya sesuai dengan kebutuhan. Terlihat pada Tabel 1 bahwa sensor intensitas cahaya dan *Real Time Clock* (RTC) memiliki jalur yang sama. Hal ini dikarenakan kedua perangkat tersebut membutuhkan antarmuka *Inter Integrated Circuit* (I2C) sehingga memungkinkan untuk menggunakan jalur komunikasi yang sama. Antarmuka I2C berkomunikasi berdasarkan alamat sehingga untuk berkomunikasi mikrokontroler perlu mengirimkan alamat yang spesifik pada kedua perangkat.



Gambar 1. Skematik Perangkat

Pada Gambar 1 ditunjukkan skematik diagram *hardware* yang terdiri dari mikrokontroler, sensor intensitas cahaya BH1750, sensor kelembapan tanah YL-69, *relay*, pompa air, dan lampu. Sensor terhubung dengan mikrokontroler bertujuan untuk memberikan input ke mikrokontroler. Input tersebut kemudian akan diolah dan akan ditentukan apakah input melebihi batas ambang atau tidak. Aktuator terhubung dengan mikrokontroler dengan tujuan apabila batas ambang telah terpenuhi, maka mikrokontroler akan mengirimkan sinyal agar *relay* melakukan kontak. Skematik pada Gambar 1 kemudian akan dirangkai dalam sebuah *Printed Circuit Board* (PCB) agar tidak terjadi permasalahan saat perangkat dipindahkan. Kedua *relay* yang terhubung pada pompa dan lampu terhubung dengan pin *Normally Closed* (N/C). Hal ini dikarenakan *relay* memiliki logika *active low* yang artinya *relay* akan aktif Ketika mendapat logika *LOW*.

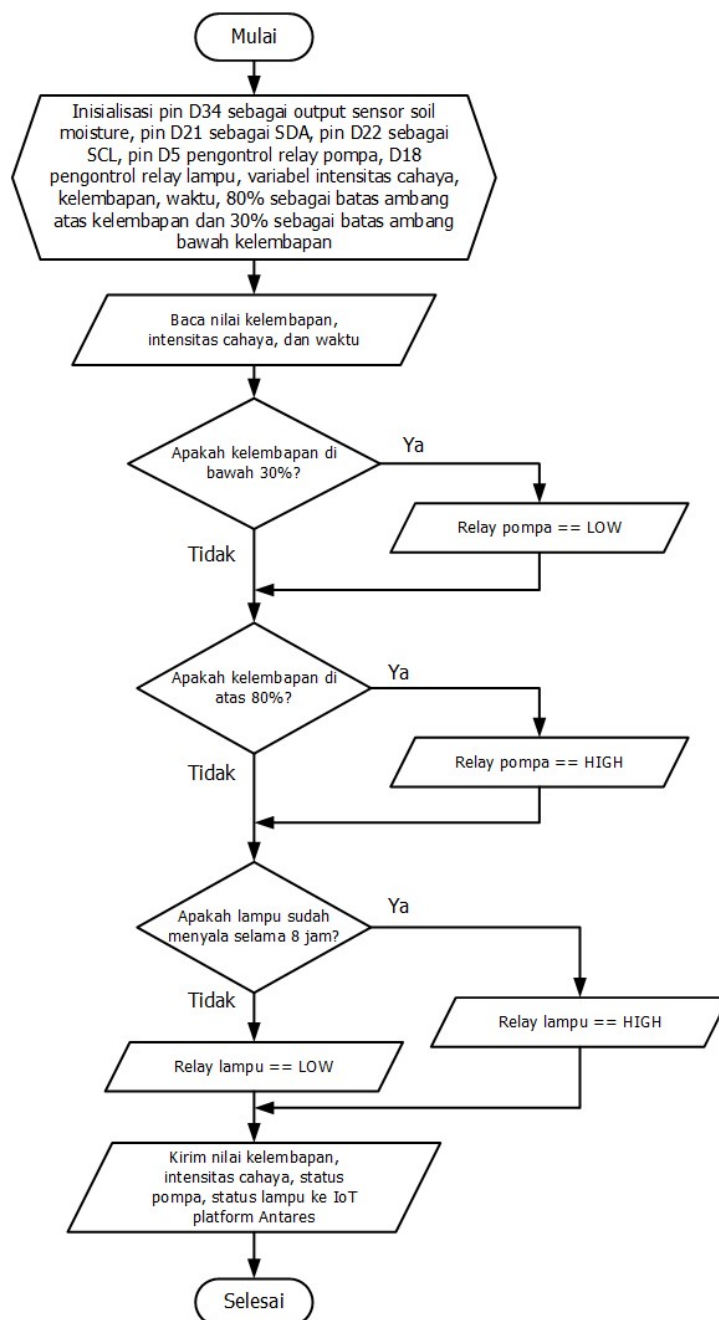


Gambar 2. Hardware Perangkat a.) Pengkondisi Sinyal dan Sensor *Soil Moisture* b.) Mikrokontroler c.) Sensor Intensitas Cahaya d.) *Relay* e.) Pompa Air f.) RTC

Gambar 2 merupakan bentuk dari *hardware* yang telah dirancang berdasarkan desain skematik. NodeMCU ESP32 yang merupakan mikrokontroler dan pengendali utama pada perangkat. *Hardware* terdiri dari sensor *soil moisture* YL-69 yang digunakan untuk membaca kelembapan pada media *microgreen*, sensor intensitas cahaya.

2.2 Desain dan Perancangan *Software*

Desain dan perancangan *software* dilakukan untuk menyusun perintah dan aturan logika pada mikrokontroler. Hal ini bertujuan untuk menyesuaikan konsep kinerja mikrokontroler, memberikan nilai-nilai tetapan parameter, dan sebagai proses integrasi sistem pada cara kerjanya.

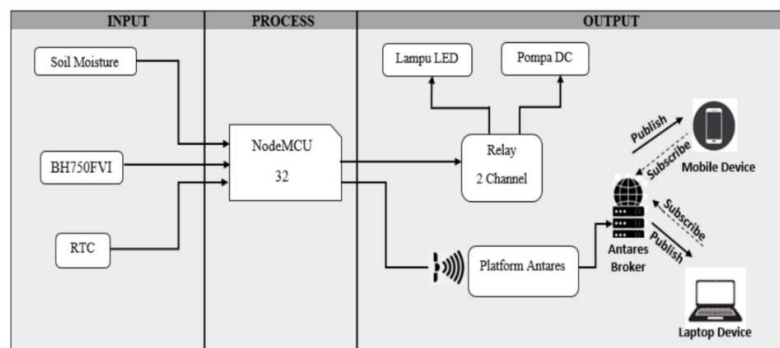


Gambar 3. Diagram Alir Perancangan *Software*

Gambar 3 merupakan *flowchart* bagaimana *software* dirancang. Perancangan *software* dimulai dengan inialisasi seluruh kebutuhan pin mikrokontroler terhadap seluruh sensor dan aktuator merujuk pada Tabel 1. Kemudian *software* akan membaca parameter kelembapan dan intensitas cahaya melalui sensor. Apabila nilai kelembapan di bawah 30%, maka mikrokontroler akan memberikan logika *LOW* pada *relay* untuk menyalakan pompa. Namun apabila nilai kelembapan telah di atas 80% (Triansyah, 2017), maka mikrokontroler akan memberikan logika *HIGH* pada *relay* untuk menonaktifkan pompa. Kemudian mikrokontroler akan membaca parameter waktu dari RTC. Apabila RTC telah menunjukkan selisih waktu delapan jam, maka mikrokontroler akan mengecek apakah sebelumnya lampu sudah menyala selama delapan jam atau belum. Jika sudah menyala, maka mikrokontroler akan memberikan logika *HIGH* untuk memadamkan lampu selama delapan jam kedepan. Namun apabila lampu delapan jam sebelumnya adalah kondisi padam, maka mikrokontroler akan memberikan logika *LOW* untuk menyalakan lampu selama delapan jam kedepan. Kemudian seluruh parameter pembacaan sensor dan status *relay* akan dikirimkan ke IoT *platform*. IoT *platform* yang digunakan pada penelitian ini adalah Antares dengan menggunakan protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). Program yang dibuat berdasarkan *flowchart* pada Gambar 3 dijalankan pada *big loop*. Hal ini berarti program akan berjalan berulang otomatis selama perangkat tidak dimatikan oleh *user* sehingga tidak perlu *loop* kembali untuk menjalankan program dari awal.

2.3 Pengujian Sistem

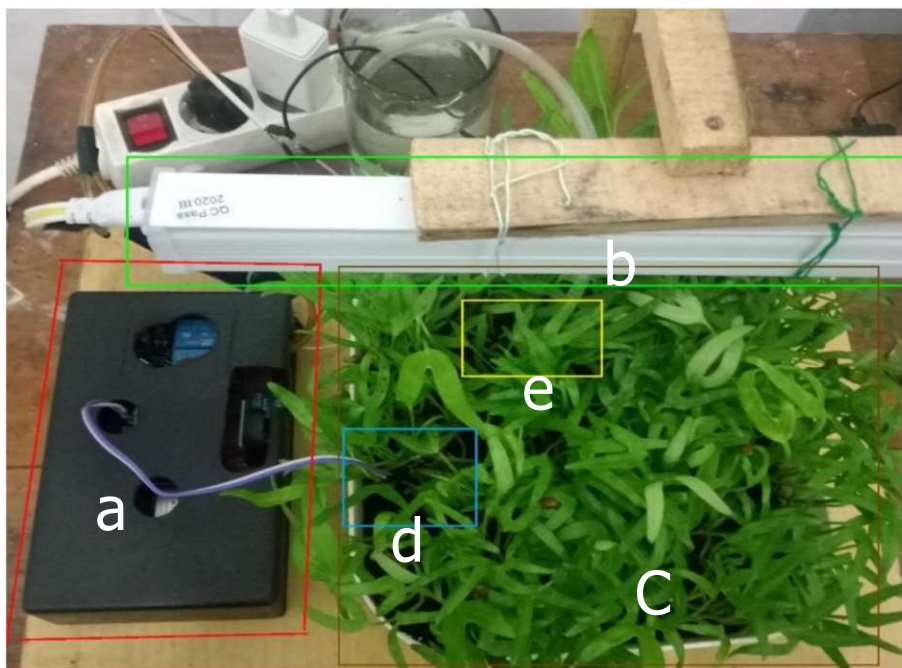
Setelah mendesain dan merancang *hardware* yang kemudian dilanjutkan dengan mendesain dan merancang *software* selanjutnya adalah pengujian sistem. Sistem diuji dengan beberapa pengujian yang merepresentasikan kinerja sesungguhnya. Pengujian terdiri dari pengujian sensor dan pengujian komunikasi. Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk memastikan sistem bekerja seperti yang diinginkan berdasarkan program yang telah dibuat merujuk pada *flowchart* Gambar 3.



Gambar 4. Rancangan Keseluruhan Sistem

Keseluruhan hubungan kinerja sistem ditunjukkan pada Gambar 4. Sistem memiliki input pada sensor *soil moisture* (YL-69), sensor intensitas cahaya (BH1750), dan RTC sebagai penunjuk waktu. Sensor akan mengubah parameter fisis kelembapan media dan intensitas cahaya menjadi besaran elektrik agar dapat dibaca oleh mikrokontroler. Apabila nilai kelembapan tanah kurang, maka mikrokontroler akan menyalakan pompa air. Namun apabila lampu belum dinyalakan selama kurun waktu delapan jam, maka mikrokontroler akan menyalakan lampu LED. Nilai pembacaan sensor kemudian akan dikirimkan ke IoT *platform* melalui komunikasi WiFi. NodeMCU ESP32 memungkinkan komunikasi melalui jaringan internet karena telah dilengkapi dengan fitur WiFi. IoT *platform* yang digunakan pada penelitian ini adalah platform Antares. Pengiriman ke platform Antares menggunakan protokol MQTT. Protokol MQTT

digunakan karena fungsionalitasnya yang dikhususkan dalam pengiriman data dengan kapasitas kecil. Keseluruhan kinerja sistem merupakan hasil dari perancangan *software*.



Gambar 5. Implementasi Sistem a.) Hardware b.) Lampu LED c.) *Microgreen* d.) Sensor Kelembapan Tanah e.) Selang Pompa Air

Gambar 5 merupakan implementasi dari perancangan sistem pada lingkungan yang sebenarnya. Perangkat yang sudah dibuat digunakan untuk dapat mengatur perawatan *microgreen*. Sistem terdiri dari mikrokontroler NodeMCU ESP32, pengkondisi sinyal sensor YL-69, sensor BH1750, RTC, dan *relay*. Tanaman *microgreen* jenis kangkung yang sudah tumbuh dengan umur sekitar sepuluh hari sebagai spesimen percobaan. Lampu LED yang digunakan untuk membantu proses pertumbuhan tanaman. Lempong sensor YL-69 yang dipasang pada media tanam untuk mengetahui kelembapan media *microgreen*. Selang dari pompa air yang berfungsi untuk menyiram tanaman *microgreen*.

Pengujian sensor dilakukan dengan menghitung tingkat persentase galat dan akurasi. Parameter ini dihitung untuk memastikan bahwa sensor yang digunakan memiliki galat yang kecil sehingga dapat diabaikan. Persentase galat dan akurasi dapat dihitung menggunakan Persamaan (1) dan (2).

$$\%G = \frac{Mv - Av}{Av} \times 100\% \quad (1)$$

$$Akurasi = 100\% - \%G \quad (2)$$

Persamaan (1) digunakan untuk menghitung nilai persentase galat, dimana *Mv* adalah *measurement value* yang didapatkan dari pengukuran sensor dan *Av* adalah *actual value* yang didapatkan dari alat pembanding sensor. Persamaan (2) digunakan untuk menghitung nilai akurasi di mana setelah mendapatkan persentase galat nilai akurasi dapat dihitung. Nilai akurasi dan persentase galat dihitung untuk mengukur kinerja dari sensor yang digunakan pada sistem *hardware*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari percobaan uji perangkat terdiri dari pengujian sensor dan *delay* komunikasi. Hasil pengujian didapatkan saat menjalankan proses desain dan perancangan seperti yang telah dipaparkan pada bagian metode. Pengujian pada sensor memiliki variasi uji yang memungkinkan sensor membaca parameter yang sama namun dengan nilai yang berbeda-beda. Pada sensor kelembapan tanah akan diuji dengan berbagai variasi kelembapan media. Variasi kelembapan media yang diukur adalah 15%, 30%, 60%, 80% dan 90%. Nilai kelembapan 15% diukur untuk melihat kinerja sensor dalam membaca parameter di bawah batas ambang. Nilai 30% diukur karena batas ambang bawah pada program merujuk pada Gambar 3. Nilai kelembapan 15% dan 30% didapatkan dengan menguji sensor pada media yang sangat kering. Sedangkan nilai 80% didapatkan merujuk batas ambang atas pada Gambar 3. Sedangkan nilai 90% diukur untuk melihat kinerja sensor dalam membaca tanah yang sangat lembap. Nilai kelembapan 80% didapatkan pada media yang dialiri oleh air melalui pompa. Sedangkan nilai 60% digunakan sebagai sampel titik tengah untuk menguji pembacaan sensor kelembapan media. Nilai 30% dan 80% pada kelembapan media didasarkan pada kebutuhan tanaman *microgreen*. Kelembapan media lebih dari 80% akan menyebabkan tanaman *microgreen* busuk sedangkan nilai kelembapan di bawah 30% akan menyebabkan tanaman layu.

Tabel 2. Pengujian Pembacaan Kelembapan Media pada Kelembapan 15%

Data - ke	Nilai dari <i>Soil Analyzer</i> (%)	Nilai dari Sensor (%)	% Galat	Selisih	% Akurasi
1	15,00	16,43	9,53%	1,43	90,47%
2	15,00	17,03	1,53%	0,23	98,47%
3	15,00	16,84	5,60%	0,84	94,40%
4	15,00	16,36	9,06%	1,36	90,93%
5	15,00	16,01	4,73%	0,71	95,27%
6	15,00	17,36	9,06%	1,36	90,93%
7	15,00	16,66	11,06%	1,66	88,93%
8	15,00	16,04	6,93%	1,04	93,07%
9	15,00	17,93	6,20%	0,93	93,80%
10	15,00	17,98	6,53%	0,98	93,47%
Rata-rata			7,02%	1,05	93,47%

Tabel 3. Pengujian Pembacaan Kelembapan Media pada Kelembapan 30%

Data - ke	Nilai dari <i>Soil Analyzer</i> (%)	Nilai dari Sensor (%)	% Galat	Selisih	% Akurasi
1	30,00	32,35	7,50%	2,25	92,50%
2	30,00	28,97	3,43%	1,03	96,57%
3	30,00	31,84	6,13%	1,84	93,87%
4	30,00	32,36	7,87%	2,36	92,13%
5	30,00	30,01	0,03%	0,01	99,97%
6	30,00	30,36	1,20%	0,36	98,80%
7	30,00	28,66	4,47%	1,34	95,53%
8	30,00	30,04	0,13%	0,04	99,87%
9	30,00	30,93	3,10%	0,93	96,90%
10	30,00	30,98	3,27%	0,98	96,73%
Rata-rata			3,71%	1,11	96,29%

Tabel 4. Pengujian Pembacaan Kelembapan Media pada Kelembapan 60%

Data - ke	Nilai dari <i>Soil Analyzer</i> (%)	Nilai dari Sensor (%)	% Galat	Selisih	% Akurasi
1	60,00	61,18	1,97%	1,18	98,03%
2	60,00	59,64	0,60%	0,36	99,40%
3	60,00	59,88	0,20%	0,12	99,80%
4	60,00	60,68	1,13%	0,68	98,87%
5	60,00	60,68	0,03%	0,68	99,97%
6	60,00	61,96	3,27%	1,96	96,73%
7	60,00	61,26	2,10%	1,26	97,90%
8	60,00	60,64	1,07%	0,64	98,93%
9	60,00	59,63	0,62%	0,37	99,38%
10	60,00	59,56	0,73%	0,44	99,27%
Rata-rata			1,15%	0,76	98,83%

Tabel 5. Pengujian Pembacaan Kelembapan Media pada Kelembapan 80%

Data - ke	Nilai dari <i>Soil Analyzer</i> (%)	Nilai dari Sensor (%)	% Galat	Selisih	% Akurasi
1	80,00	82,27	2,84%	2,27	97,16%
2	80,00	82,42	3,03%	2,42	96,97%
3	80,00	82,85	3,56%	2,85	96,44%
4	80,00	82,42	3,03%	2,42	96,97%
5	80,00	81,64	2,05%	1,64	97,95%
6	80,00	82,07	2,59%	2,07	97,41%
7	80,00	83,03	3,79%	3,03	96,21%
8	80,00	82,27	2,84%	2,27	97,16%
9	80,00	82,40	3,00%	2,40	97,00%
10	80,00	81,98	2,48%	1,98	97,52%
Rata-rata			2,92%	2,33	97,08%

Tabel 6. Pengujian Pembacaan Kelembapan Media pada Kelembapan 90%

Data - ke	Nilai dari <i>Soil Analyzer</i> (%)	Nilai dari Sensor (%)	% Galat	Selisih	% Akurasi
1	90	90,59	0,59%	0,66	99,34%
2	90	91,36	1,36%	1,51	98,49%
3	90	89,68	0,32%	0,36	99,64%
4	90	89,21	0,79%	0,88	99,12%
5	90	90,37	0,37%	0,41	99,59%
6	90	90,71	0,71%	0,79	99,21%
7	90	89,24	0,76%	0,84	99,16%
8	90	91,94	1,94%	2,16	97,84%
9	90	90,59	0,59%	0,66	99,34%
10	90	91,36	1,36%	1,51	98,49%
Rata-rata			0,86%	0,95	99,05%

Tabel 2, 3, 4, 5 dan 6 adalah hasil pengukuran dari sensor YL-69. Hasil pengukuran tersebut kemudian dibandingkan dengan *soil analyzer* untuk di hitung nilai akurasi menggunakan Persamaan (1) dan (2). Hasil dari pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata akurasi untuk

kelembapan 15%, 30%, 60%, 80% dan 90% masing-masing adalah 93,47%, 96,29%, 98,83%, 97,08%, dan 99,05%. Nilai akurasi tersebut dapat dikategorikan cukup bagus dan masih dapat diterima dalam aplikasi pengukuran kelembapan. Dengan nilai akurasi tertinggi adalah 99,97% yang artinya ketepatan pembacaan pada sensor kelembapan berkisar antara 0 – 1% kelembapan. Hal ini masih dapat ditoleransi karena nilai kelembapan tertinggi yang mungkin terjadi adalah 81% sedangkan nilai kelembapan terendah yang mungkin terjadi adalah 29%.

Pengujian kemudian dilanjutkan dengan menguji sensor intensitas cahaya. Sensor ini diuji berdasarkan jarak dari sumber cahaya terhadap pengukuran intensitas cahaya. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan lux meter dan dihitung nilai akurasinya. Variasi jarak yang digunakan pada penelitian ini adalah 10 cm dan 15 cm. Kedua variasi tersebut digunakan karena *microgreen* merupakan tumbuhan muda sehingga jarak lampu harus sedekat mungkin.

Tabel 7. Pengujian Pembacaan Intensitas Cahaya pada Jarak 10 cm

Data - ke	Nilai dari Lux Meter	Nilai dari Sensor BH1750	% Galat	Selisih	% Akurasi
1	1795,00	1795,00	0,00%	0,00	100,00%
2	1795,00	1795,00	0,00%	0,00	100,00%
3	1795,00	1795,80	0,04%	0,80	99,96%
4	1795,00	1795,00	0,00%	0,00	100,00%
5	1795,00	1795,00	0,00%	0,00	100,00%
6	1795,00	1795,80	0,04%	0,80	99,96%
7	1795,00	1795,00	0,00%	0,00	100,00%
8	1795,00	1795,80	0,04%	0,80	99,96%
9	1795,00	1795,80	0,04%	0,80	99,96%
10	1795,00	1795,80	0,04%	0,80	99,96%
Rata-rata			0,02%	0,40	99,98%

Tabel 8. Pengujian Pembacaan Intensitas Cahaya pada Jarak 15 cm

Data - ke	Nilai dari Lux Meter	Nilai dari Sensor BH1750	% Galat	Selisih	% Akurasi
1	1345,00	1343,30	0,13%	1,70	99,87%
2	1345,00	1343,30	0,13%	1,70	99,87%
3	1345,00	1343,30	0,13%	1,70	99,87%
4	1345,00	1343,30	0,13%	1,70	99,87%
5	1345,00	1343,30	0,13%	1,70	99,87%
6	1345,00	1343,30	0,13%	1,70	99,87%
7	1345,00	1343,50	0,19%	2,50	99,81%
8	1345,00	1343,50	0,19%	2,50	99,81%
9	1345,00	1343,50	0,19%	2,50	99,81%
10	1345,00	1343,50	0,19%	2,50	99,81%
Rata-rata			0,15%	2,02	99,85%

Nilai perbandingan dari lux meter dan sensor intensitas cahaya dengan variabel jarak yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 7 dan 8. Berdasarkan varian jarak 10 cm dan 15 cm didapatkan hasil bahwa masing-masing jarak memiliki rata-rata akurasi sebesar 99,98% dan

99,15%. Berdasarkan nilai akurasi yang didapatkan dapat diketahui bahwa sensor intensitas cahaya BH1750 bekerja dengan baik dan dapat digunakan untuk mengukur intensitas cahaya pada tanaman *microgreen*.

Pengujian selanjutnya adalah pengujian komunikasi perangkat ke IoT *platform*. Parameter yang diujikan adalah parameter *delay*. Hal ini dikarenakan parameter *delay* merupakan parameter yang memiliki pengaruh dalam pemantauan. Ketika *delay* pengiriman buruk maka data yang didapat tidak tepat waktunya. Pengujian sensor bertujuan untuk memastikan bahwa data yang dikirimkan adalah data yang benar sedangkan pengujian *delay* untuk mengetahui kecepatan data terkirim melalui jaringan internet.

Tabel 9. Pengujian *Delay* Pengiriman

Data Ke	<i>Delay</i> (s)
1	1
2	0,5
3	0,5
4	0,5
5	2
6	2
7	1
8	0,5
9	1,5
10	0,5

Berdasarkan data pada Tabel 7 didapatkan hasil bahwa perangkat mampu mengirimkan data ke IoT *platform* Antares dengan protokol MQTT dengan jeda waktu paling lama adalah 2 s. Jeda waktu terpendek yang didapat melalui pengujian ini adalah 0,5 s. Hal ini berarti bahwa data yang dikirimkan melalui protokol MQTT memiliki kecepatan sangat buruk menurut standar TIPHON. Hal ini terjadi karena berbagai hal di antaranya adalah kualitas jaringan *provider*, cuaca, dan perangkat yang buruk. Walaupun demikian jeda selama 2 s tidak menjadi masalah yang serius karena sistem telah bekerja secara otomatis. Sistem akan otomatis menyalakan pompa saat kelembapan di bawah batas ambang dan akan padam otomatis ketika di atas batas ambang. Sistem juga akan menyalakan lampu selama delapan jam secara otomatis dan akan mematikan secara otomatis pada delapan jam berikutnya.

Tabel 10. Pengujian Aktuator *Relay*

No	Trigger Logika Mikrokontroler	Luaran Tegangan <i>Relay</i> 1 Pompa (VAC)	Luaran Tegangan <i>Relay</i> 2 lampu (VAC)
1	1	219,34	220,12
2	0	0,00	0,00
3	1	220,12	220,10
4	0	0,00	0,00
5	1	219,87	219,98
6	0	0,00	0,00

Tabel 8 merupakan pengujian yang dilakukan untuk melihat luaran yang dihasilkan *relay* untuk memastikan *relay* berfungsi sebagaimana mestinya. *Relay* dapat digunakan dengan melakukan

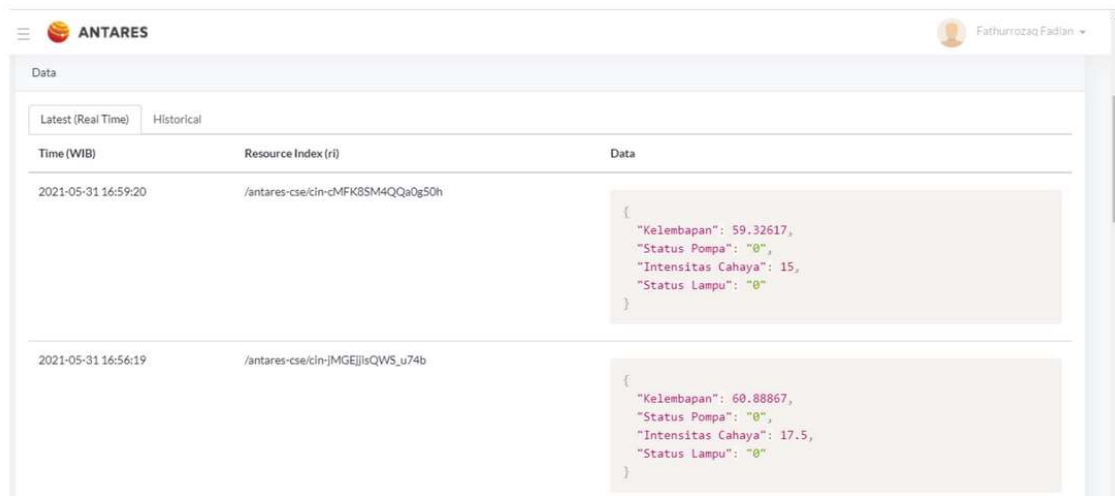
trigger pada pin mikrokontroler dengan memberikan logika "1" atau logika *HIGH* dan logika "0" atau logika *LOW*. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa *relay* dapat merespons untuk menyambung dan memutus arus listrik AC dengan baik. Apabila saat *relay* diberikan logika 1 namun listrik tidak terhubung atau mengeluarkan 0 VAC maka dapat dipastikan bahwa *relay* perlu diganti.

Tabel 11. Pengujian Keseluruhan Sistem Selama 48 Jam dengan *Sampling* 2 Jam

Jam ke	Kelembapan Tanah	Trigger Relay 1	Luaran Tegangan Relay 1 (VAC)	Nilai Intensitas Cahaya (Lux)	Trigger Relay 2	Luaran Tegangan Relay 2 (VAC)
1	42,37	0	0	1835,35	1	220,17
2	40,21	0	0	1865,18	1	220,45
3	37,18	0	0	1885,04	1	219,32
4	34,83	0	0	1875,01	1	219,23
5	29,62	1	220,12	552,96	0	0
6	45,09	1	220,32	545,61	0	0
7	80,59	0	0	544,16	0	0
8	78,02	0	0	544,88	0	0
9	75,43	0	0	1812,29	1	218,98
10	70,93	0	0	1802,25	1	220,23
11	64,66	0	0	1805,92	1	220,03
12	59,34	0	0	1812,58	1	219,32
13	54,39	0	0	643,62	0	0
14	45,74	0	0	693,29	0	0
15	38,34	0	0	743,51	0	0
16	32,75	1	219,89	723,66	0	0
17	56,73	1	220,03	1805,43	1	220,43
18	78,61	0	0	1804,37	1	220,12
19	72,32	0	0	1802,67	1	219,34
20	68,37	0	0	1801,65	1	220,34
21	63,34	0	0	534,39	0	0
22	58,98	0	0	536,43	0	0
23	53,12	0	0	547,85	0	0
24	48,56	0	0	553,67	0	0

Tabel 9 merupakan hasil pengujian sistem yang dilakukan selama 48 jam dengan *sampling* pengambilan data setiap dua jam sekali. Pada pengujian tersebut terlihat bahwa sistem bekerja sesuai dengan algoritma yang dibuat pada Gambar 3 dengan keberhasilan 100%. Sistem mampu menyalakan pompa pada rentang kelembapan tanah di bawah 30% dan akan

memadamkan pompa ketika nilai kelembapan tanah telah melebihi 80%. Pemasangan jarak lampu yang digunakan saat pengambilan data ini adalah 15 cm di atas tanaman.



Time (WIB)	Resource Index (ri)	Data
2021-05-31 16:59:20	/antares-cse/cin-dMFK8SM4Qq0g50h	<pre>{ "Kelembapan": 59.32617, "Status Pompa": "0", "Intensitas Cahaya": 15, "Status Lampu": "0" }</pre>
2021-05-31 16:56:19	/antares-cse/cin-jMGEjjsQWS_u74b	<pre>{ "Kelembapan": 60.88867, "Status Pompa": "0", "Intensitas Cahaya": 17.5, "Status Lampu": "0" }</pre>

Gambar 6. Tampilan Data pada IoT Platform Antares

Hasil data setelah dikirimkan ke IoT *platform* Antares ditunjukkan pada Gambar 6. Pada Gambar 6 dapat diketahui bahwa sistem bekerja dengan baik. Hal ini terlihat pada informasi kelembapan, status pompa, intensitas cahaya, dan status lampu terkirimkan dengan baik tanpa ada data yang cacat. Pengiriman menggunakan metode MQTT sebagai salah satu protokol yang dikembangkan untuk pengiriman data dengan ukuran kecil. Data yang dikirimkan ke IoT *platform* disimpan dalam sebuah basis data agar dapat diketahui pola respons sistem terhadap parameter yang berhasil dibaca.

4. KESIMPULAN

Penelitian tentang desain dan perancangan perangkat budidaya *microgreen* telah dilakukan. Perangkat budidaya terdiri dari pemantauan dan kontrol parameter kelembapan media dan intensitas cahaya. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa perangkat dapat menjaga parameter kelembapan dan intensitas cahaya dengan baik. Sensor pada perangkat bekerja dengan akurasi untuk sensor kelembapan pada tingkat kelembapan 15%, 30%, 60%, 80%, dan 90% masing-masing adalah 93,47%, 96,29%, 98,83%, 97,08%, dan 99,05%. Akurasi ini berada pada tahap baik karena kesalahan pembacaan kelembapan berkisar kurang lebih 3%. Sensor intensitas cahaya juga menunjukkan performa yang bagus dengan akurasi pembacaan intensitas cahaya pada jarak 10 cm dan 15 cm masing-masing adalah 99,98% dan 99,85%. Kelemahan pada perangkat ini terdapat pada waktu tunda yang berkisar antara 0,5 – 2 s di mana nilai ini tergolong buruk sesuai standar TIPHON. Hal ini dikarenakan waktu tunda pada jaringan internet *provider*, cuaca, atau tipe perangkat yang digunakan. Meskipun demikian, perangkat dapat bekerja secara otomatis untuk mempertahankan parameter kelembapan dan mengatur lama waktu pencahayaan secara otomatis sehingga lama waktu pada *delay* untuk pengiriman data pemantauan tidak menjadi masalah. Penelitian ini menyimpulkan bahwa perangkat mampu membaca parameter kelembapan tanah dan mengatur waktu penyinaran serta fungsi monitoring melalui IoT *platform* Antares.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini mendapat pendanaan dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Telkom Purwokerto. Peneliti mengucapkan terima kasih karena berkat pendanaan tersebut penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Pusat Statistik. (2020). *BERITA RESMI STATISTIK Hasil Sensus Penduduk 2020*. <https://www.bps.go.id/pressrelease/2021/01/21/1854/hasil-sensus-penduduk-2020.html>
- Benke, K., & Tomkins, B. (2017). Future food-production systems: vertical farming and controlled-environment agriculture. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 13(1), 13 – 26.
- Chaudhary, S., Johari, R., Bhatia, R., Gupta, K., & Bhatnagar, A. (2019). CRAIoT: Concept, Review and Application(s) of IoT. *International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU)*, (pp. 1 – 4).
- Kassim, M. R. M. (2020). IoT Applications in Smart Agriculture: Issues and Challenges. *IEEE Conference on Open Systems (ICOS)*, (pp. 19 – 24).
- Liya, M. L., & Aswathy, M. (2020). LoRa technology for Internet of Things(IoT):A brief Survey. *International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)*, (pp. 8 – 13).
- Meas, S., Luengwilai, K., & Thongket, T. (2020). Enhancing growth and phytochemicals of two amaranth microgreens by LEDs light irradiation. *Scientia Horticulturae*, 265, 109204.
- Mutescu, P.-M., Petrariu, A. I., & Lavric, A. (2021). Wireless Communications for IoT: Energy Efficiency Survey. *International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE)*, (pp. 1 – 4).
- Puranik, V., Sharmila, Ranjan, A., & Kumari, A. (2019). Automation in Agriculture and IoT. *International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU)*, (pp. 1 – 6).
- Ramadan, D. N., Hadiyoso, S., & Irawati, I. D. (2021). Sistem Monitoring Ketersediaan Air pada Perangkat Cuci Tangan Portable berbasis IoT. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 9(2), 455.
- Rankothge, W., Kehelella, P., Perera, D., Kanchana, B., Madushan, K., & Peiris, R. (2021). *IOT Based Smart Microgreen Sprouter*, (pp. 321 – 329).

- Riggio, G. M., Wang, Q., Kniel, K. E., & Gibson, K. E. (2019). Microgreens—A review of food safety considerations along the farm to fork continuum. *International Journal of Food Microbiology*, *290*, 76–85.
- Santoni, F., Gugliermetti, L., Piras, G., Pascale, S. de, Pannico, A., Piergentili, F., Marzioli, P., Frezza, L., Amadio, D., Gianfermo, A., Curianò, F., Hossein, S. H., Nardi, L., Benvenuto, E., Metelli, G., Garegnani, M., Mascetti, G., Mari, S., & Bianco, M. del. (2020). GreenCube: microgreens cultivation and growth monitoring on-board a 3U CubeSat. *International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace)*, (pp. 130 – 135).
- Santoso, H. B., Prajogo, S., & Mursid, S. P. (2018). Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT). *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, *6*(3), 357.
- Sinche, S., Raposo, D., Armando, N., Rodrigues, A., Boavida, F., Pereira, V., & Silva, J. S. (2020). A Survey of IoT Management Protocols and Frameworks. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, *22*(2), (pp. 1168 – 1190).
- Suryatini, F., Pancono, S., Bhaskoro, S. B., & Muljono, P. M. S. (2021). Sistem Kendali Nutrisi Hidroponik berbasis Fuzzy Logic berdasarkan Objek Tanam. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, *9*(2), 263.
- Tan, L., Nuffer, H., Feng, J., Kwan, S. H., Chen, H., Tong, X., & Kong, L. (2020). Antioxidant properties and sensory evaluation of microgreens from commercial and local farms. *Food Science and Human Wellness*, *9*(1), 45–51.
- M. Y. Triansyah, "Alat Monitoring dan Perawatan Tanaman Microgreen Berbasis Modul Mikrokontroler," Politeknik Negeri Bandung, 2017.
- Yadav, L. P., Koley, T. K., Tripathi, A., & Singh, S. (2019). Antioxidant Potentiality and Mineral Content of Summer Season Leafy Greens: Comparison at Mature and Microgreen Stages Using Chemometric. *Agricultural Research*, *8*(2), 165–175.
- Zhang, X., Bian, Z., Yuan, X., Chen, X., & Lu, C. (2020). A review on the effects of light-emitting diode (LED) light on the nutrients of sprouts and microgreens. *Trends in Food Science & Technology*, *99*, 203–216.
- Zhang, Y., Xiao, Z., Ager, E., Kong, L., & Tan, L. (2021). Nutritional quality and health benefits of microgreens, a crop of modern agriculture. *Journal of Future Foods*, *1*(1), 58–66.