

Perancangan *Prototype Smart Indoor Greenhouse IoT* untuk Membantu Permasalahan Budidaya Tanaman Selada di Kota Kupang

Budihardja Murtianta¹, Stevano Danis Ronaldo², Deddy Susilo³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga

¹budihardja.murtianta@uksw.edu, ²612018035@student.uksw.edu, ³deddy.susilo@uksw.edu,

Abstrak

Greenhouse merupakan sebuah bangunan tempat tanaman dibudidayakan untuk melindungi tanaman dari kondisi lingkungan yang ekstrim dan hama yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Namun, suhu di dalam *greenhouse* umumnya lebih panas pada siang hari. Penggunaan sistem pendinginan dengan metode *misting* menggunakan *mist maker* yang dihembuskan dengan kipas DC mampu menurunkan suhu dan menaikkan kelembaban udara dalam *greenhouse*. Penggunaan LED putih sebagai pengganti sumber cahaya dari matahari dapat membantu karena spektrum yang dihasilkan oleh LED putih mirip dengan sinar matahari. Pada penelitian ini dirancang alat *smart indoor greenhouse* yang dapat mengontrol suhu, kelembaban tanah, dan waktu penyinaran secara otomatis maupun manual. Alat yang dirancang menggunakan ESP32 DevKit V1 sebagai mikrokontroler, DHT11 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara, serta *capacitive soil moisture sensor* untuk mendeteksi kelembaban tanah. Alat ini juga dapat menampilkan kondisi *greenhouse* di LCD I2C 16x2 dan pada aplikasi *blynk* di *smartphone* menggunakan internet. Pengujian alat ini dilakukan dalam jangka waktu 30 hari dan menggunakan delapan tanaman selada. Dari hasil pengamatan diperoleh empat selada yang ditanam menggunakan alat ini jauh lebih baik daripada empat selada tanpa menggunakan alat ini.

Kata kunci: *indoor greenhouse*, lampu pertumbuhan, *blynk*, selada, IoT

Abstract

Greenhouse is a building where plants are cultivated. The function of a greenhouse is to protect plants from extreme environmental conditions and pests that can inhibit plant growth. However, the temperature in the greenhouse can be hotter during the day, the use of a cooling system with the misting method using a mist maker blown with a DC fan can reduce the temperature and increase the humidity in the greenhouse. The use of white LEDs instead of the light source from the sun can help because the spectrum produced by white LEDs is similar to sunlight. This study designed a smart indoor greenhouse that can control temperature, soil moisture, and irradiation time automatically or manually. The tool is made by using ESP32 DevKit V1 as a microcontroller, DHT11 to detect air temperature and humidity, and a capacitive soil moisture sensor to detect soil moisture. This tool can also display greenhouse conditions on I2C 16x2 LCD and in the *blynk* application on smartphones using the internet. The testing of this tool was carried out with a time range of 30 days, and used eight lettuce plants. The result is four lettuces grown using this tool is much better than four lettuces without using this tool.

Keywords: *indoor greenhouse*, grow light, *blynk*, lettuce, IoT

1. Pendahuluan

Greenhouse atau rumah kaca merupakan sebuah bangunan tempat tanaman dibudidayakan. Bangunan ini dapat berupa bangunan yang kecil ataupun bangunan yang berukuran besar. Adapun manfaat dari *greenhouse* adalah untuk melindungi tanaman dari kondisi lingkungan yang ekstrim dan hama yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Penggunaan *greenhouse* juga memungkinkan untuk menumbuhkan segala jenis tanaman sepanjang tahun [1].

Berdasarkan data suhu udara di Kota Kupang dari Badan Pusat Statistik Provinsi NTT (BPS Provinsi NTT), pada tahun 2020, suhu udara terendah di Kota Kupang adalah 24,4°C-25,5°C, untuk suhu tertingginya berkisar 32,4°C-33°C, dan suhu rata-rata berkisar 27,7°C-28°C [2]. Pada tahun yang sama, BPS Provinsi NTT juga mencatat kelembaban udara di Kota Kupang berkisar 77% - 79% [3]. Sementara itu, untuk menanam selada dibutuhkan tempat atau lingkungan yang memiliki suhu berkisar 25°C-28°C, dengan kelembaban udara berkisar 76%-77%, dan kelembaban tanah berkisar 80%-100% agar tanaman selada dapat bertumbuh secara optimal [4].

Suhu dan kelembaban udara di dalam *greenhouse* cenderung semakin panas dan kering karena kurangnya sirkulasi udara yang baik. Oleh karena itu, penggunaan sistem pendinginan *greenhouse* dapat membantu untuk mengatasi masalah ini. Terdapat banyak metode dan sistem untuk mendinginkan *greenhouse*, salah satunya dengan menggunakan metode *misting*. Kabut yang dihasilkan oleh *mist maker*, yang kemudian ditiup masuk ke dalam *greenhouse* menggunakan kipas pendingin dapat menurunkan suhu dan juga menaikkan kelembaban udara di dalam *greenhouse* [5]. Intensitas cahaya juga menjadi salah satu syarat agar tanaman selada mampu bertumbuh dengan baik, di mana pada daerah tropis, lamanya siang hari atau waktu penyinaran oleh matahari hanya mencapai 12 jam, sehingga penggunaan cahaya matahari untuk proses fotosintesis oleh tanaman selada masih kurang karena tanaman selada memerlukan waktu penyinaran berkisar 14 – 16 jam per hari [6].

Penggunaan *Light Emitting Diode* (LED) sebagai pengganti sinar matahari untuk penanaman tanaman selada di dalam ruangan sangat baik dibandingkan dengan menggunakan lampu neon, lampu halogen, atau lampu pijar. Dengan meletakkan LED di atas tanaman selada dengan jarak 20cm-30cm, LED mampu menghasilkan intensitas cahaya berkisar 28.100 lux-31.300 lux. Selain itu, daya yang digunakan dan panas yang dihasilkan oleh LED yang lebih kecil dan efisien menjadi alasan untuk menggunakan LED sebagai pengganti sinar matahari [7].

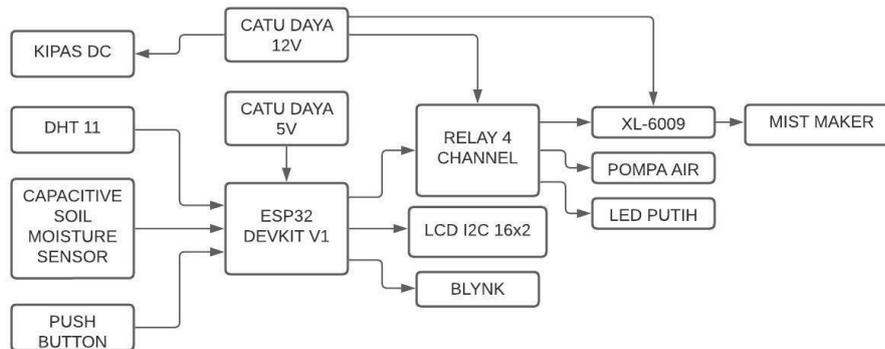
Berdasarkan penelitian, tanaman hijau lebih banyak menyerap sinar berwarna biru dengan panjang gelombang antara 440-470 nm dan sinar berwarna merah antara 640-660 nm. Spektrum warna inilah yang paling efektif bagi klorofil tanaman untuk melakukan proses fotosintesis. Spektrum warna biru dibutuhkan semua tanaman hijau dan juga jenis *algae* (ganggang), terutama untuk pertumbuhan vegetatif, sementara spektrum warna merah dibutuhkan oleh tanaman yang lebih sensitif dengan spektrum warna tersebut untuk melakukan fotosintesis. Umumnya tanaman-tanaman yang mempunyai daun dominan berwarna merah memerlukan spektrum warna merah untuk perkembangan generatif tanaman [8].

Smart Indoor Greenhouse sangat diperlukan untuk masa depan mengingat semakin banyak orang hidup di kota di mana lahan untuk tanaman semakin sempit. Secara umum lahan pertanian juga semakin terbatas. Diperkirakan pada tahun 2050 penduduk dunia akan berada di atas sembilan miliar orang, sehingga kebutuhan persediaan makanan akan

meningkat sekitar 70% [9]. Dengan perkembangan IoT dan teknologi secara eksponensial, lebih banyak metode difokuskan dan diteliti di bidang pertanian untuk memperbaiki lingkungan dan memantau kualitas tanaman yang tumbuh [10]-[12]. Mengingat pentingnya *Smart Indoor Greenhouse*, *Prototype Smart Indoor Greenhouse IoT* dirancang untuk membantu permasalahan budidaya tanaman selada di Kota Kupang.

2. Perancangan Alat

Metodologi dalam melakukan perancangan didahului dengan mengkaji pustaka yang diperlukan, terutama dalam bidang pertanian selada air. Karakteristik iklim di Kupang perlu diketahui dan terukur sehingga memudahkan untuk penggunaan komponen yang tepat dalam perancangan. Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan mengendalikan komponen aktuator berdasarkan pembacaan sensor dan berusaha menyesuaikan iklim yang dibutuhkan dalam pertanian selada. Alat yang dibuat dibagi menjadi dua bagian, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*), di mana secara keseluruhan ditunjukkan dalam diagram blok pada Gambar 1.

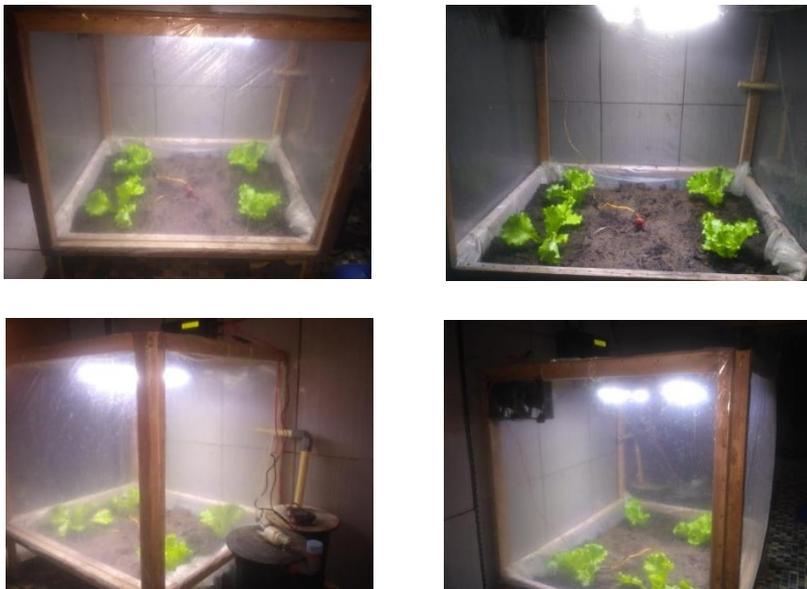


Gambar 1. Diagram blok alat

Komponen utama yang digunakan dalam pembuatan alat ini, yaitu:

- Catu Daya berfungsi untuk mengubah tegangan listrik *Alternating Current* (AC) dari PLN menjadi *Direct Current* (DC) sebesar 5V dan 12V.
- ESP 32 DevKit V1 keluarga ESP32 adalah modul gabungan Wi-Fi dan Bluetooth 2,4 GHz tunggal yang dirancang dengan teknologi 40 nm berdaya ultra-rendah. Modul ini memiliki kelebihan dalam konsumsi daya rendah dan kinerja *Radio Frequency* (RF) yang sesuai dengan kebutuhan dan handal dalam berbagai aplikasi [13]. Modul ini digunakan sebagai mikrokontroler untuk memonitor dan mengontrol semua sensor dan aktuator yang digunakan dalam pembuatan alat ini.
- LCD (*Liquid Crystal Display*) I2C 16x2 karakter sebagai layar penampil yang digunakan untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor pada alat ini.
- Kipas DC digunakan untuk menciptakan sirkulasi udara di dalam *greenhouse* dan terkoneksi hidup terus menerus.
- *Mist maker* digunakan untuk menghasilkan kabut yang kemudian akan dimasukkan ke dalam *greenhouse* menggunakan kipas yang bertujuan untuk menurunkan suhu dan menaikkan kelembaban udara di dalam *greenhouse*. *Mist maker* dikendalikan oleh *relay* dan disesuaikan kebutuhan tegangannya menggunakan modul XL-6009.

- Pompa air yang digunakan pada alat ini merupakan pompa air DC dengan tegangan 12V di mana fungsi dari pompa air ini adalah untuk menyiram tanaman di dalam *greenhouse*.
- *Light Emitting Diode* (LED) berwarna putih adalah sumber cahaya semikonduktor yang memancarkan cahaya ketika arus mengalir melaluinya dan digunakan untuk menggantikan sinar matahari untuk pencahayaan tanaman di dalam *greenhouse*.
- Relay 4 *Channel* digunakan untuk mengontrol aktif dan non-aktifnya *mist maker*, pompa air, dan LED putih.
- Modul XL-6009 merupakan *regulator* yang mempunyai jangkauan tegangan masukan dari 5V hingga 32V, *converter* DC/DC yang mampu menghasilkan tegangan keluaran, baik positif maupun negatif. Modul XL-6009 dapat dikonfigurasi sebagai *Single-Ended Primary-Inductor Converter* (SEPIC) di mana tegangan keluaran dapat lebih besar, lebih kecil, atau sama dengan tegangan masukannya [14]. Modul ini dioperasikan sebagai *step-up voltage converter*, yang digunakan untuk menaikkan tegangan dari 12V ke 24V sebagai catu daya *mist maker*.
- DHT11 adalah sensor yang digunakan untuk membaca atau mendeteksi suhu dan juga kelembaban udara di dalam *greenhouse* di mana hasil pembacaan sensor ini akan ditampilkan di LCD dan aplikasi *Blynk*, serta akan dibandingkan dengan nilai *set point* yang sudah ditentukan untuk pengaturan aktif dan non-aktifnya *mist maker*.
- *Capacitive Soil Moisture Sensor* yang digunakan untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah di dalam *greenhouse* di mana nilainya akan ditampilkan di LCD dan aplikasi *blynk* serta akan dibandingkan dengan nilai *set point* pengendalian pompa air.
- *Push button* digunakan agar pengguna dapat mengontrol secara manual ketika jaringan internet tidak tersedia.



Gambar 2. Tampilan *greenhouse*

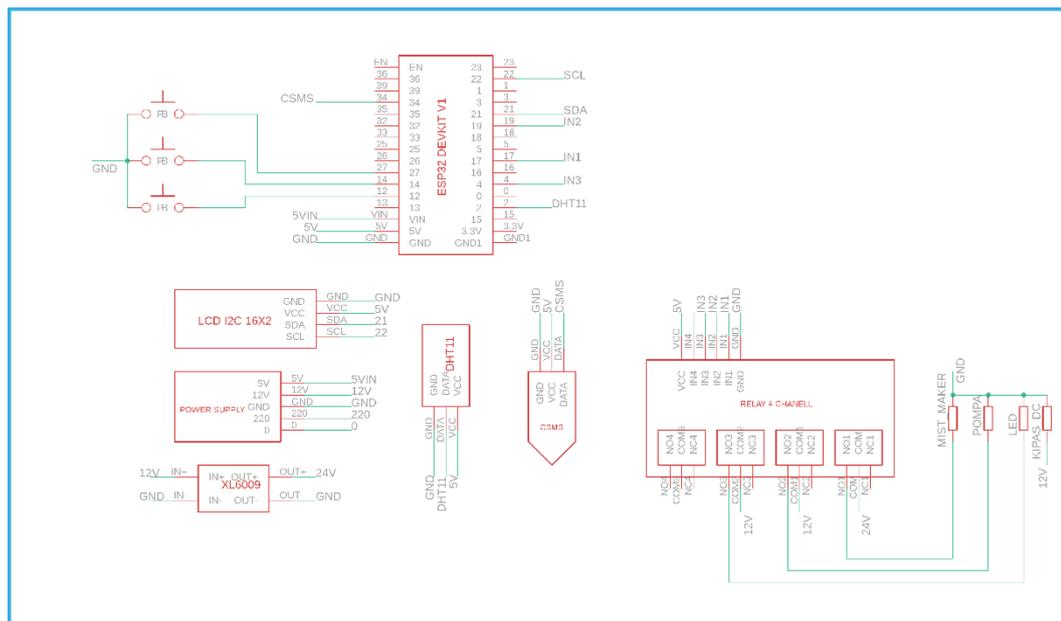
Greenhouse dibuat dengan ukuran 60cm × 50cm × 70cm ($p \times l \times t$) menggunakan bahan utama kayu berukuran 2cm × 3cm sebagai rangka dan plastik PE sebagai penutup rangka dan juga ditanami empat tanaman selada di dalamnya, seperti terlihat pada Gambar 2. LED putih diletakkan di atas tanaman dengan jarak 30cm, sensor DHT11 diletakkan di

tengah *greenhouse*, dan *capacitive soil moisture sensor* diletakkan di bagian tengah tanah di dalam *greenhouse*, dan kipas DC diletakkan di tempat *mist maker*, dan di sisi *greenhouse*. Pompa dan *mist maker* diletakkan di sisi *greenhouse* di mana untuk pompa dan *mist maker* juga dibuat tempat penampungan air yang kemudian akan terhubung dengan selang yang dipasang di dalam *greenhouse* dan terhubung dengan pipa untuk menyalurkan kabut yang dihasilkan oleh *mist maker* ke dalam *greenhouse*. Kotak mikrokontroler seperti pada Gambar 3, menampung ESP32, LCD, *relay*, modul XL-6009, *push button* dan konektor untuk sensor, pompa air, *mist maker*, LED putih dan catu daya. Kotak ini terbuat dari bahan plastik dengan ukuran 18cm × 11cm × 6cm.



Gambar 3. Kotak kontroler

Pembuatan perangkat lunak pada alat ini menggunakan *software* Arduino IDE untuk program ESP32 dan juga sebagai *software* untuk memasukkan program ke ESP32. Skematik dan penggunaan *pin* dari tiap komponen yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 4, Tabel 1 dan Tabel 2.



Gambar 4. Skematik sistem

Tabel 1. Tabel skematik pin ESP32 DEVKIT V1

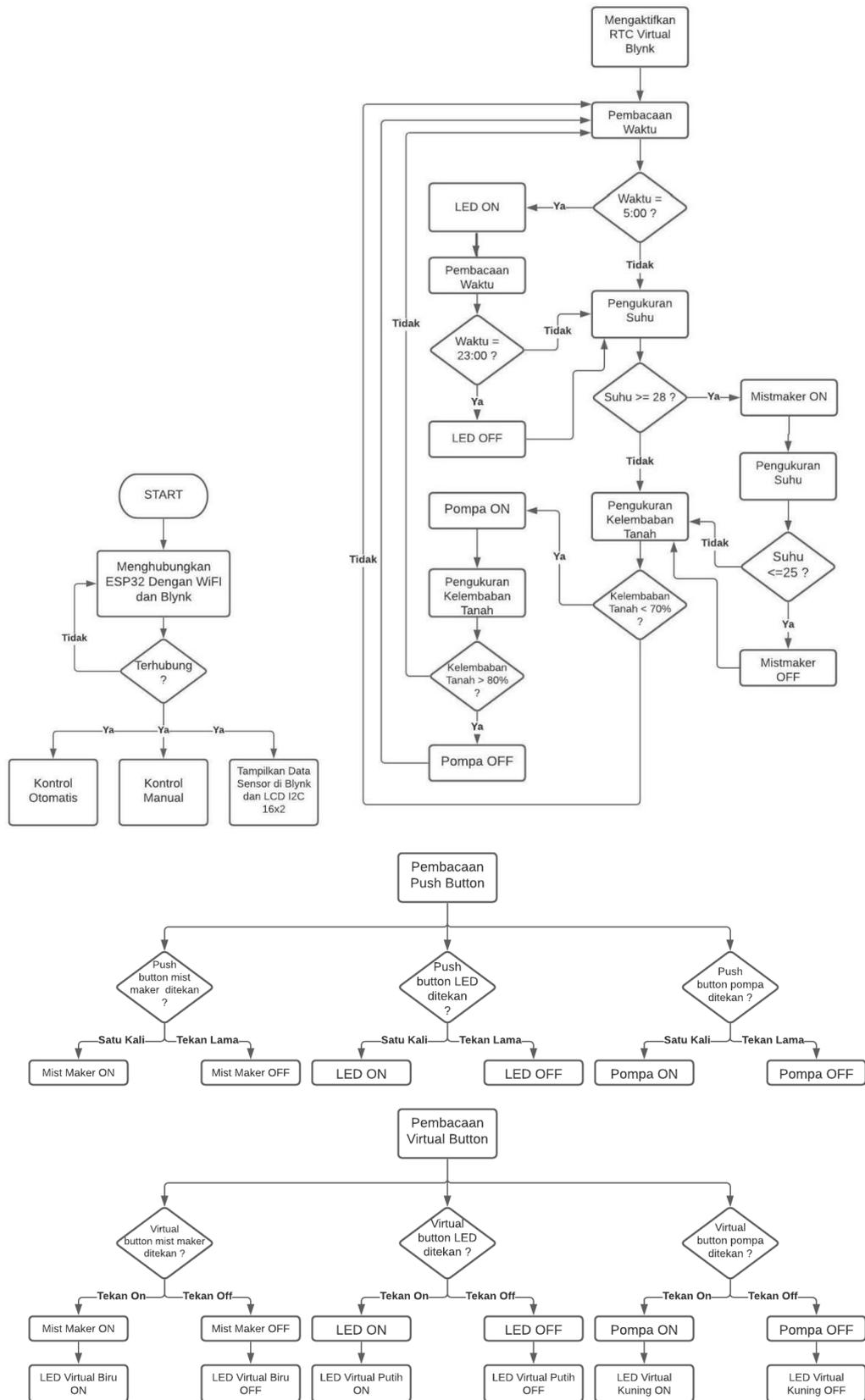
Jenis Pin	Pin ESP32 DEVKIT V1	Terhubung dengan
Power	5v	5V (LCD, DHT11, <i>Capacitive Soil Moisture Sensor</i> , <i>Relay 4-Channel</i>)
	Gnd	Gnd (LCD, DHT11, <i>Capacitive Soil Moisture Sensor</i> , <i>Relay 4-Channel</i> , <i>push button</i> , <i>adaptor</i>)
	Vin	5V (<i>adaptor</i>)
GPIO	2	Data DHT11
	4	IN3 (<i>relay 4 channel</i>)
	12, 14 dan 27	<i>Push Button</i>
	17	IN1 (<i>relay 4 channel</i>)
	19	IN2 (<i>relay 4 channel</i>)
	21 dan 22	SDA dan SCL LCD
	34	Data <i>Capacitive Soil Moisture Sensor</i>

Tabel 2. Pin skematik catu daya

Jenis Pin	Catu daya	Terhubung dengan
Power	5v	5V (Vin ESP32 DEVKIT V1)
	Gnd	Gnd (ESP32 DEVKIT V1, LCD, DHT11, <i>Capacitive Soil Moisture Sensor</i> , <i>Relay 4-Channel</i> , <i>push button</i> , pompa, LED, <i>Mist Maker</i> , Kipas, XL 6009)
	12V	In+ (XL 6009), Vcc (pompa, LED, <i>Mist Maker</i> , Kipas)

Alat ini bekerja untuk memantau suhu udara, kelembaban udara, kelembaban tanah di dalam *greenhouse* yang ditampilkan di LCD dan aplikasi *Blynk* dengan menggunakan internet serta mengendalikan LED putih, pompa air dan *mist maker* yang terhubung ke *relay* secara otomatis. Pengaturan dapat dilakukan manual secara langsung pada kotak mikrokontroler dan secara jarak jauh berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terhubung ke aplikasi *Blynk*.

Penggunaan aplikasi *Blynk* sebagai sistem untuk memonitor dan mengontrol kondisi LED putih, pompa air dan *mist maker*, melalui internet yang terhubung di *smartphone* pengguna. Karena aplikasi ini berbasis IoT maka memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol kondisi *greenhouse* dari jarak jauh. Untuk memantau suhu udara, kelembaban udara, dan kelembaban tanah pada aplikasi *Blynk* digunakan *gauge virtual*, untuk mengendalikan LED putih, pompa air dan *mist maker*. Pada aplikasi *Blynk* menggunakan *push button virtual* dan LED *virtual* sebagai indikator kondisi dari ketiga komponen tersebut. DHT11 akan mendeteksi suhu dan kelembaban udara sedangkan *capacitive soil moisture sensor* akan mendeteksi tingkat kelembaban tanah di dalam *greenhouse* yang kemudian akan dibaca oleh ESP32 untuk ditampilkan pada LCD yang terpasang di kotak mikrokontroler dan aplikasi *Blynk*.



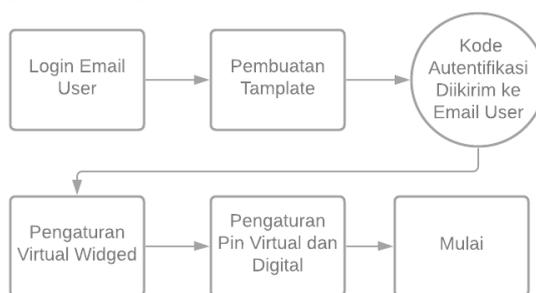
Gambar 5. Flowchart sistem

Data yang didapatkan dari sensor DHT11 digunakan untuk dibandingkan dengan nilai *set point* untuk mengontrol *mist maker* yang akan diaktifkan ketika suhu di dalam *greenhouse* terbaca $\geq 28^{\circ}\text{C}$ dan akan dinonaktifkan ketika suhu yang terbaca $\leq 25^{\circ}\text{C}$. Data yang didapatkan dari *capacitive soil moisture sensor* digunakan sebagai nilai perbandingan untuk mengontrol pompa air untuk penyiraman, di mana saat kelembaban tanah $< 70\%$ maka pompa air akan diaktifkan untuk menyiram tanaman dan akan dinonaktifkan ketika kelembaban tanah $> 80\%$.

Penggunaan *Real Time Clock (RTC) virtual* dari aplikasi *Blynk* adalah agar waktu penyinaran tanaman oleh LED putih dapat dijadwalkan di mana LED akan ON pada pukul 05.00 dan akan OFF pada pukul 23.00. Waktu penyinaran tanaman dilakukan selama 18 jam dalam sehari. *Push button* yang terpasang pada kotak mikrokontroler digunakan untuk mengontrol LED putih, pompa air dan *mist maker*, di mana ketiga komponen tersebut akan aktif ketika *push button* ditekan satu kali dan akan non-aktif saat *push button* ditekan selama tiga detik.

3. Pembuatan *Template Aplikasi Blynk*

Terdapat beberapa tahapan untuk pembuatan *template* pada aplikasi *Blynk*, di mana untuk tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Alur pembuatan *template* aplikasi *Blynk*

Tahapan pembuatan *template* pada aplikasi *Blynk*:

1. Melakukan *login* ke aplikasi *Blynk* dengan menggunakan alamat *email* dan *password* yang sudah terdaftar.
2. Melakukan pembuatan *template* baru dengan klik di bagian tanda tambah di pojok kanan atas, kemudian akan muncul tampilan untuk membuat judul dan juga pemilihan jenis mikrokontroler yang akan dipakai, di mana pada tahap ini digunakan judul "*Smart Indoor Greenhouse*" dan ESP32 tipe Wi-Fi sebagai mikrokontroler yang digunakan.
3. Setelah itu aplikasi *Blynk* akan mengirimkan kode autentifikasi untuk mengakses *template* yang telah dibuat, di mana kode ini akan dimasukkan pada program ESP32.
4. Setelah itu dilakukan *setting widget* dan juga *pin virtual* maupun digital yang digunakan di aplikasi *Blynk*. Untuk *widget* yang digunakan adalah *Gauge*, *Button virtual*, *LED virtual*, dan juga *RTC virtual*. Untuk *pin virtual* dan digital yang digunakan seperti tertera pada Tabel 3.
5. *Template* yang dibuat sudah dapat digunakan dengan menekan tanda segitiga pada pojok kanan atas dan tampilan *run template* akan tampil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

Tabel 3. Konfigurasi pin dan *widget*

<i>Widget</i>	<i>Pin</i>
<i>Gauge</i>	V1 (suhu), V2 (kelembaban udara), V3 (kelembaban tanah)
<i>Button Virtual</i>	D5 (<i>mist maker</i>), D13 (<i>auto</i>), D18 (LED putih), D19 (pompa)
RTC	V0
LED <i>Virtual</i>	V4 (LED putih), V5 (<i>mist maker</i>), V6 (pompa), V7 (<i>auto</i>)

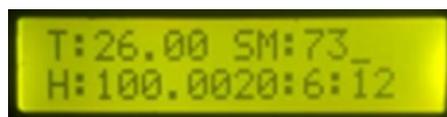


Gambar 7. Tampilan *Blynk*

4. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan di Kabupaten Karawang dengan data iklim yang relatif sama dengan Kota Kupang. Waktu pengujian dilakukan selama 30 hari, terhitung mulai tanggal 9 Januari 2022 sampai dengan tanggal 7 Februari 2022, di mana digunakan empat tanaman selada yang ditanam dengan menggunakan *Smart Indoor Greenhouse IoT* dan empat tanaman selada lainnya ditanam tanpa menggunakan *Smart Indoor Greenhouse IoT*. Hal tersebut bertujuan untuk perbandingan keberhasilan alat yang dirancang, apakah lebih efisien untuk digunakan atau tidak.

Untuk empat tanaman selada yang ditanam tanpa menggunakan *Smart Indoor Greenhouse IoT* diberikan perlakuan yang sama dengan tanaman yang ditanam dengan menggunakan *Smart Indoor Greenhouse IoT* namun perlakuan yang dilakukan secara manual dan tanaman ditanam di luar ruangan yang bertujuan agar tanaman bisa mendapatkan sinar matahari. Gambar 8 menunjukkan tampilan dari LCD I2C 16 × 2 yang menampilkan data dari sensor dan waktu dari RTC *virtual*. Pada tampilan LCD, indikator “T” adalah hasil pembacaan sensor suhu udara, indikator “H” untuk data sensor kelembaban udara, dan indikator “SM” untuk data kelembaban tanah didalam *greenhouse*.



Gambar 8. Tampilan LCD

Dari pengujian alat selama 30 hari didapatkan hasil berupa data pembacaan sensor DHT11 dan *capacitive soil moisture sensor*, yang dibandingkan dengan data suhu dan kelembaban udara pada Kabupaten Karawang serta data kelembaban tanah di dalam *greenhouse* di mana hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4. Dari data pada Tabel 4, suhu di dalam *greenhouse* rata-rata minimal 24,4°C, suhu maksimal 27,2°C dan suhu rata-rata 25,8°C. Untuk Kabupaten Karawang, suhu rata-rata minimal adalah 24°C, rata-rata maksimal 30,77°C, dan suhu rata-rata harian 27,383°C.

Tabel 4. Data hasil pengujian

Tgl. (Tahun 2022)	Suhu (°C)						Kelembaban Udara (%)						Kelembaban Tanah (%Rh)		
	Greenhouse			Kab Karawang			Greenhouse			Kab Karawang			Greenhouse		
	Min	Max	Rata"	Min	Max	Rata"	Min	Max	Rata"	Min	Max	Rata"	Min	Max	Rata"
09/01	24,0	26,0	25,0	24,0	31,0	27,5	90	96,0	93,0	75,0	95,0	85,0	73,0	87,0	80,0
10/01	24,0	25,0	24,5	24,0	31,0	27,5	80	95,0	87,5	70,0	96,0	83,0	89,0	98,0	93,5
11/01	24,0	27,0	25,5	24,0	32,0	28,0	93	97,0	95,0	65,0	80,0	72,5	85,0	100,0	92,5
12/01	24,0	28,0	26,0	23,0	31,0	27,0	95	100,0	97,5	78,0	95,0	86,5	82,0	98,0	90,0
13/01	24,0	27,0	25,5	24,0	30,0	27,0	94	98,0	96,0	60,0	80,0	70,0	75,0	88,0	81,5
14/01	24,0	27,0	25,5	24,0	31,0	27,5	97	100,0	98,5	65,0	95,0	80,0	87,0	97,0	92,0
15/01	24,0	26,0	25,0	23,0	30,0	26,5	96	100,0	98,0	60,0	90,0	75,0	84,0	100,0	92,0
16/01	25,0	26,0	25,5	24,0	31,0	27,5	98	100,0	99,0	70,0	98,0	84,0	76,0	100,0	88,0
17/01	24,0	28,0	26,0	24,0	32,0	28,0	91	100,0	95,5	70,0	95,0	82,5	71,0	94,0	82,5
18/01	25,0	28,0	26,5	24,0	29,0	26,5	86	100,0	93,0	60,0	90,0	75,0	80,0	100,0	90,0
19/01	24,0	27,0	25,5	25,0	32,0	28,5	89	100,0	94,5	60,0	85,0	72,5	73,0	100,0	86,5
20/01	24,0	26,0	25,0	23,0	29,0	26,0	86	100,0	93,0	75,0	95,0	85,0	73,0	90,0	81,5
21/01	24,0	27,0	25,1	23,0	30,0	26,5	84	99,0	96,5	70,0	100,0	85,0	74,0	100,0	87,0
22/01	24,0	26,0	25,0	25,0	30,0	27,5	96	100,0	98,0	69,0	93,0	81,0	71,0	98,0	84,5
23/01	24,0	28,0	26,0	24,0	31,0	27,5	82	98,0	90,0	65,0	98,0	81,5	65,0	90,0	77,5
24/01	24,0	27,0	25,5	25,0	33,0	29,0	85	96,0	90,5	60,0	89,0	74,5	67,0	95,0	81,0
25/01	26,0	29,0	27,5	24,0	31,0	27,5	82	97,0	89,5	66,0	100,0	83,0	70,0	97,0	83,5
26/01	24,0	27,0	25,5	24,0	30,0	27,0	79	100,0	89,5	68,0	91,0	79,5	80,0	94,0	87,0
27/01	26,0	28,0	27,0	25,0	32,0	28,5	74	95,0	84,5	64,0	90,0	90,0	68,0	98,0	83,0
28/01	24,0	29,0	26,5	24,0	31,0	27,5	74	97,0	85,5	62,0	100,0	81,0	78,0	96,0	87,0
29/01	26,0	29,0	27,5	24,0	31,0	27,5	82	97,0	89,5	69,0	97,0	83,0	76,0	98,0	87,0
30/01	25,0	28,0	26,5	23,0	32,0	27,5	77,0	94,0	85,5	60,0	90,0	75,0	80,0	100,0	90,0
31/01	26,0	28,0	27,0	24,0	32,0	28,0	79,0	97,0	86,5	65,0	98,0	81,5	71,0	95,0	83,0
01/02	24,0	28,0	26,0	24,0	31,0	27,5	80,0	97,0	88,5	68,0	95,0	81,5	78,0	94,0	86,0
02/02	24,0	27,0	25,5	24,0	31,0	27,5	84,0	98,0	90,5	66,0	98,0	82,0	69,0	98,0	83,5
03/02	24,0	26,0	25,0	24,0	31,0	27,5	90,0	97,0	94,0	67,0	96,0	81,5	78,0	97,0	87,5
04/02	24,0	28,0	26,0	24,0	30,0	27,0	94,0	97,0	95,5	71,0	100,0	85,5	65,0	88,0	76,5
05/02	24,0	27,0	25,5	24,0	29,0	26,5	92,0	97,0	94,5	67,0	100,0	83,5	68,0	81,0	74,5
06/02	25,0	27,0	26,0	25,0	30,0	27,5	93,0	99,0	96,0	65,0	98,0	81,5	69,0	80,0	74,5
07/02	24,0	27,0	25,5	24,0	29,0	26,5	88,0	100,0	94,0	72,0	96,0	84,0	66,0	85,0	75,5
Rata-rata	24,4	27,2	25,8	24,0	30,77	27,383	87,0	97,93	92,633	66,73	94,1	80,85	74,7	94,53	84,617

Untuk kelembaban udara di dalam *greenhouse* rata-rata minimal 64,73%, rata-rata maksimal 97,93%, dan rata-rata 92,633%. Untuk Kabupaten Karawang rata-rata minimal 87%, rata-rata maksimal 94,1%, dan rata-rata 80,85%. Dapat dilihat suhu dan kelembaban udara di dalam *greenhouse* lebih baik untuk pertumbuhan selada karena masuk dalam syarat pertumbuhan selada di mana suhu harus berkisar di antara 25°C-28°C. Selain itu, untuk kelembaban tanah rata-rata minimal 74,7% RH, rata-rata maksimal 94,53% RH, dan

rata-rata harian 84,617% RH di mana kelembaban tanah di dalam *greenhouse* cukup sebagai syarat pertumbuhan selada di mana membutuhkan kelembaban tanah berkisar 80%RH-100%RH.

Perhitungan rata-rata per hari dan rata-rata akhir pada Tabel 4 menggunakan rumus:

$$\text{Rata - rata perhari} = \frac{\text{Min+Max}}{2} \quad (1)$$

$$\text{Rata - rata akhir} = \frac{\text{Jumlah nilai per baris}}{30} \quad (2)$$

Pengujian ini juga menghasilkan perbandingan antara empat tanaman selada yang ditanam menggunakan alat ini dan empat tanaman selada yang ditanam tanpa menggunakan alat ini di mana dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil selada tanpa menggunakan *smart indoor greenhouse IoT* (kiri) dan hasil selada menggunakan *smart indoor greenhouse IoT* (kanan)

Gambar 9 (kiri) merupakan hasil selada yang ditanam tanpa menggunakan alat, di mana banyak daun rata-rata tanaman berkisar 11-13 daun, namun daun yang dihasilkan kecil, memiliki batang dengan tinggi berkisar 25cm-28cm dan panjang akar berkisar 4cm-8cm. Sementara itu, Gambar 9 (kanan) merupakan hasil selada yang menggunakan alat ini, di mana selada yang dihasilkan memiliki jumlah daun yang lebih banyak dan lebih lebar, jumlah daunnya berkisar 11-14 daun, tanaman juga memiliki tinggi 20cm-25cm dan panjang akar berkisar 6cm-10cm. Hasil selada dengan menggunakan alat ini juga memiliki tinggi tanaman yang lebih pendek namun memiliki akar yang lebih panjang dibandingkan hasil tanpa menggunakan alat ini.

5. Kesimpulan

Pada penelitian ini dirancang sebuah *prototype smart indoor greenhouse IoT*. Pendeteksian suhu dan kelembaban udara dalam *greenhouse* menggunakan sensor DHT11 dan pendeteksian kelembaban tanah menggunakan *capacitive soil moisture sensor* di mana hasil pendeteksian tersebut ditampilkan di LCD I2C 16×2 dan di aplikasi *Blynk* dengan menggunakan *gauge virtual*. Saat kelembaban tanah kurang dari 70%, pompa air akan diaktifkan untuk menyiram tanaman dan akan dinonaktifkan ketika kelembaban tanah lebih dari 80%. Alat ini juga memungkinkan untuk melakukan kontrol suhu, kelembaban tanah, dan penyiraman otomatis maupun manual menggunakan *push button* yang

terpasang di kotak *controller* dan menggunakan *button virtual* pada aplikasi *Blynk*. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa alat ini bekerja sesuai rancangan di mana suhu di dalam *greenhouse* memiliki suhu yang cocok, kelembaban tanah yang cukup, dan waktu penyinaran yang cukup untuk proses pertumbuhan selada. Hasil tanaman selada yang ditanam menggunakan alat ini memiliki daun yang lebih banyak dan lebar, tinggi tanaman yang lebih pendek dan akar yang lebih panjang dibandingkan tanaman selada yang ditanam tanpa menggunakan alat ini.

Daftar Pustaka

- [1] Arsitur Studio, "Pengertian Greenhouse (Rumah Kaca) dan Manfaatnya," Arsitur.com. <https://www.arsitur.com/2019/05/pengertian-greenhouse-rumah-kaca.html>, (accessed Feb. 6, 2022)
- [2] Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur, "Suhu Udara Menurut Kabupaten/Kota (Dalam Drajat Celcius), 2018-2020," ntt.BPS.go.id. <https://ntt.bps.go.id/indicator/151/958/1/suhu-udara-menurut-kabupaten%20kota.html> (accessed Feb. 6, 2022)
- [3] Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur, "Kelembaban Menurut Kabupaten/Kota (Persen), 2018-2020," ntt.BPS.go.id. <https://ntt.bps.go.id/indicator/151/959/1/kelembaban-menurut-kabupaten-kota.html>(accessed Feb. 6, 2022)
- [4] L. Zuhaida, "Pertumbuhan dan hasil selada (*Lactuca sativa* L.) hidroponik diperkaya Fe," Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 2011.
- [5] MistingPros., "Greenhouse Cooling," Mistingpros.com, <https://www.mistingpros.com/greenhouse-misting-systems/> (accessed Feb. 6, 2022)
- [6] H. Mulima, "Pengaruh penambahan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman selada (*Lactuca Sativa* L.) menggunakan media tanam tanah dan hidroponik rakit apung," Tesis Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, 2016.
- [7] A.R. Restiani, "Pengaruh jenis lampu terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman selada (*Lactuca Sativa* L.) dalam sistem hidroponik indoor," Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Lampung, 2015.
- [8] Plasticsandtools, "Spektrum Cahaya yang Dibutuhkan untuk Fotosintesis," Aquascapedecor.blogspot.com. <http://aquascapedecor.blogspot.com/2015/05/spektrum-cahaya-yang-dibutuhkan-untuk.html> (accessed Feb. 6, 2022)
- [9] A. Ramadhan, "Smart glasshouse system supported by global system for mobile communications and internet of things: case study: tomato plant," *Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 15, no. 10, pp. 3067–3081, 2020.
- [10] R. Zhao, S. Ma, Y. Ding, "Greenhouse monitoring system based on Android platform," In Proceedings of the 2018, International Conference on Big Data and Internet of Things (Beijing, China) (BDIOT 2018), Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, pp. 153–156. <https://doi.org/10.1145/3289430.3289444>
- [11] G.M. Bonde, D.P.M. Ludong, M.E.I. Najoan, "Smart agricultural system in Greenhouse based on Internet of Things for lettuce (*Lactuca sativa* L.)," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 10, no. 1, hal. 9-16, 2021.

- [12] U. Ristian, I. Ruslianto, K. Sari, "Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT)," *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, vol. 8, No. 1, 2022.
- [13] Espressif Systems, ESP32 Series Datasheet, https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf (accessed Jul. 27, 2022)
- [14] 400KHz 60V 4A Switching Current Boost / Buck-Boost / Inverting DC/DC Converter, <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1132229/XLSEMI/XL6009E1.html>, (accessed July 27, 2022)

