

**JURNAL TEKNIK INDUSTRI
MANAJEMEN DAN MANUFAKTUR
JURNAL TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS PROKLAMASI 45**
<https://ejournal.up45.ac.id/index.php/jtim>

**PROTOTYPE SISTEM MONITORING SMART GREEN HOUSE
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) PADA TANAMAN SELADA**

Ahmad Fawaiqur R¹, Muchamad Malik¹, Syaiful Mansyur¹,
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta
Jl. Proklamasi No. 1, Tambak Bayan, Caturtunggal, Depok, Sleman, DI Yogyakarta
*Email : ahmadfawaiqurrohman@gmail.com

ABSTRAK

Berkurangnya lahan untuk bercocok tanam mengakibatkan berkurangnya juga produksi sayur. Sedangkan pertumbuhan penduduk setiap tahunnya mengalami peningkatan. Hal tersebut mengakibatkan kekurangan sayuran di pasar. Teknologi smart greenhouse menjadi solusi alternatif dalam mengatasi kurangnya lahan pertanian di Indonesia. Adanya sistem monitoring berbasis Internet of Things dapat membantu dalam meningkatkan produktivitas, fleksibilitas, dan kualitas panen selada. Mikrokontroler yang digunakan sebagai otak utama sistem adalah ESP32 DevKitC V4, empat output pengendali yaitu kipas, lampu UV, pompa air, dan LCD sebagai penampil informasi. Dari hasil penelitian yang dilakukan, sistem berhasil berjalan sesuai dengan yang direncanakan dan memenuhi tujuan dari pembangunan Sistem Monitoring Smart Greenhouse dengan menggunakan Android. Hasil pembacaan sensor dan aktuator pada penelitian diuji agar dapat mengetahui kinerja dari sensor dan aktuator serta sistem monitoring. Berdasarkan Hasil pengujian kerja sensor dengan otomatisasi sensor memiliki tingkat keberhasilan 100%, sedangkan pada sistem monitoring berbasis IoT sudah bekerja dengan baik dimana data yang ditampilkan sesuai dengan pembacaan sensor dan status aktuator. Pertumbuhan tanaman selada sendiri setelah dibandingkan memiliki perbedaan nilai keefektifan yaitu untuk didalam smart greenhouse sebesar 90% dan nilai keefektifan diluar smart greenhouse sebesar 4%.

Kata kunci: *Smart greenhouse*, ESP32, Sistem *monitoring*, Tanaman Selada

ABSTRACT

The reduction in land for farming results in a reduction in vegetable production. Meanwhile, population growth increases every year. This results in a shortage of vegetables in the market. Smart greenhouse technology is an alternative solution to overcome the lack of agricultural land in Indonesia. An Internet of Things-based monitoring system can help increase productivity, flexibility and quality of lettuce harvest. The microcontroller used as the main brain of the system is ESP32 DevKitC V4, four controller outputs, namely fan, UV lamp, water pump and LCD as an information display. From the results of the research carried out, the system succeeded in running as planned and met the objectives of developing a Smart Greenhouse Monitoring System using Android. The results of the sensor and actuator readings in the research were tested in order to determine the performance of the sensors and actuators as well as the monitoring system. Based on the results of testing sensor work with sensor automation, it has a success rate of 100%, while the IoT-based monitoring system has worked well where the data displayed is in accordance with the sensor readings and actuator status. The growth of lettuce plants

themselves after being compared has different effectiveness values, namely for inside the smart greenhouse it is 90% and the effectiveness value outside the smart greenhouse is 4%.
 Keywords: Smart greenhouse, ESP32, System monitoring, lettuce plants

Diterima Redaksi: 11/7/2024	Selesai Revisi: 18/10/2024	Diterbitkan Online: 01/10/2024
---------------------------------------	--------------------------------------	--

1. PENDAHULUAN

Tanaman selada yang memiliki nama latin (*Lactuca sativa L.*) merupakan sayuran yang dimanfaatkan daunnya, sayuran ini memiliki nilai ekonomis tinggi di Indonesia dan mempunyai banyak manfaat bagi pengonsumsinya (Manuhuttu *et al.*, 2018).

Berdasarkan data badan pusat statistik, produksi selada di Indonesia dari tahun 2017 sampai 2020 menunjukkan bahwa sayuran selada tahun 2017 produksi sebesar 627.611 ton, pada tahun 2018 produksi sayur selada sebesar 625.132 ton, di tahun 2019 produksi sebesar 663.832 ton. (BPS, 2020).

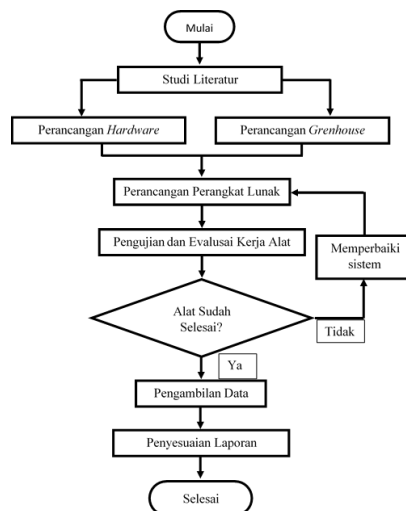
Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat di Indonesia membutuhkan produksi makanan yang lebih tinggi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan kebutuhan gizi menyebabkan bertambahnya permintaan serta kebutuhan masyarakat terhadap sayuran, salah satunya adalah sayuran selada. (Dwipa & Zubaidi, 2020). Namun, produksi selada yang berkelanjutan dan ramah lingkungan semakin sulit dihasilkan karena ketersediaan lahan yang semakin terbatas dan perubahan iklim yang semakin tidak terprediksi. Lahan pertanian di Indonesia khususnya di perkotaan sudah berkurang. Berkurangnya lahan pertanian ini disebabkan oleh beralihnya fungsi lahan yang semula merupakan lahan pertanian kemudian dijadikan lahan perumahan dan bahkan didirikannya industri, hal ini disebabkan oleh faktor ekonomi, sosial, dan meningkatnya kepadatan penduduk (Prasetyo *et al.*, 2022).

Masyarakat perkotaan dapat memanfaatkan sistem hidroponik dalam melakukan bertani untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Hidroponik dapat diimplementasikan kedalam sistem *greenhouse* yang di dalamnya dapat merekayasa atau memanipulasi kondisi lingkungan agar dapat tercipta kondisi lingkungan sesuai dengan tanaman yang akan dikembangkan (Sujadi & Nurhidayat, 2019).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Rancangan Penelitian

Metode penelitian menggambarkan garis besar tentang bagaimana penelitian ini akan dilakukan. Metode penelitian ini sudah dirangkum pada diagram flowchart. Pada gambar 3.1 menunjukkan alur rancangan penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart Rancangan Penelitian

2.2 Perancangan Greenhouse

Desain *greenhouse* ini memiliki beberapa tahap proses, dimulai dengan inialisasi. Pembuatan desain alat dan media digunakan untuk merancang bentuk dan struktur bangunan yang akan dibuat

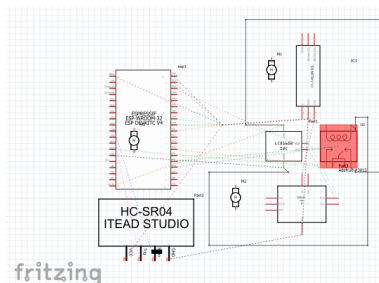
sebagai prototipe atau miniatur greenhouse dalam penelitian ini. Untuk desain ukuran greenhouse dapat dilihat pada Gambar 3.2 Dibawah ini:

Berikut ini merupakan keterangan bagian-bagian serta fungsinya yang terdapat pada *greenhouse* sesuai dengan nomor yang tertera pada Gambar 3.3 diatas:

1. Kolam
Kolam digunakan sebagai sumber air yang akan di irigasikan ke sistem hidroponik. Kolam berukuran P=60cm, L=50cm, dan T=30cm. dibuat dengan menggunakan pipa paralon dan terpal.
2. Tandon air
Tandon air difungsikan sebagai irigasi ketika diwaktu malam hari. Tandon yang digunakan merupakan ember plastik dengan volume 10 liter.
3. Sesor Ultrasonik
Sensor Ultrasonik digunakan untuk membaca ketinggian air yang terdapat pada tandon air,
4. Kipas 12VDC
Kipas disini digunakan untuk meng sirkulasi udara yang ada didalam *greenhouse* agar suhu dan kelembapan didalam tetap setabil.
5. Lampu UV
Lampu UV disini digunakan untuk pengganti sinar matahari untuk berfotosintesis.
6. Kerangka *greenhouse*
Kerangka *greenhouse* dibuat menggunakan pipa 3/4cm, ukuran *greenhouse* yang dibuat adalah P=80cm, L=60cm, dan T=150cm.
7. Sensor DHT11
Sensor DHT11 digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan didalam *greenhouse*.
8. Sistem Hidroponik
Sistem hidroponik dibuat untuk media tanam selada, memiliki panjang 70cm dan memiliki 5 lubang disetiap 1 pipa.
9. Sensor TDS
Sensor TDS digunakan untuk membaca tingkat kekeruhan air yang terdapat pada kolam.
10. Pompa Air
Pompa air digunakan sebagai alat pendukung untuk irigasi sistem hidroponik. Pompa air yang digunakan adalah pompa air 12VDC.
11. ESP32
ESP32 berfungsi sebagai *mikrokontroler*
12. LCD 2x16
LCD 12x16 berfungsi sebagai penampil hasil dari kalibrasi sensor DHT11.

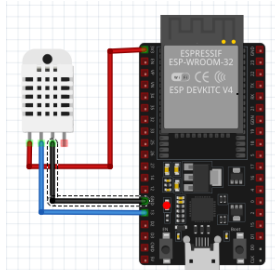
2.3 Perancangan Hardware (Perangkat keras)

Merancang *Hardware* atau perangkat keras, perancangan perangkat keras meliputi perancangan mekanis alat dan system kelistrikan dari alat yang dibuat. Komponen perangkat keras terdiri dari mikrokontroler, sensor, aktuator, sistem komunikasi, dan sumber tegangan.



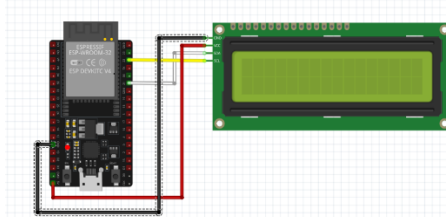
Gambar 2. Skema *Hardware*

Pada Gambar 2 merupakan skema hubungan antara ESP32 dengan sensor dan modul yang digunakan sebagai kontrol pada sistem *smart greenhouse*. Sensor yang digunakan sebagai *input* data terdiri dari sensor DHT11, Ultrasonik, LCD, TDS, Modul *MicroSD*, dan Modul RTC.



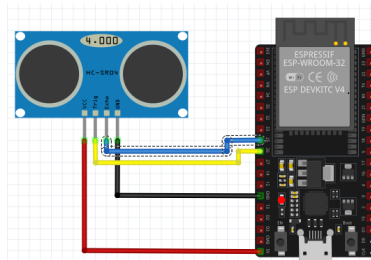
Gambar 3. Rangkaian Skema Sensor DHT11 dan ESP32

Sensor DHT11 dipasang ke mikrokontroler ESP32, untuk pin data di salurkan ke gpio 13 dan untuk *ground* dirangkai ke pin GND dan VCC disalurkan ke 3,3V.



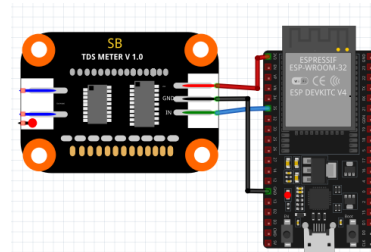
Gambar 4. Rangkaian Skema Modul LCD Dan ESP32

Modul LCD 16x2 disambungkan ke mikrokontroler ESP32, untuk pin SDA dipasang ke Gpio21, untuk pin SCL dipasang ke Gpio 22, untuk pin *Ground* dipasang ke pin GND, dan untuk pin VCC dipasang ke 5V.



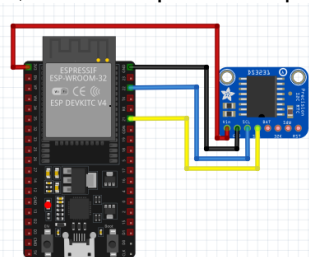
Gambar 5. Rangkaian Skema Sensor Ultrasonik Dan ESP32

Sensor Ultrasonik disambungkan dengan mikrokontroler ESP32, untuk pin Trig dipasang ke Gpio 26, untuk Echo dipasang ke Gpio 25, untuk pin *Ground* dipasang ke pin GND, dan untuk pin VCC dipasang ke 3.3V.



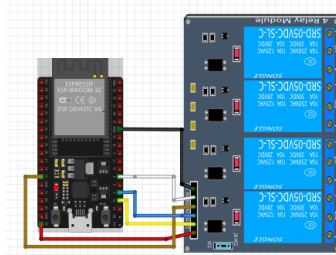
Gambar 6. Rangkaian Skema Sensor TDS Dan ESP32

Sensor TDS disambungkan dengan mikrokontroler ESP32, untuk pin Data dipasang ke Gpio 35, untuk pin *Ground* dipasang ke pin GND, dan untuk pin VCC dipasang ke 3.3V.



Gambar 7. Rangkaian Skema Modul RTC Dan ESP32

Modul RTC disambungkan dengan mikrokontroler ESP32, untuk pin SDA dipasang ke Gpio 21, untuk pin SCL dipasang ke Gpio 22, untuk pin *Ground* dipasang ke pin GND, dan untuk pin VCC dipasang ke 5V.



Gambar 8. Rangkaian Skema Modul Relay 4 Channel Dan ESP32

Modul *Relay* 4 channel disambungkan dengan mikrokontroler ESP32, untuk pin *IN* 1 dipasang ke Gpio 4, untuk pin *IN* 2 dipasang ke Gpio 12, untuk pin *IN* 3 dipasang ke Gpio 2, untuk pin *IN* 4 dipasang ke Gpio 15, untuk pin *Ground* dipasang ke pin GND, dan untuk pin VCC dipasang ke 5V.

2.4 Perancangan Software (Perangkat Lunak)

Pada tahap perancangan perangkat lunak, peneliti melakukan desain program pada ESP32, web server dan interface android. Untuk ESP32 peneliti menggunakan aplikasi Arduino IDE sebagai aplikasi default dari ESP32, dimana aplikasi ini cukup umum digunakan. Untuk web server peneliti menggunakan Arduino IOT Cloud sebagai database. Sedangkan untuk tampilan layar pada android peneliti menggunakan aplikasi IoT Remote.



Gambar 9. Desain Tampilan Awal Aplikasi Android

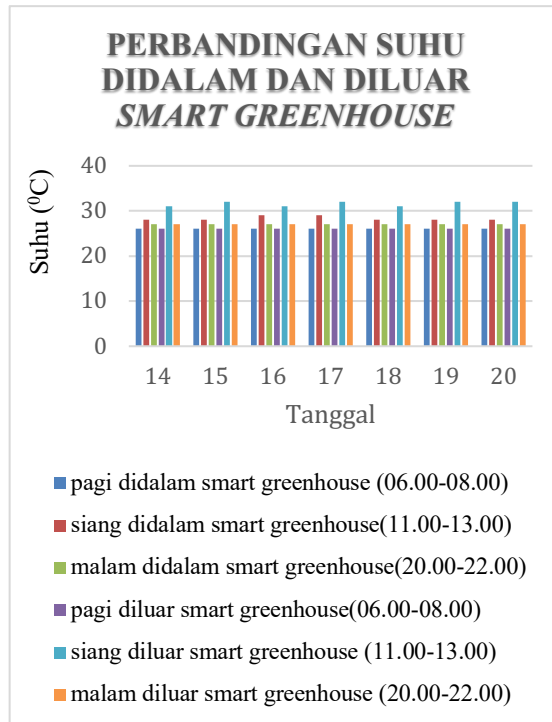
Pada Gambar 9 merupakan gambaran dari aplikasi yang akan dibuat pada android. Pada halaman ini pengguna dapat melihat beberapa tampilan informasi dari parameter yang dibutuhkan tanaman. Perancangan perangkat lunak pada alat ini menggunakan *software* Arduino IDE untuk memprogram ESP32.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

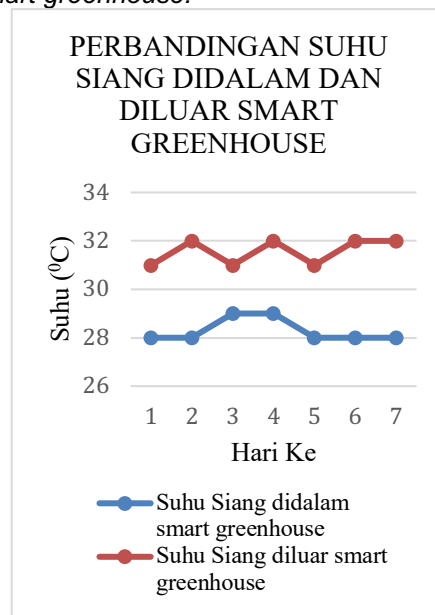
3.1.1 Sensor DHT11

Didapat nilai rata-rata suhu didalam smart greenhouse pada waktu pagi hari adalah 260C, pada siang hari 280C, dan dimalam hari 270C. Sedangkan rata-rata suhu diluar smart greenhouse pada waktu pagi hari 260C, pada siang hari 320C, dan dimalam hari 270C. Dari hasil pembacaan sensor antara suhu didalam smart greenhouse dengan suhu diluar smart greenhouse terjadi perbedaan ketika disiang hari yaitu suhu didalam smart greenhouse 280C dan suhu diluar smart greenhouse 320C.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Suhu Didalam Dan Diluar Smart Greenhouse

Gambar 10 merupakan grafik batang perbandingan antara suhu yang terdapat pada *smart greenhouse* dengan suhu diluar *smart greenhouse*.

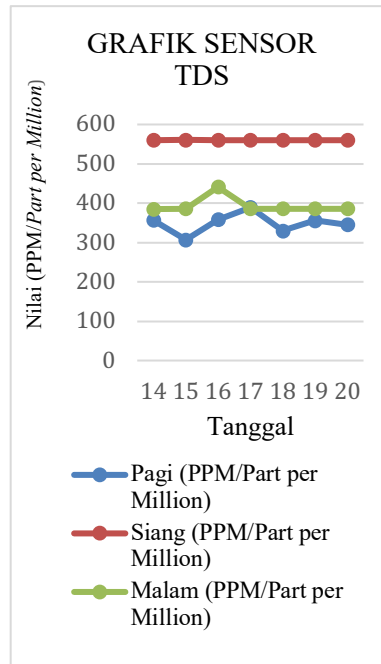


Gambar 11. Grafik Suhu Siang Didalam Dan Diluar *Smart Greenhouse*

Gambar 11 merupakan grafik perbedaan suhu disiang hari ketika menggunakan *smart greenhouse* dengan yang tidak menggunakan *smart greenhouse*.

3.1.2 Sensor TDS

Berdasarkan Tabel 12 dapat dilihat bahwa nilai (ppm) air dipengaruhi oleh suhu dan padatan yang larut dalam air tersebut dengan rata-rata pada saat dipagi hari 349 ppm, siang hari 560 ppm, dan malam hari 394 ppm.



Gambar 12. Grafik Sensor TDS

3.1.3 Sensor Ultrasonik

Data hasil pembacaan sensor HC-SR04 didapatkan dari perhitungan jarak yang sudah dikalkulasi pada mikrokontroler berupa nilai dengan satuan (cm).

Tabel 1. Data Pengujian Sensor *Ultrasonik*

No	Sensor HC-SR04	Penggaris (cm)	Nilai Bias (cm)
1	12,2	12	0,2
2	12,2	12	0,2
3	10,2	10	0,2
4	10,2	10	0,2
5	15,2	15	0,2
6	15,2	15	0,2
7	20,2	20	0,2
8	20,2	20	0,2
9	30,2	30	0,2
10	30,2	30	0,2
Rata-rata nilai bias			0,2

Dari kedua data tersebut selanjutnya dihitung nilai bias dari nilai hasil pembacaan sensor ultrasonik dengan pengukuran menggunakan penggaris. Hasil yang didapatkan pada perhitungan error (bias) menggunakan data pertama sensor HC-SR04 dengan penggaris adalah 0,2 cm.

3.1.4 Pengujian Sensor Suhu dan Ultrasonik Terhadap Otomatisasi Aktuator Pada *Smart greenhouse*

Pengujian *monitoring* aktuator dilakukan bersamaan dengan pengujian *monitoring* parameter suhu, jarak, dan waktu. Pengujian dan pengambilan data dilakukan pada waktu pagi, siang, dan malam.

3.1.5 Pengujian Sensor DHT11, Sensor TDS, Dan Aktuator Terhadap IoT

Pengujian yang dilakukan merupakan sebuah sinkronisasi dari hasil pembacaan sensor dan status aktuator yang terdapat pada smart greenhouse. Untuk mengetahui perbedaan data dengan sistem IoT dilakukan perekaman data pada ESP32.

Tabel 2 Data Sensor Dan Aktuator Pada ESP32

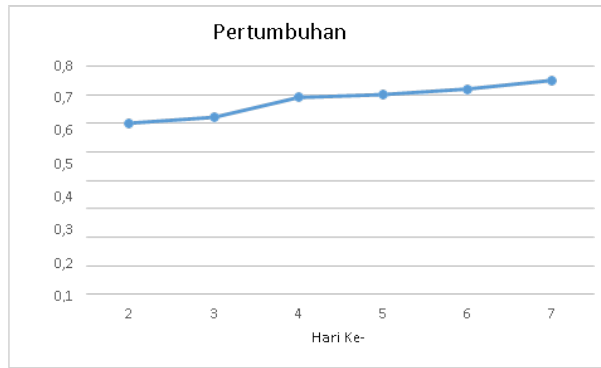
Hari/Tanggal (2023)	Waktu	DHT11 Suhu	TDS	Level Air	Aktuator		
					Pompa 2	Pompa 3	Kipas
Jumat /14	Pagi	25°C	356 ppm	5 cm	Hidup	Mati	Mati
	Siang	28°C	560 ppm	5 cm	Hidup	Mati	Hidup
	Malam	27°C	386 ppm	6 cm	Mati	Hidup	Hidup
Sabtu / 15	Pagi	25°C	406 ppm	5 cm	Hidup	Mati	Mati
	Siang	28°C	560 ppm	5 cm	Hisup	Mati	Hidup

Tabel 3 Data Sensor Dan Aktuator Yang Terbaca Pada Sistem *Monitoring*

Hari/Tanggal (2023)	Waktu	DHT11 Suhu	TDS	Level Air	Aktuator	
					Pompa 2	Pompa 3
Jumat /14	Pagi	25°C	356 ppm	5 cm	Hidup	Mati
	Siang	28°C	560 ppm	5 cm	Hidup	Mati
	Malam	27°C	386 ppm	6 cm	Mati	Hidup
Sabtu / 15	Pagi	25°C	406 ppm	5 cm	Hidup	Mati
	Siang	28°C	560 ppm	5 cm	Hidup	Mati
	Malam	27°C	386 ppm	8 cm	Mati	Hidup
Minggu / 16	Pagi	26°C	372 ppm	5 cm	Hidup	Mati
	Siang	28°C	560 ppm	5 cm	Hidup	Mati
	Malam	27°C	386 ppm	9 cm	Mati	Hidup

Pengujian sistem *monitoring* pada *smart greenhouse* dilakukan secara *real time*. Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan hasil pembacaan sensor dengan hasil *monitoring* pada *smartphone*. Pengujian dilakukan pada 3 waktu yaitu pagi, siang dan malam. Pengambilan sampel dilakukan untuk pagi dari jam 06.00 – 08.00, untuk siang dari jam 11.00 – 13.00, dan untuk malam dari jam 20.00 – 22.00. Jeda waktu dipilih dengan rentan waktu tersebut bertujuan agar perubahan nilai parameter sudah terlihat ada perubahan dan lebih jelas. Dari hasil pengujian didapat bahwa data sensor dan aktuator didalam *greenhouse* dengan data yang ditampilkan 100% berjalan dengan baik.

Pengujian kinerja alat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui penggunaan *smart greenhouse* agar dapat mengoptimalkan pertumbuhan tanaman selada. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman selada. Sempel yang digunakan adalah 2 kelompok sempel batang tanaman selada, yaitu kelompok yang ditanam didalam *smart greenhouse* dan kelompok tanaman seladayang diletakkan diluar *smart greenhouse*.



Gambar 13 Grafik Pertumbuhan Selada Dipengaruhi Oleh Suhu

Gambar 13 merupakan grafik dari hasil perhitungan regresi dari pertumbuhan selada yang dipengaruhi oleh suhu. Terlihat perbedaan pertumbuhan disaat hari ke 4, grafik tampak naik hingga 0,7 cm, dan diketahui bahwa pada hari ke-4 adalah suhu 29°C. ketika suhu di 28°C terlihat untuk pertumbuhannya setabil bertambah 0,2 – 0,3 cm.

Tabel 4 Hasil Penelitian Tanaman Selada

No	Gambar Sempel Untuk Pengukuran	Keterangan
1		<ol style="list-style-type: none"> 1. Tinggi keseluruhan 9,5 cm 2. Lebar daun 5 cm 3. Tinggi batang 3 cm
2		<ol style="list-style-type: none"> 1. Tinggi keseluruhan 5 cm 2. Lebar daun 3,5 cm 3. Tinggi batang 2 cm

Pada Tabel 4 Merupakan perbedaan hasil gambar tanaman yang menggunakan sistem *smart greenhouse* dengan yang tidak menggunakan *smart greenhouse*. Hasil perkembangan tanaman selada yang terdapat pada *smart greenhouse* dengan yang di letakkan diluar dapat dilihat perbedaannya. perbedaan dari pertumbuhan selada sangat terlihat dengan jelas, tanaman sayur selada yang ditanam didalam *smart greenhouse* memiliki ukuran lebih besar, dengan daun 5 cm dan tinggi 9,5 cm. Sedangkan tanaman selada yang ditanam diluar *smart greenhouse* memiliki tinggi 5 cm dan daun 3,5 cm. Tanaman selada yang ditanam diluar *smart greenhouse* tidak berkembang dan bahkan mati akibat suhu ekstrim. Dengan menggunakan *smart greenhouse* membuat tanaman selalu dalam keadaan stabil sehingga tanaman selada dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Tanaman selada yang berada didalam *smart greenhouse* dapat tumbuh dengan cepat dari pada penanaman selada biasa karena

pada *smart greenhouse* tanaman selada melakukan fotosintesis disetiap saat yang didukung oleh adanya sinar UV dari lampu.

3.2 Pembahasan

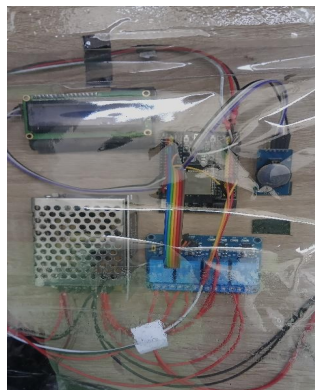
3.2.1 Greenhouse

Greenhouse dibangun dengan ukuran $p = 80 \text{ cm} \times l = 60 \text{ cm} \times t = 150 \text{ cm}$ dengan kerangka menggunakan pipa berukuran $\frac{3}{4}$. Atap dan dinding yang digunakan yaitu plastik aluminium foil dengan ketebalan 75 micron. Tipe *greenhouse* yang dibangun adalah *skillion*.



Gambar 14 Tampak Dalam *Greenhouse*

Pada Gambar 14 Merupakan keadaan bagian dalam dari *greenhouse*. Tanaman selada yang digunakan yaitu berusia 14 hari. Tanaman selada diletakkan pada media tanam hidroponik dengan jarak 7 cm dengan tujuan selada dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Untuk air irigasi hidroponik menggunakan air dari kolam ikan yang terletak dibawah media hidroponik.



Gambar 15 Pusat *Hardware*

Gambar 15 Menunjukkan posisi dari alat. Pusat *hardware* diletakkan di samping *greenhouse* yang sudah dipasang papan dan dilapisi pelastik agar tidak terkena air ataupun sejenisnya yang dapat merusak *hardware*. *Hardware* diletakkan disamping agar lebih mudah untuk dipantau.



Gambar 16 Lampu UV

Pemasangan instalasi lampu UV pada Gambar 16 Dipasang diatas didalam *greenhouse* dengan posisi tepat ditengah. Lampu UV yang digunakan dengan tegangan 8 watt sebanyak 1 buah. Lampu UV digunakan sebagai pengganti sinar matahari dan sekaligus dapat mensterilkan *greenhouse* dari bakteri.



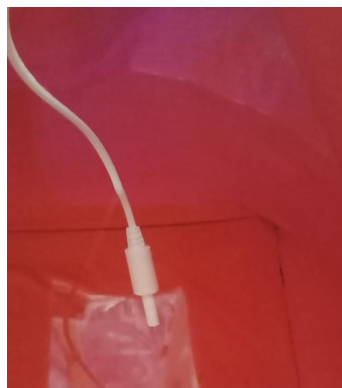
Gambar 17 Sensor DHT11

Pemasangan sensor DHT11 dapat dilihat pada Gambar 17 Dipasang didalam *greenhouse* yang terletak di samping kanan atas. Sensor DHT11 digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan didalam *smart greenhouse*. Hasil dari pembacaan sensor nantinya akan digunakan untuk mengendalikan aktuator berpakipas 12VDC.



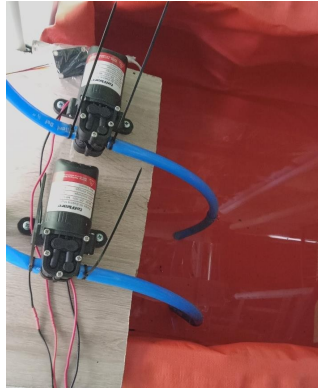
Gambar 18 Sensor Ultrasonik

Pemasangan sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 18 diletakkan diatas tandon air. Sensor ultrasonik digunakan untuk membaca kondisi ketinggian air. Data dari hasil pembacaan sensor ultrasonik nantinya akan digunakan sebagai perintah aktuator berupa pompa air untuk mengisi tandon air.



Gambar 19 Sensor TDS

Gambar 19 Menunjukkan posisi dari sensor TDS. Sensor TDS ditempatkan di dalam kolam. Sensor ini difungsikan untuk membaca kualitas air didalam kolam dengan menggunakan satuan ppm (*parts per million*).



Gambar 20 Pompa Air

Irigasi yang terdapat pada Gambar 20 dalam hidroponik. Pompa air digunakan sebagai alat pendukung irigasi sistem hidroponik. Untuk pengairan pada waktu 06.00 – 15.00 WIB dialiri dari pompa 2 dimana air berasal dari kolam ikan dan pada waktu 16.00 – 05.00 WIB dialiri dari pompa 3 dimana airnya berasal dari tandon.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pembuatan, dan pengujian terhadap Sistem Monitoring Smart Greenhouse, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian yang berjudul “*Prototype Sistem Monitoring Smart Greenhouse Berbasis Internet Of Things (IoT) Pada Tanaman Selada*” telah berhasil dibangun sesuai dengan rencana penelitian dan memenuhi tujuan dari pembangunan Sistem *Monitoring Smart Greenhouse*.
2. ESP32 DevKitC V4 dapat berfungsi untuk membaca sensor, memberikan aksi kepada aktuator, dan dapat mengirim data melalui komunikasi serial menuju *server Arduino IoT Cloud*.
3. Sistem *Monitoring Smart Greenhouse* dilakukan melalui aplikasi *android*.
4. Aktuator dan program sudah berjalan dengan baik, tetapi terjadi sedikit masalah pada saat salah satu Aktuator hidup, terjadi intruksi pada ESP32 sehingga ESP32 tidak dapat melakukan koneksi ke *server*.
5. Koneksi internet sangat diperlukan untuk pengiriman data ke *server* melalui ESP32, jika tidak terdapat jaringan internet maka data tidak dapat dikirim dan ditampilkan di *monitoring smart greenhouse*. Sedangkan untuk pengontrol tidak memerlukan koneksi dengan internet dikarenakan pengontrol berjalan secara otomatis berdasarkan program yang telah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, F., & Salsabil, S. (2019). INTERNET OF THINGS: SEJARAH TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA. *Jurnal Isu Teknologi*, 14(2), 92–99. http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-77492-3_16
- Bella, A. (2022). 6 Manfaat Selada bagi Kesehatan Tubuh. 6 Manfaat Selada bagi Kesehatan Tubuh. <https://www.alodokter.com/ sederet-manfaat-selada-bagi-kesehatan-tubuh>
- BPS. (2020). *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian*. Badan Pusat Statistik. Dias Valentin, R., Ayu Desmita, M., & Alawiyah, A. (2021). Implementasi Sensor Ultrasonik Berbasis Mikrokontroler Untuk Sistem Peringatan Dini Banjir. *Jimel*, 2(2), 2723–598.
- Dwipa, A. A. A., & Zubaidi, I. G. P. W. W. W. A. (2020). Rancang Bangun Sistem Conditioning Udara Berbasis IoT pada Studi Kasus Tanaman Selada Hidroponik. *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J- Cosine)*, 4(1), 16–25. <https://doi.org/10.29303/jcosine.v4i1.297>
- Firdhausi, A. R. (2018). RANCANG BANGUN SMART GREENHOUSE UNTUK BUDIDAYA TANAMAN CABAI (*CAPSICUM ANNUM L.*) BERBASIS ANDROID.
- Hadijah, S. (2022). *Green House dan Berbagai Manfaatnya untuk Tanaman*. Cermati.com. <https://www.cermati.com/artikel/green-house>
- Kamalia, S., Dewanti, P., & Soedradjad, R. (2017). TEKNOLOGI HIDROPONIK SISTEM SUMBU PADA PRODUKSI SELADA LOLLO ROSSA (*Lactuca sativa L.*) DENGAN PENAMBAHAN CaCl₂ 2 SEBAGAI NUTRISI HIDROPONIK Hydroponic Technology of Wick System on Lollo Rossa Production (*Lactuca sativa L.*) with Addition of Cacl₂ as a Hydr. *Jurnal Agroteknologi*, 11(01), 96–10.

- Kusumah, H., & Pradana, R. A. (2019). *PENERAPAN TRAINER INTERFACING MIKROKONTROLER DAN INTERNET OF THINGS BERBASIS ESP32 PADA MATA KULIAH INTERFACING*. 5(2), 120–134.
- Malinda, F., Salahuddin, N. S., & Hasibuan, E. (2021). Perancangan Sistem Mitigasi Smart Greenhouse Untuk Hidroponik. *Jurnal Ilmiah Komputasi*, 20(2), 247–258. <https://doi.org/10.32409/jikstik.20.2.2711>
- Manuhuttu, A. P., Rehatta, H., & Kailola, J. J. . (2018). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Hayati Bioboost Terhadap Peningkatan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa*. L). *Agrologia*, 3(1). <https://doi.org/10.30598/a.v3i1.256>
- Masduki, A. (2018). Hidroponik Sebagai Sarana Pemanfaatan Lahan Sempit Di Dusun Randubelang, Bangunharjo, Sewon, Bantul. *Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 185. <https://doi.org/10.12928/jp.v1i2.317>
- Misnawati, Boer, R., June, T., & Faqih, A. (2018). *PERBANDINGAN METODOLOGI KOREKSI BIAS DATA CURAH HUJAN CHIRPS*. 25(1), 18–29. <http://chg.geog.ucsb.edu/data/chirps/index.html>
- Muhammad, A., Hendrik, B., & Iswara, R. (2019). Expert System Application for Diagnosing of Bipolar Disorder with Certainty Factor Method Based on Web and Android. *Journal of Physics: Conference Series*, 1339(1), 0–12. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1339/1/012020>
- Murtianta, B., Danis Ronaldo, S., & Susilo, D. (2022). Perancangan Prototype Smart Indoor Greenhouse IoT untuk Membantu Permasalahan Budidaya Tanaman Selada di Kota Kupang. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 21(2), 297–310. <https://doi.org/10.31358/techne.v21i2.331>
- Nurhadi, I., & Puspita, E. (2009). *Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8 Menggunakan Sensor SHT 11*.
- Nurhilma, D. (2021). *ESP32*. raharja.ac.id. <https://raharja.ac.id/2021/11/16/esp32-2/>
- Prasetyo, A., Nugroho, A. B., & Setyawan, H. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Pada Hidroponik Selada (*Lactuca Sativa* L.) Dengan Metode NFT Berbasis Internet of Things (IoT). *Technology dan Sistem Komputer*, 5(Juli), 15–25. <http://repository.unmuhjember.ac.id/12346/%0Ahttp://repository.unmuhjember.ac.id/12346/1/jurnal.pdf>
- Qurrohman, B. F. T. (2021). Bertanam Selada Hidroponik Konsep dan Aplikasi. In *Pusat Penelitian dan Penerbitan UIN SGD Bandung*.
- Ramsari, N., & Hidayat, T. (2023). Pengujian Teknologi Internet of Things (IoT) Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Perhitungan Mape. *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, 7(1), 1–13. <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAIC>
- Romalasari, A., & Sobari, E. (2019). Produksi Selada (*Lactuca sativa* L.) Menggunakan Sistem Hidroponik Dengan Perbedaan Sumber Nutrisi. *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(1), 36–41. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v3i1.158>
- Setiawan, D. (2022). *Mengenal Sensor Ultrasonik Dan Cara Kerjanya*. teknik- komputer-d3.stekom.ac.id. <https://teknik-komputer-d3.stekom.ac.id/informasi/baca/Mengenal-Sensor-Ultrasonik-dan-Cara-Kerjanya/e5b259473d338ac5c15b9a868fb04f988847c289>
- Sotyohadi, Wahyu Surya Dewa, & I Komang Somawirata. (2020). Perancangan Pengatur Kandungan TDS dan PH pada Larutan Nutrisi Hidroponik Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 1(1), 45–59. <https://doi.org/10.36040/alinier.v1i1.2520>
- Suhendar, B., Fuady, T. D., & Herdian, Y. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Controlling Suhu Ideal Tanaman Stroberi Berbasis Internet of Things (IoT). *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 5(1), 48–60. <https://doi.org/10.47080/saintek.v5i1.1198>
- Sujadi, H., & Nurhidayat, Y. (2019). SMART GREENHOUSE MONITORING SYSTEM BASED ON INTERNET OF THINGS. *Jurnal J-Ensatec*, 06(01), 371–377. <https://doi.org/10.1109/ICEV.2019.8920502>
- Sumardi. (2013). *Mikrokontroler: Belajar AVR Mulai dari Nol*. Graha Ilmu. Suryadi, & Yusuf, D. (2017). *Rancang Bangun Monitoring Suhu Aquascape Berbasis Arduino dan Smartphone Menggunakan Enkripsi Simon Secara Nirkabel*.
- Utama, Y. A. K., Widiyanto, Y., Sardjono, T. A., & Kusuma, H. (2019). *PERBANDINGAN KUALITAS ANTAR SENSOR KELEMBABAN UDARA DENGAN MENGGUNAKAN ARDUINO UNO*. 1, 60–65.
- VA, D. P. R., Ratnawati, I. G. A., & Kawuri, R. (2021). Pengaruh Sinar UV Terhadap Pertumbuhan Bakteri Enterotoxigenic E.coli (ETEC) Penyebab Penyakit Diare. *Jurnal Biologi Makassar*, 6(1), 66–73. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/bioma/article/view/12157/6296>

- Wati, D. R., & Sholihah, W. (2021). Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino. *Multinetics*, 7(1), 12–20. <https://doi.org/10.32722/multinetics.v7i1.3504>
- Yozenanda, R. M., Widiarto, W., & Wijayanto, A. (2022). Otomasi dan Monitoring Hidroponik pada Tanaman Selada dengan Metode Sonic Bloom Berbasis IoT. *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, 8(3), 422–431. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jepin/article/view/57392>
- Yudha, P. S. F., & Sani, R. A. (2019). Implementasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Sensor Parkir Mobil Berbasis Arduino. *EINSTEIN e-JOURNAL*, 5(3), 19–26. <https://doi.org/10.24114/einstein.v5i3.12002>
- Yulianto, T. B., Taufiq, A. J., & Suyadi, A. (2019). Rancang Bangun Pengaturan Intensitas Sinar Uv (Ultraviolet) Dengan Mikrokontroler PIC Untuk Tanaman. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 1(1), 54–70. <https://doi.org/10.30595/jrre.v1i1.4929>