



Sistem Otomatisasi *Plant Factory* dengan Tiga Jenis Tanaman Sayuran Berbeda Berbasis Mikrokontroler dan Android

Hafizh Ramli¹, Lathifah Arief²

^{1,2}Jurusan Teknik Komputer, FTI Universitas Andalas Limau Manis Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163 Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 14 Februari 2021

Revisi Akhir: 30 April 2021

Diterbitkan Online: 30 April 2021

KATA KUNCI

Arduino Mega, DHT22 Sensor, DC Fan, Grow LED, Ultrasonic Humidifier, RTC DS3231, MicroSD Module, Spinach, Lettuce, Mustard

KORESPONDENSI

Phone: +6285355601282

E-mail: hafizhramli@gmail.com

A B S T R A C T

Plant Factory is a technology concept that facilitates the formation of an environment that is suitable and good for plant growth, easy to control, does not require a large area of land, and is applied indoors so that it is not affected by outdoor weather conditions. Therefore created a system that automatically controls and monitors environmental conditions such as temperature, humidity and light. This system uses Arduino mega 2560 as a microcontroller, DHT22 temperature and humidity sensors to assess room temperature and humidity, RTC as an indicator of plant irradiation time, a micro SD module as data storage for sensors and actuators, and a Bluetooth module as a medium for data transmission. This actuator consists of a fan to control temperature, a humidifier to control humidity and an LED as a substitute for lighting plants. There are three plants as samples for testing the Plant Factory system, namely spinach, lettuce and mustard greens with each Plant Factory system for these plants. All temperature, humidity and actuator conditions can be monitored via the Android application. The plant factory automation system with three types of vegetable plants based on microcontroller and android is successfully running according to its function.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis. Hal ini membuat cuaca di Indonesia mengalami perubahan yang sangat mempengaruhi kondisi lingkungan pada sektor pertanian. Sebagai akibatnya, pada musim kemarau panjang, lahan menjadi tandus dan suhu di udara naik. Sedangkan pada musim hujan, curah hujan yang tinggi menimbulkan genangan pada lahan pertanian [1]. Musim hujan yang tinggi mengakibatkan tanaman hortikultura mudah terserang berbagai macam penyakit dan virus, akibatnya harga komoditas hortikultura naik, selain itu harga pestisida untuk mengusir hama tanaman juga menjadi naik [2]. Hortikultura ini adalah kegiatan bertanam seperti sayuran, buah-buahan dan tanaman hias yang ditanam di lahan perkebunan atau pekarangan [3]. Selain faktor cuaca, kesediaan lahan untuk tanaman hortikultura juga menjadi masalah tersebut.

Cara untuk mencegah kegagalan panen akibat kondisi cuaca ekstrem dan keterbatasan lahan tersebut, dibutuhkan suatu teknologi yang dapat mengurangi dampak atau akibat dari kondisi tersebut. Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan kondisi

cuaca ekstrem dan keterbatasan lahan pada sektor pertanian tersebut adalah Plant Factory.

Plant factory merupakan suatu konsep teknologi yang memfasilitasi terbentuknya lingkungan yang tepat dan baik bagi pertumbuhan tanaman, mudah dikontrol, tidak membutuhkan lahan yang luas, dan diterapkan di dalam ruangan sehingga tidak terpengaruh oleh kondisi cuaca di luar ruangan [4]. Konsep plant factory berbeda dengan rumah kaca (green house). Rumah kaca (green house) berfokus pada konsep bangunan untuk pertanian yang membuat tanaman terisolir dari kondisi ekstrim lingkungan luar [5]. Rumah kaca (green house) adalah bangunan semi lingkungan yang memanfaatkan energi cahaya matahari, sedangkan, untuk smart green house merupakan sebuah metode pertanian berupa rumah kaca (green house) yang telah menggabungkan antara teknologi dengan pertanian rumah kaca (green house) [6]. Smart green house ini adalah bangunan semi lingkungan yang cahaya, suhu dan kelembabannya dikontrol dengan teknologi. Sedangkan Plant Factory membuat fasilitas di dalam ruangan untuk mencapai pencahayaan stabil, suhu dan kelembaban relatif yang baik bagi tanaman tanpa pengaruh kondisi luar [7]. Jadi, rumah kaca (green house) ini sebuah konsep

rumah tanaman dengan artian membutuhkan bangunan tersendiri untuk tanaman, bersifat semi lingkungan, smart green house ini sebuah konsep rumah tanaman yang telah digabungkan dengan teknologi, untuk kedua jenis ini membutuhkan energi lingkungan sedangkan untuk plant factory ini tidak membutuhkan bangunan khusus tanpa bersifat semi lingkungan dan dapat ditempatkan dalam ruangan tetapi membutuhkan banyak energi listrik [8].

Berikut beberapa penelitian tentang penerapan Plant Factory yang telah dilakukan. Di dalam jurnal yang berjudul “Pengontrolan Suhu Dan Kelembaban (Rh) Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai Merah (*Capsicum Annuum* L.) pada Plant Factory”, Dewi Maya Maharani, dan kawan-kawan dari Universitas Brawijaya telah menerapkan konsep Plant Factory yang fokus melakukan pengontrolan suhu dan kelembaban pada tanaman cabai [9]. Ryan Maulana Abdul Hakim pada jurnalnya yang berjudul “Rancang Bangun Plant Factory untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Rapa* var. *Parachinensis*) dengan Menggunakan Light Emitting Diode Merah dan Biru” menggunakan sumber cahaya buatan untuk membuat tumbuhan sawi hijau tumbuh dengan baik [10]. Sedangkan Masashi Sugano dalam jurnalnya “Elemental Technologies for Realizing a Fully-Controlled Artificial Light-Type Plant Factory” mengaplikasikan cahaya buatan secara penuh [11].

Ketiga penelitian di atas masih berfokus pada penerapan Plant Factory untuk satu jenis tanaman tertentu dengan kebutuhan kondisi lingkungan tertentu pula. Sedangkan saat ini, muncul trend dan kebutuhan bahwa wirausaha pertanian berskala kecil dan menengah (rumahan) diharapkan dapat memproduksi sayuran dan buah dengan mengkombinasikan penanaman beberapa jenis tanaman sayur maupun buah dalam area tanam yang sama. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian yang berfokus pada pengembangan Plant Factory untuk beberapa jenis tanaman sekaligus.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, nampak bahwa salah satu pendekatan solusi di bidang pertanian adalah dengan penanaman beberapa tanaman sekaligus dengan pengaturan stabilitas kondisi lingkungan tanam seperti suhu, kelembaban dan pencahayaan dilakukan dengan konsep Plant Factory. Oleh karena itu, melalui proposal ini, penulis ingin mengusulkan penelitian dengan judul “Sistem Otomatisasi Plant Factory dengan Tiga Jenis Tanaman Sayuran Berbeda Berbasis Mikrokontroler dan Android”

LANDASAN TEORI

Plant Factory

Plant Factory adalah sebuah konsep membuat suatu fasilitas yang memungkinkan membentuk suatu lingkungan yang baik bagi pertumbuhan tanaman dan lingkungan tersebut yang mudah dikontrol serta diatur. Semua faktor pertumbuhan seperti cahaya, suhu, kelembaban, diatur untuk pertumbuhan tanaman yang baik [4].



Gambar 1. Plant Factory

Arduino Mega 2560

Arduino adalah sebuah kit atau papan elektronik yang dilengkapi dengan perangkat lunak *open source* yang menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega dan berfungsi sebagai pengendali mikro single-board yang dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang yang dirilis oleh Atmel. *Hardware*nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*nya memiliki bahasa pemrograman sendiri dengan menggunakan Arduino IDE [11].



Gambar 2. Arduino Mega 2560

Lampu Grow LED

Light Emitting Diode (LED) adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik atau biasa diartikan sebagai dioda yang memancarkan cahaya bila dialirkan arus listrik. Semikonduktor adalah material yang dapat bertindak sebagai konduktor dan isolator [12].



Gambar 4. Grow LED

Switch Power Supply Unit

Power Supply Unit atau disingkat dengan PSU adalah komponen komputer yang berfungsi untuk memberikan daya DC ke komponen lain dalam komputer. *Power Supply Unit* dirancang untuk dapat mengkonversi arus listrik bolak-balik (AC 220- 240V) menjadi arus DC tegangan rendah untuk dapat dikonsumsi oleh komponen internal komputer. Untuk sistem komputer rumah daya yang dibutuhkan berada pada rentang daya 300W sampai 500W, dan untuk efisiensi listrik komputer pada umumnya sekitar sekitar 70-75 % efisien. Motherboard memiliki beberapa tegangan utama seperti 12V, 5V dan 3.3 V agar dapat mendukung kinerja dan digunakan untuk menjalankan fungsi-fungsi sistem [13].



Gambar 5. Switch Power Supply



Gambar 8. Kipas Angin DC

Real Time Clock (RTC) SD3231

RTC (*Real Time Clock*) adalah sebuah *chip* dengan konsumsi daya rendah. *Chip* ini mempunyai kode *binary* (BCD), jam atau kalender, 56 byte NV SRAM dan komunikasi antarmuka menggunakan serial *two wire*. RTC menyediakan data dalam bentuk detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, tahun dan informasi yang dapat diprogram [14].



Gambar 6. Modul RTC DS3231

Relay

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. Komponen ini memiliki sebuah kumparan tegangan-rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah armatur besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Armatur ini terpasang pada sebuah tuas berpegas, ketika armatur tertarik menuju ini, kontak jalur bersama akan berubah posisinya dari kontak normal-tertutup ke kontak normal-terbuka.

Relay dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus *interface* antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem *power supply*-nya [15].



Gambar 7. Relay

Kipas Angin DC

Fungsi yang umum dari kipas angin adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Kipas angin tersebut berfungsi untuk menjaga suhu udara agar tidak melewati batas suhu yang ditetapkan. Kipas angin dapat dikontrol kecepatan hembusannya dengan 3 cara yaitu menggunakan pemutar, tali penarik serta *remote control*. Perputaran baling-baling kipas angin dibagi dua yaitu centrifugal (angin mengalir searah dengan poros kipas) dan axial (angin mengalir secara paralel dengan poros kipas). Pada alat ini digunakan kipas DC yang dipakai memiliki tegangan sebesar 12V DC [16].

Ultrasonic Humidifier

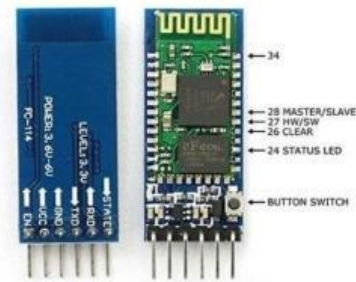
Ultrasonic humidifier adalah alat yang berfungsi untuk meningkatkan kelembaban udara. *Humidifier* menghasilkan kabut di udara, sehingga menciptakan kelembaban yang diperlukan untuk lingkungan atau suasana sehat dan menjaga suhu untuk tetap seimbang. *Humidifier* (mesin pelembab) menambahkan kelembaban udara menggunakan frekuensi tinggi getaran suara. Getaran-getaran tersebut membuat kabut halus di udara [17].



Gambar 9 Ultrasonic Humidifier

Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah protokol komunikasi wireless yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 Ghz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, handphone dan lain-lain. Salah satu hasil contoh modul *bluetooth* yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05. Modul *bluetooth* HC-05 merupakan salah satu modul *bluetooth* yang dapat ditemukan di pasaran dengan harga yang relatif murah. Modul *bluetooth* HC-05 terdiri dari enam pin konektor dengan setiap pin konektor memiliki fungsi yang berbeda-beda [18].



Gambar 10. Modul Bluetooth

Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22

DHT22 merupakan sensor pengukur suhu dan kelembaban relatif dengan keluaran berupa sinyal digital serta memiliki 4 pin yang terdiri dari power supply, data signal, null, dan ground. Komponen ini memiliki akurasi yang lebih baik daripada DHT11 dengan galat relatif pengukuran suhu 4% dan kelembaban 18%. Komponen untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara [19].



Gambar 3. Sensor DHT22

Modul *Micro SD*

Modul *micro SD* merupakan modul untuk mengakses *micro SD* untuk pembacaan maupun penulisan data dengan menggunakan sistem antarmuka SPI (*Serial Parallel Interface*). Modul ini cocok untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan media penyimpan data seperti sistem absensi, sistem antrian, maupun sistem aplikasi data logging lainnya. Bentuk dari modul *micro SD* dapat dilihat seperti gambar di bawah ini.

Micro SD card itu sendiri adalah kartu memori yang pada umumnya berukuran 11×15 mm, dengan berbagai ukuran kapasitas yang digunakan untuk keperluan penyimpanan data maupun pembacaan data yang sudah ada di dalamnya [20].

Aplikasi *Mobile*

Aplikasi *Mobile* adalah proses pengembangan aplikasi untuk perangkat genggam seperti PDA, asisten digital perusahaan atau telepon genggam. Aplikasi ini sudah ada pada telepon selama manufaktur, atau di *download* oleh pelanggan dari toko aplikasi dan dari distribusi perangkat lunak *mobile* platform yang lain.

Sistem aplikasi *mobile* merupakan aplikasi yang dapat digunakan walaupun pengguna berpindah dengan mudah dari satu tempat ketempat lain tanpa terjadi pemutusan atau terputusnya komunikasi. Saat ini sudah banyak sistem operasi yang mendukung aplikasi *mobile*, seperti Windows phone, dan Android. Android adalah sistem operasi untuk *mobile device* yang awalnya dikembangkan oleh Android Inc. Perusahaan ini kemudian dibeli oleh Google pada tahun 2005. Android dibuat berdasarkan kernel Linux yang dimodifikasi.

Android menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh bermacam piranti bergerak. Android menyediakan android SDK yang dapat dengan mudah dipadukan dengan *Integrated Development Environment* [21].

Android ini yang berfungsi sebagai media untuk instalasi software yang telah dirancang dan diinstal untuk sebagai control atau monitoring sistem [22].



Gambar 12 Android

Objek Tanaman

Bayam (Amaranthus Spp)

Bayam banyak ditanam di dataran rendah hingga menengah, terutama pada ketinggian antara 5—2.000 meter dari permukaan laut (dpl).

Kebutuhan suhu	: 20 – 30 C.
Kebutuhan kelembaban	: 60 – 80 %.
Lama penyinaran	: 12 – 14 jam.

Bayam tumbuh baik jika ditanam di lahan terbuka dengan sinar matahari penuh atau berawan dan tidak tergenang air [23].



Gambar 13. Bayam

Selada (Lactuca Sativa L)

Daerah yang cocok untuk penanaman selada yaitu daerah pada ketinggian 500—2.000 m dpl.

Kebutuhan suhu	: 15 - 20° C.
Kebutuhan kelembaban	: 80 – 90 %.
Lama penyinaran	: 14 – 16 jam.

Tanaman selada peka terhadap hujan, kelembaban tinggi, dan air yang menggenang. Kondisi tersebut menyebabkan tanaman mudah terkena penyakit [24].



Gambar 14. Selada

Sawi (Brassica chinensis var. parachinensis)

Daerah yang cocok untuk menanam sawi yaitu daerah dengan ketinggiannya 1000 – 1200 m dpl.

Kebutuhan suhu	: 19 – 21°C.
Kebutuhan kelembaban	: 80 – 90 %.

Lama penyinaran : 10 – 13 jam.

Beberapa varietas sawi ada yang tahan terhadap suhu panas, dapat tumbuh dan berproduksi baik di daerah yang suhunya antara 27°C-32°C [25].



Gambar 15 Sawi

Rumus Persentase Error Sistem

Mencari nilai persentase error dari sistem dapat digunakan dengan rumus seperti yang di bawah ini.

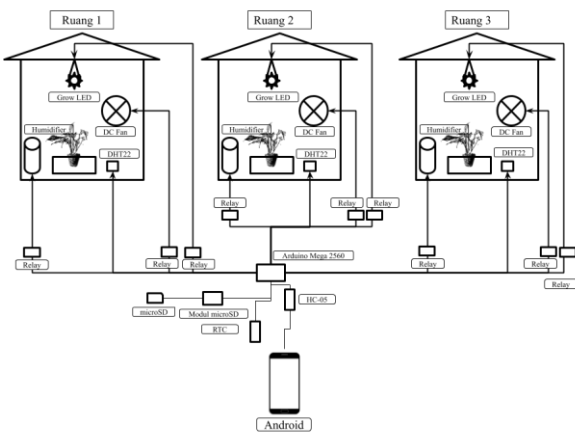
$$\text{Persentase Error Sensor} = \frac{|\text{Nilai Hygrometer} - \text{Nilai Kelembaban DHT22}|}{\text{Nilai Thermometer}} \times 100\%$$

Setelah didapatkan nilai Persentase Error Sensor, kemudian dimasukkan ke dalam rumus di bawah ini.

$$\text{Rata - Rata Persentase Error} = \frac{\sum \text{Total Persentase Error}}{\sum \text{Data Percobaan}}$$

METODE PENELITIAN

Rancangan Umum Sistem

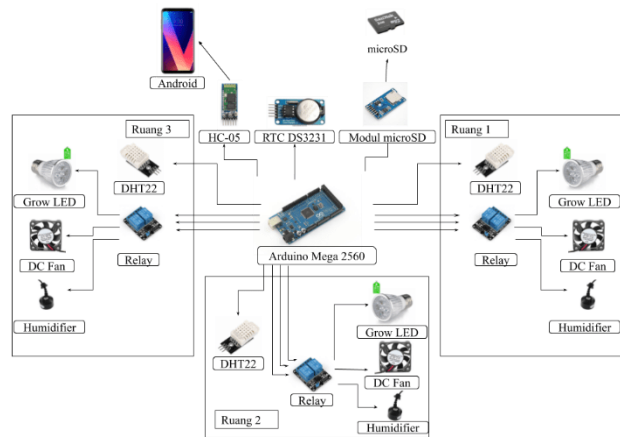


Gambar 16. Diagram Rancangan Umum Sistem

Rancangan umum sistem ini dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai sistem yang akan dibangun secara menyeluruh. Pada perancangan sistem ini, terdapat tiga ruang yang diberi nama ruangan satu (tanaman bayam), dua (tanaman selada), dan tiga (tanaman sawi). Setiap ruangan memiliki sensor DHT22, kipas angin DC, humidifier, Grow LED dan jenis tanaman. Dari tiga ruangan tersebut menggunakan pengontrolan satu mikrokontroler yaitu Arduino Mega, satu buah Bluetooth HC-05 sebagai media komunikasi yang terhubung pada android,

satu buah RTC sebagai jam, dan satu buah microSD penyimpanan data sistem.

Rancangan Perangkat Keras Sistem

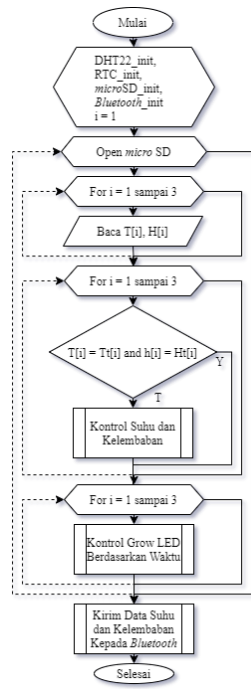


Gambar 17. Rancangan Perangkat Keras Sistem

Mikrokontroler Arduino Mega akan menerima masukan data suhu dan kelembaban dari sensor DHT22 pada setiap ruangan. Setelah pembacaan tersebut dilakukan, akan diterapkan kontrol suhu dan kelembaban yang sesuai dengan karakteristik tanaman yang dibutuhkan, terkait dengan aktivasi kipas DC dan humidifier. RTC berfungsi untuk mengatur aktivasi dan durasi waktu dalam pengontrolan pencahayaan pada Grow LED dengan jadwal-jadwal yang telah ditentukan. Hasil pembacaan suhu dan kelembaban ruangan tersebut akan dikirimkan melalui media komunikasi bluetooth HC-05 ke perangkat mobile smartphone pengguna dan disimpan pada micro SD yang telah disiapkan.

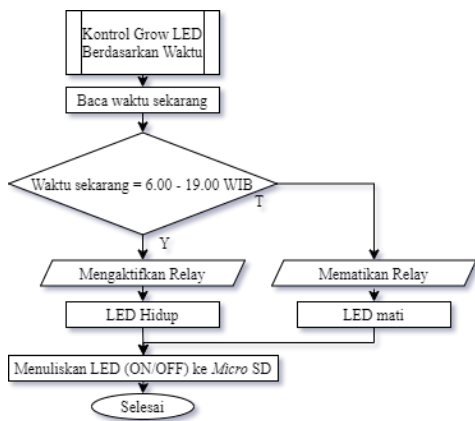
Rancangan Perangkat Lunak Sistem

Rancangan perangkat lunak ini ditampilkan dalam alur diagram atau flowchart proses yang akan dilakukan. Flowchart ini adalah rancangan secara umum yang terdiri dari beberapa fungsi mencakup proses pencahayaan secara periodik, proses pengiriman Bluetooth dan proses kontrol suhu dan kelembaban.

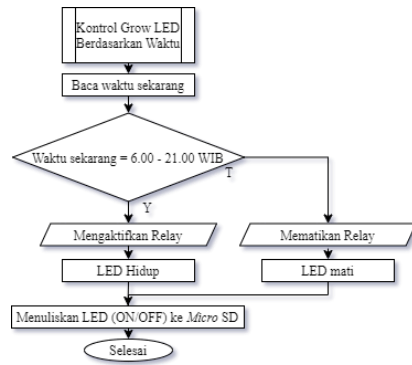


Gambar 18. Rancangan Proses Secara Umum

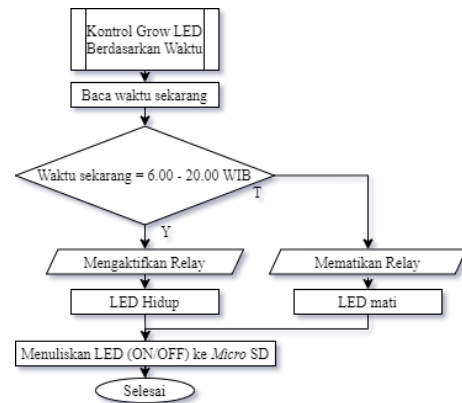
Pada *flowchart* di atas di gambarkan secara umum, yang mana DHT_init berarti inisialisasi DHT, RTC_init berarti inisialisasi RTC, BL_init berarti *Bluetooth* dan i=1 berarti jumlah ruangan. Bagian proses T[i] sebagai suhu, h[i] sebagai kelembaban, Tt[i] sebagai suhu yang dibutuhkan dan Ht[i] sebagai kelembaban yang dibutuhkan. Rancangan proses umum ini terdiri dari tiga prosedur yaitu kontrol suhu dan kelembaban, kontrol *Grow LED* berdasarkan waktu dan pengiriman data suhu dan kelembaban kepada *Bluetooth*.



Gambar 19. Rancangan Proses Kontrol Grow LED Tanaman Bayam

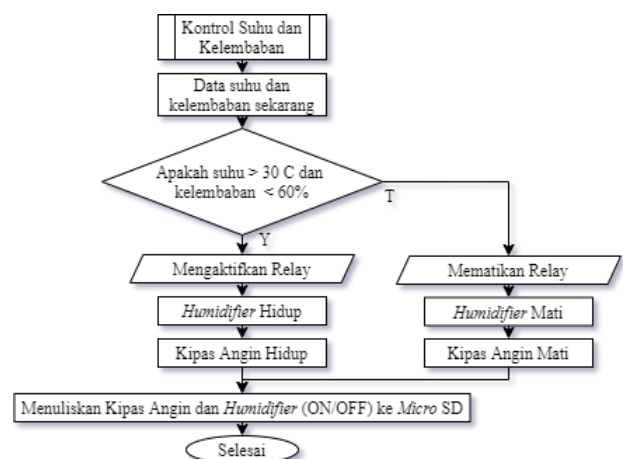


Gambar 20. Rancangan Proses Kontrol Grow LED Tanaman Selada

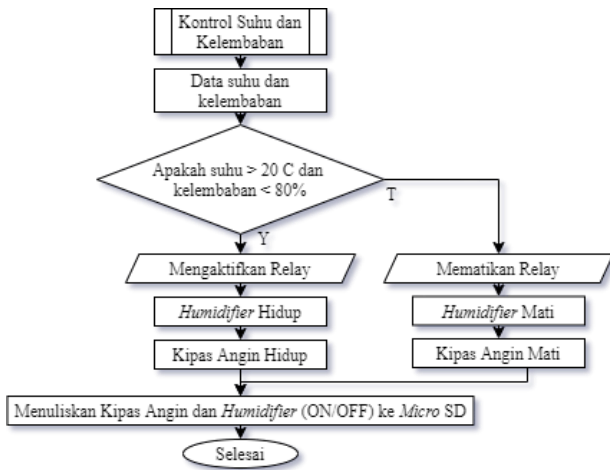


Gambar 21. Rancangan Proses Kontrol Grow LED Tanaman Sawi

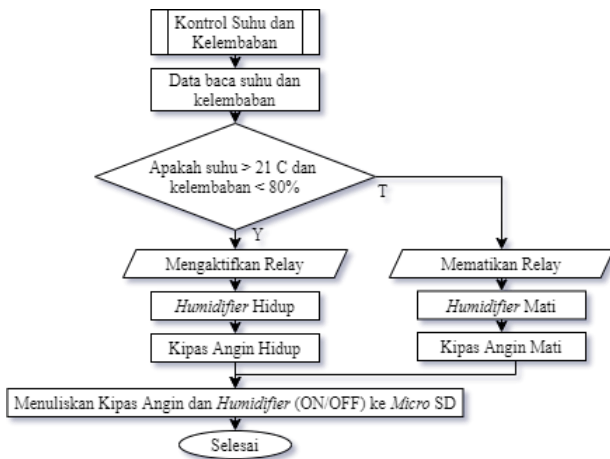
Grow LED ini akan dibuat otomatisasi cahaya buatan yang hampir meniru cahaya matahari tanpa halangan. Kebutuhan fotoperioditas berbeda untuk setiap tanaman, untuk tanaman bayam selama 12 – 14 jam, tanaman selada selama 14 – 16 jam dan tanaman sawi 10 – 13 jam.



Gambar 22. Rancangan Proses Pengontrolan Suhu dan Kelembaban Tanaman Bayam

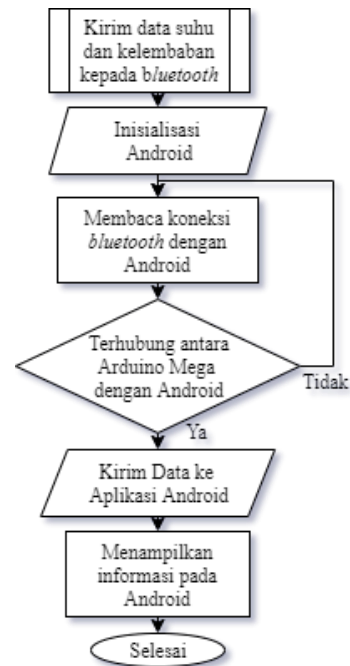


Gambar 23. Rancangan Proses Pengontrolan Suhu dan Kelembaban Tanaman Selada



Gambar 24. Rancangan Proses Pengontrolan Suhu dan Kelembaban Tanaman Sawi

Perancangan suhu dan kelembaban berbeda untuk setiap kebutuhan tanaman, untuk tanaman bayam dengan suhu 20 – 30°C, kelembaban besar dari 60 % dan tidak melebihi 80 %, tanaman selada dengan suhu 15 – 20°C, kelembaban 80 – 90 % dan tanaman sawi dengan suhu 19 – 21°C, kelembaban 80 – 90 %.



Gambar 25. Rancangan Proses Pengiriman Data dari Bluetooth ke Android

Rancangan proses konektivitas *bluetooth* di atas, dilakukan inisialisasi android yang akan dicari, kemudian membaca konektivitas *Bluetooth* dengan *Android*. Kondisi terhubung antara *Arduino Mega* dengan *Android* jika terhubung maka berhasil dan jika tidak dilakukan pengulangan konektivitas.

Rancangan Aplikasi Android

Perancangan antarmuka aplikasi android ini untuk memonitoring suhu dan kelembaban dari *Plant Factory* tiga ruang tersebut. Hasil monitoring ini adalah kiriman data dari pembacaan sensor melalui *Bluetooth*, dapat dilihat seperti gambar di bawah ini



Gambar 26 Rancangan Antarmuka Login dan Monitoring

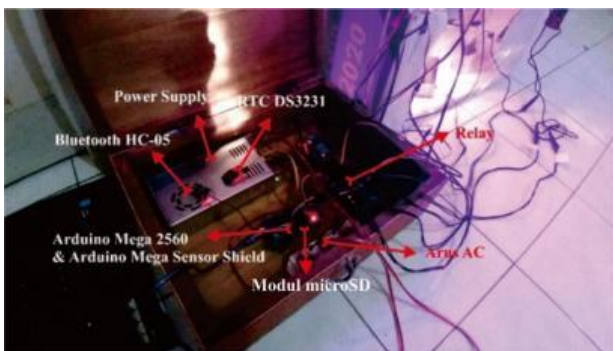
HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem



Gambar 27. Sistem Terlihat Secara Keseluruhan

Pada gambar 27 di atas terlihat jelas terdiri empat buah kotak dengan kotak untuk ruangan satu sebagai tanaman bayam, ruangan dua sebagai tanaman selada, ruangan tiga sebagai tanaman sawi dan kotak ruangan kontrol. Komponen untuk kotak kontrol dapat dilihat pada gambar 33 di bawah ini.

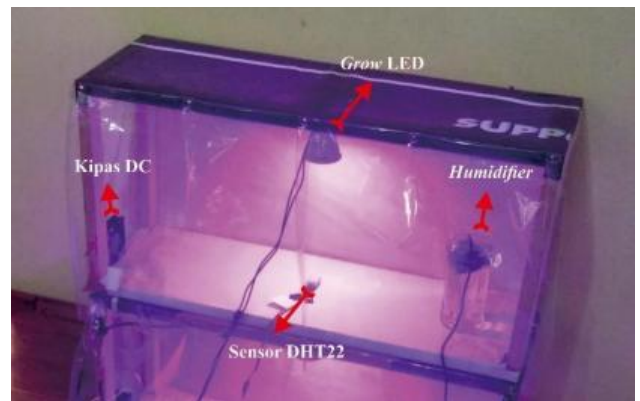


Gambar 28. Sistem Terlihat pada Kotak Kontrol

Fungsi masing-masing komponen di atas adalah:

1. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan Arduino Mega Sensor Shield berfungsi sebagai pengontrol utama dari sistem dengan mengolah data sensor dan data pada relay.
2. Relay berfungsi sebagai saklar otomatis untuk komponen kipas DC, *grow* LED dan *humidifier*.
3. *Bluetooth* berfungsi sebagai media *wireless* pengirim data sensor pada Android.
4. *Power Supply* berfungsi sebagai penyedia arus DC dari eksternal.
5. *RTC DS3231* berfungsi sebagai modul jam.
6. Arus AC berfungsi sebagai penyedia arus untuk *grow* LED, dikarenakan *grow* LED tersebut berarus AC.
7. Modul *micro* SD berfungsi menyimpan data sensor dan actuator.

Kotak setiap tanaman juga memiliki komponen sebagai pengontrol untuk tanaman yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 29. Sistem Terlihat pada Satu Ruangan

Fungsi masing-masing komponen di atas adalah:

1. Kipas DC berfungsi sebagai mengeluarkan panas dari dalam ruangan tersebut.
2. Sensor DHT22 sebagai pengukur suhu dan kelembaban di dalam ruangan tanaman tersebut.
3. *Humidifier* berfungsi sebagai pengubah air menjadi asap, sebelumnya dibuat wadah yang berisikan air.
4. *Grow* LED berfungsi sebagai pengganti cahaya untuk cahaya matahari.

Implementasi Aplikasi Android

Tampilan Ikon Aplikasi Android.

Tampilan ikon aplikasi android ini bergambarkan tampilan default dari App Inventor dan bertuliskan "Plant Factory APP".



Gambar 30. Tampilan Ikon Aplikasi Android "Plant Factory APP"

Tampilan Login pada Aplikasi Android.

Tampilan halaman login ini berisikan judul tampilan aplikasi android, perintah untuk melakukan login, bar untuk memasukkan username dan password, serta tombol login. Username dan password telah diisikan kata default untuk dapat melakukan perintah login yaitu dengan username "admin" dan password "admin" dengan diisikan default tersebut dapat melakukan perintah login, jika pengisiannya salah maka akan ada peringatan salah yang akan ditampilkan.



Gambar 31. Tampilan Halaman Login pada Aplikasi Android



Gambar 32. Tampilan Halaman Login dengan Username dan Password Salah

Tampilan Daftar Tanaman Sayuran Pada Aplikasi Android

Tampilan halaman login ini terdiri dari beberapa daftar tanaman sayuran, pada tanaman sayuran ini ada tiga sayuran yang telah di monitoring, yaitu tanaman bayam, selada dan sawi dalam Bahasa Inggris. Tampilan ini terdiri dari “show” dan “hide” dengan fungsi untuk menampilkan dan menyembunyikan monitoring tanaman. Tampilan ini terdiri dari tombol “connect” untuk menghubungkan dan melihat daftar alamat Bluetooth serta tombol “disconnect” untuk memutuskan Bluetooth dengan android.



Gambar 33. Tampilan Menu Daftar Sayuran pada Aplikasi Android

1. Tampilan Koneksi Alamat Bluetooth

Tampilan koneksi alamat Bluetooth ini ditampilkan setelah login pada aplikasi android tersebut, dan pada pengaturan android telah diaktifkan Bluetooth sebelumnya, pada halaman monitoring klik pada menu connect maka akan ditampilkan alamat Bluetooth pada sistem yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 34. Tampilan Koneksi Alamat Bluetooth

2. Tampilan Halaman Monitoring Kondisi Ruang Tanaman

Halaman monitoring kondisi ruangan tanaman ini berisikan data kondisi suhu dan kelembaban setiap tanaman, serta terdapat tampilan kondisi actuator tersebut berupa fan, humidifier dan grow LED.



Gambar 35. Tampilan Halaman Monitoring Kondisi Ruang Tanaman

PENGUJIAN SISTEM SECARA KESELURUHAN

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui apakah sistem ini bekerja sesuai dengan fungsinya. Fungsi dari sistem ini adalah sebuah plant factory yang dapat mengontrol suhu, kelembaban dan cahaya yang baik pada ruang untuk tanaman.

Tahap penyesuaian

Tahap penyesuaian ini adalah tahap sebelum benih ditanam pada hidroponik, jadi dapat dikatakan bahwa kegiatan penyesuaian ini

adalah proses benih menjadi bibit, jika tidak dilakukan maka benih yang terlalu kecil akan rentan hanyut atau terbawa oleh air yang mana akhirnya benih tersebut menjadi hilang. Tahap penyemaian ini dilakukan sekitar 15 hari atau bibit telah memiliki 4 daun. Tahap penyemaian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 36. Bibit Umur 5 Hari

Gambar 36 di atas baru dilihat bahwa bibit berumur 5 hari masih terbilang kecil, hanya benih baru terpecah menjadi 2 kotiledon dengan tinggi rata-rata 1 cm.



Gambar 37 Bibit Berumur 10 Hari

Gambar 37 di atas dilihat bahwa telah tumbuh satu daun dari kotiledon tersebut yang artinya telah berjumlah 3 buah daun.

Tahap Penanaman pada Hidroponik

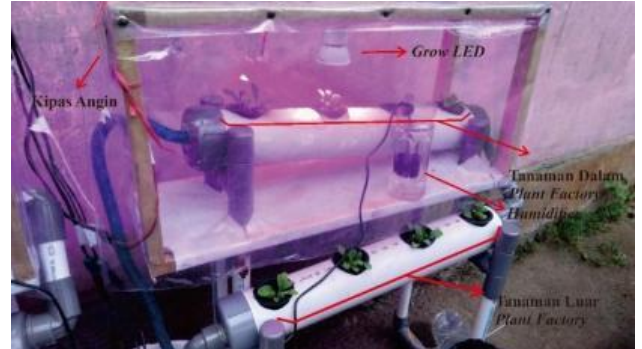
Tahap ini adalah tahap dimana benih yang telah dilakukan penyemaian dipindahkan pada hidroponik yang telah disediakan dengan larutan nutrisi untuk setiap tanaman. Tahap penanaman ini telah ditempatkan tanaman pada salah satu hidroponik di dalam plant factory yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 38. Plant Factory di Aplikasi pada Hidroponik Terlihat Secara Keseluruhan

Gambar 38 di atas terdiri dari hidroponik pertama (1) dengan tanaman bayam, hidroponik kedua (2) dengan tanaman selada dan hidroponik ketiga (3) dengan tanaman sawi. Ketiga hidroponik ini salah satu terdapat di dalam plant factory dan salah satu di luar ruangan dengan setiap kondisi yang terdiri dari empat tanaman sampel.

Jika dilihat dari dekat sistem ini terdiri dari komponen-komponen yang dapat dilihat seperti gambar di bawah ini.



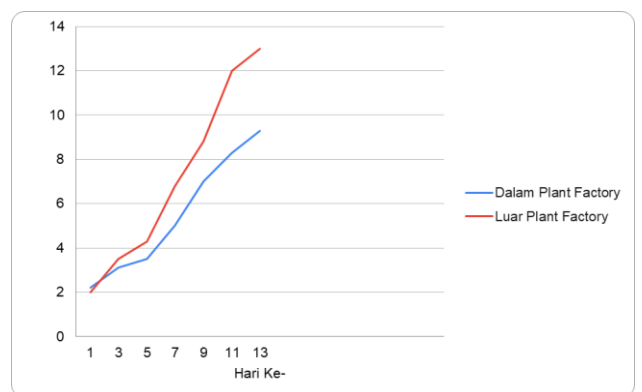
Gambar 39. Plant Factory di Aplikasi pada Hidroponik Terlihat dari Dekat

Pada gambar 39 di atas di dalam plant factory terdiri dari empat tanaman dan di luar plant factory terdiri dari empat tanaman yang sama setelah penyemaian. Tanaman yang berada di dalam plant factory diberi fasilitas seperti grow LED untuk memberikan cahaya maksimal, humidifier untuk memberikan kelembaban dan kipas angin sebagai penarik udara keluar dari ruangan tersebut dan sensor DHT22 sebagai pembaca suhu dan kelembaban dari ruangan plant factory tersebut.

Hasil pertumbuhan perbandingan antara tanaman yang berada di dalam plant factory dengan di luar plant factory dapat dilihat dengan hasil di bawah ini. Pertumbuhan yang dilihat meliputi tinggi tanaman, banyak daun dan lebar daun.

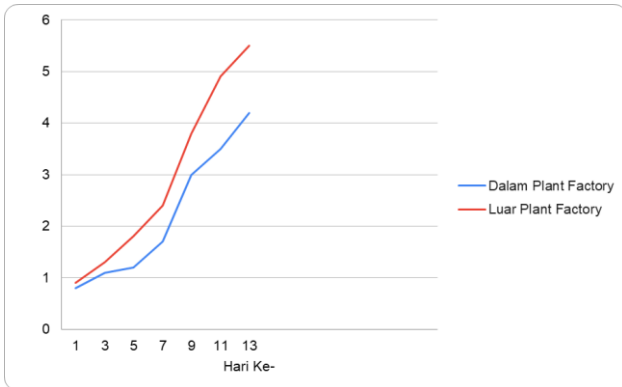
Untuk lebih jelasnya antara perbandingan pertumbuhan antara sistem plant factory dengan di luar sistem dapat dilihat dari grafik pertumbuhan di bawah ini.

1.1.1. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Bayam



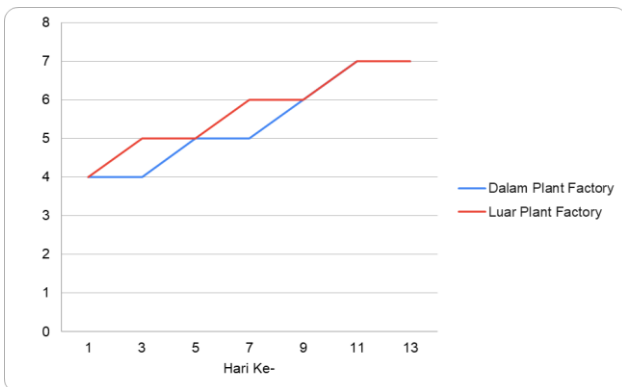
Berdasarkan grafik di atas dapat disimpulkan penggunaan sistem plant factory yang telah dirancang belum efektif untuk digunakan pada tanaman bayam, pada hari pertama dan kedua pertumbuhan tinggi tanaman bayam di dalam sistem plant factory lebih tinggi dari pada luar plant factory dan kemudian pada hari ketiga pertumbuhan tanaman di luar dari sistem lebih cepat dan lebih tinggi dari tanaman di dalam sistem plant factory yang telah dirancang.

1.1.2. Grafik Pertumbuhan Lebar Daun Tanaman Bayam



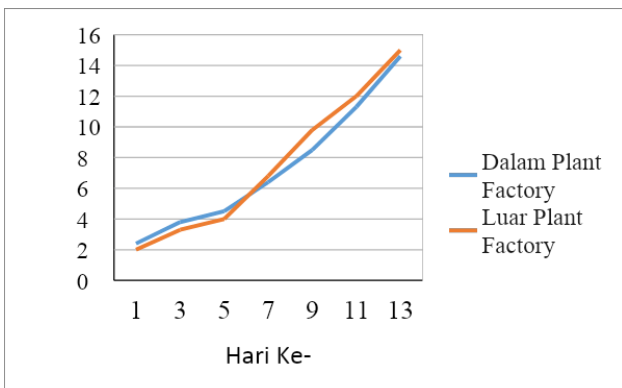
Berdasarkan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan lebar daun tanaman bayam di luar *plant factory* lebih lebar dan lebih cepat daripada pertumbuhan di dalam sistem *plant factory* yang dirancang, dilihat dari hari pertama sampai hari ke tiga belas pertumbuhan lebar daun tanaman bayam di luar sistem *plant factory* ini masih mendominasi daripada di dalam sistem *plant factory* masih mendominasi.

1.1.3. Grafik Pertumbuhan Banyak Daun Tanaman Bayam



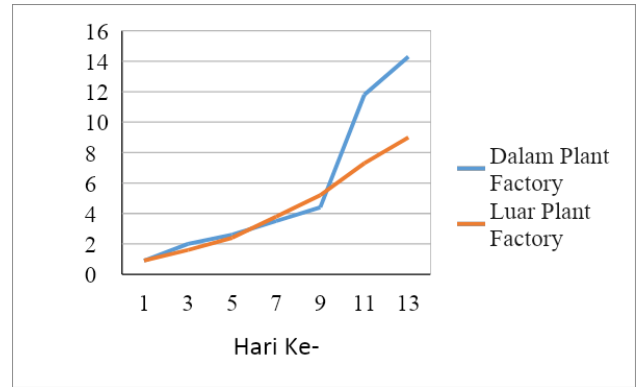
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa pertumbuhan banyak daun tanaman bayam pada hari ke tiga dan ke tujuh banyak daun berbeda dimana pertumbuhan banyak daun di luar sistem *plant factory* ini lebih banyak daripada di dalam sistem *plant factory* yang dirancang, tetapi selain hari tersebut banyak daun pada tanaman bayam sama banyak pada dalam *plant factory* maupun di luar *plant factory* tersebut.

1.1.4. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Selada



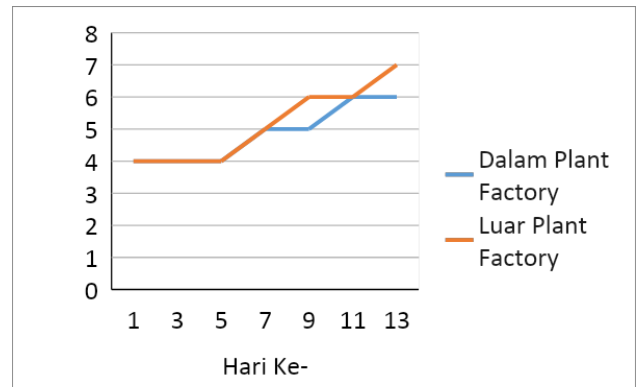
Grafik di atas dapat dilihat bahwa pertumbuhan tinggi tanaman pada selada berubah pada hari ketujuh, pada hari pertama sampai hari kelima pertumbuhan tanaman bayam masih didominasi oleh sistem di dalam *plant factory*, pada hari ketujuh dan sampai seterusnya pertumbuhan di luar sistem *plant factory* lebih tinggi. Pertumbuhan di dalam maupun di luar sistem tidak terlalu signifikan, pertumbuhannya berbanding lurus antara di luar maupun di dalam sistem *plant factory*.

1.1.5. Grafik Pertumbuhan Lebar Daun Tanaman Selada



Pada grafik di atas dapat dijelaskan bahwa pertumbuhan lebar daun pada tanaman selada pada hari kesebelas dapat dibedakan lebih tinggi pada sistem di dalam *plant factory* daripada di luar sistem, pada hari pertama sampai hari ketujuh pertumbuhannya hampir berbanding dan tidak terlalu signifikan, tetapi pada hari kesembilan pertumbuhan selada di dalam *plant factory* lebih dari pertumbuhan di di luar *plant factory* lebih sampai hari ke tiga belas.

1.1.6. Grafik Pertumbuhan Banyak Daun Tanaman Selada

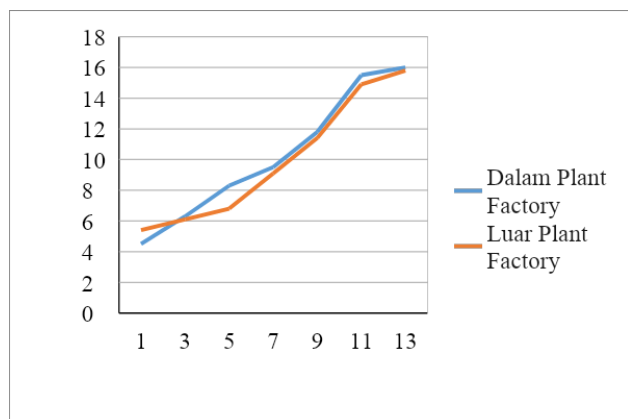


Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa pertumbuhan banyak daun dari hari pertama sampai hari ketujuh berbanding sama antara di dalam maupun di luar *plant factory*, dan setelah itu pada hari kesembilan dan hari ketiga belas pertumbuhan banyak daun berbeda dan di luar *plant factory* lebih mendominasi, pada pertumbuhan hari ke sebelas jumlah daun sama banyak antara di dalam maupun di luar sistem *plant factory*.

1.2. Grafik Pertumbuhan Tanaman Sawi

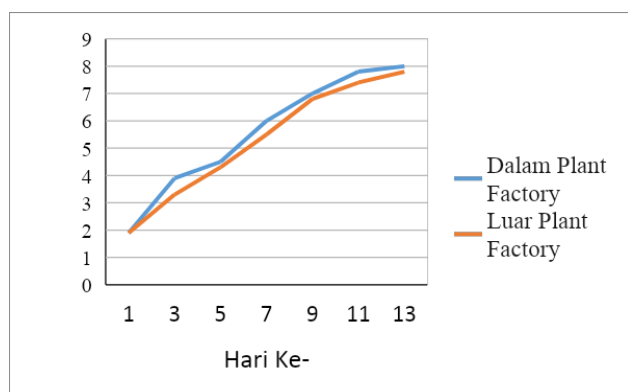
Perbandingan hasil pertumbuhan tanaman dapat dilihat pada grafik-grafik di bawah ini.

1.2.1. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Sawi



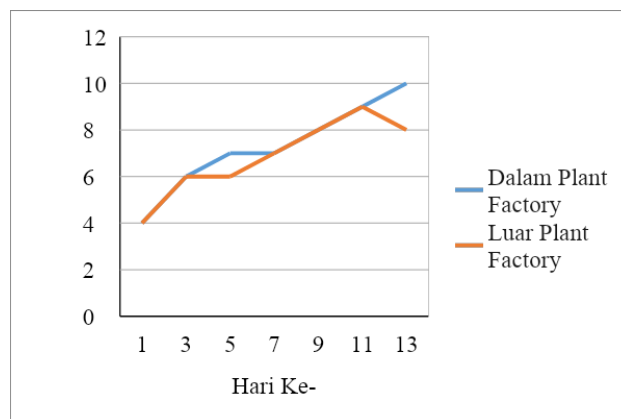
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa pertumbuhan tinggi tanaman pada tanaman sawi pada hari pertama lebih tinggi pertumbuhan di luar sistem tersebut, dan pada hari kelima sampai hari ketiga belas pertumbuhan tinggi tanaman selada lebih tinggi di dalam sistem *plant factory* daripada di luar sistem *plant factory*. Walaupun pertumbuhan tanaman sawi tidak terlalu signifikan tetapi, pertumbuhan di dalam sistem *plant factory* cukup baik untuk tanaman sawi ini.

1.2.2. Grafik Pertumbuhan Lebar Daun Tanaman Sawi



Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa untuk pertumbuhan lebar daun lebih baik pada sistem *plant factory* daripada di luar sistem tersebut. Dilihat pada hari pertama tinggi tanaman yang sama, dan pada hari ketiga sampai hari ketiga belas, pertumbuhan di dalam sistem *plant factory* lebih mendominasi daripada di luar. Pertumbuhan di dalam maupun di luar sistem *plant factory* ini tidak terlalu signifikan perbedaannya.

1.2.3. Grafik Pertumbuhan Banyak Daun Tanaman Sawi



Pada grafik 4.9 di atas dapat dilihat bahwa jumlah daun pada sistem dan di luar sistem dari hari pertama, ketujuh, kesembilan dan kesebelas sama banyak, dan pada hari kelima dan hari ketiga belas jumlah daun yang berbeda. Pada hari ketiga belas jumlah daun di luar sistem berkurang dikarenakan daun yang lama akan membusuk dan dijadikan menjadi daun yang baru. Jumlah daun antara di luar maupun di dalam *plant factory* ini tidak terlalu signifikan. Kondisi daun tanaman sawi ini tidak mengalami perubahan dan kualitasnya sama, yang membedakannya adalah binatang penggerek yang memakan tanaman yang berada di luar sistem.

Beberapa percobaan dari pertumbuhan tanaman yang berada di dalam sistem maupun di luar sistem *plant factory* dengan menggunakan tanaman bayam, selada dan sawi ini selain faktor pertumbuhan yang belum signifikan akibat pengaruh dimensi kotak, terdapat juga pengaruh ketersediaan udara atau oksigen segar bagi tanaman di dalam sistem. Faktor-faktor lingkungan berupa suhu dan kelembaban terutama di daerah Padang yang terbilang cukup panas, membuat sistem yang telah dirancang ini tidak dapat bekerja secara optimal dikarenakan pengaruh lingkungan lebih besar mempengaruhi sistem ini pada setiap ruangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada BAB IV sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem dapat menstabilkan suhu lingkungan tanaman untuk tanaman bayam dengan rentang suhu 20-30°C, tanaman selada dengan rentang suhu 15-20°C dan tanaman sawi dengan rentang suhu 19-21°C.
2. Sistem dapat menstabilkan kelembaban lingkungan tanaman untuk tanaman bayam dengan rentang kelembaban 60-80°C, tanaman selada dengan rentang kelembaban 80-90°C dan tanaman sawi dengan rentang kelembaban 80-90°C.
3. Sistem dapat memberikan kebutuhan cahaya lingkungan tanpa halangan, untuk tanaman bayam dengan rentang pencahayaan 13 jam, tanaman selada dengan rentang pencahayaan 15 jam dan tanaman sawi dengan rentang pencahayaan 14 jam.

REFERENCES

- [1] Nada, Nada. 2019. "Dampak Perubahan Iklim Bagi Lahan Pertanian" Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [2] <https://jabar.tribunnews.com/2019/01/11/distan-kabupaten-bandung-sebut-curah-hujan-tinggi-sebabkan-tanaman-hortikultura-gagal-panen> diakses pada 14 Desember 2019 pukul 16.00 WIB.
- [3] <http://www.pengertianku.net/2018/06/pengertian-tanaman-hortikultura-beserta-contohnya-secara-umum.html> diakses pada 14 Desember 2019 PUKUL 16.30 WIB.
- [4] Qonit. 2018. "Review: Pemanfaatan Teknologi *Plant Factory* untuk Budidaya Tanaman Sayuran di Indonesia" Bandung: Universitas Padjajaran.
- [5] Nafila, Anadia. 2018. "Analisis Struktur Fungsional *Greenhouse* (Studi Kasus Kebun Percobaan dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian, Universitas Padjajaran)". Bandung: Universitas Padjajaran.
- [6] <http://www.litbang.pertanian.go.id/info-teknologi/3082/> diakses pada 16 Desember 2019 pada pukul 12.32.
- [7] Graamans, L., Baeza, E., van den Dobbelen, A., Tsafaras, I., & Stanghellini, C. (2018). Plant factories versus greenhouses: Comparison of resource use efficiency. *Agricultural Systems*, 160, 31–43.
- [8] Maharani, Dewi Maya. dkk. 2018. "Pengontrolan Suhu Dan Kelembaban (Rh) Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai Merah (*Capsicum Annuum L.*) Pada *Plant Factory*". Malang: Universitas Brawijaya.
- [9] Hakim, Ryan Maulana Abdul. 2015. "Rancang Bangun *Plant Factory* untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Rapa var. Parachinensis*) dengan Menggunakan Light Emitting Diode Merah dan Biru" Malang: Universitas Brawijaya.
- [10] Sugano, M. 2015. Elemental technologies for realizing a fully-controlled artificial light-type *Plant Factory*. 2015 12th International Conference & Expo on Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT).
- [11] Iskandar, Akbar dkk. 2017. "Sistem Keamanan Pintu Berbasis Arduino Mega. Makassar: STMIK AKBA.
- [12] Nurunisa, Dzikrina. 2018. "Pengaruh Warna Cahaya Light-Emitting Diodes (Led) Intensitas Rendah Dan Cekaman Dingin Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Anggrek Phalaenopsis Hibrida". Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [13] Effendi, Jodi Satria dkk. 2015. "Perancangan dan implementasi Catu Daya PC dengan Sistem Penyimpanan Daya Pada Baterai. Bandung: Universitas Telkom.
- [14] Zulfikar, dkk. 2016. "Desain Sistem Kontrol Penyalaaan Lampu dan Perangkat Elektronik untuk Meniru Keberadaan Penghuni Rumah". Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- [15] Turang, Daniel Alexander Octavianus. 2013. "Pengembangan Sistem *Relay* Pengendalian dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis *Mobile*. Bandung: Sekolah Tinggi Teknologi Bandung.
- [16] Arifin, Jaenal, dkk. 2017. "Prototipe Pendingin Perangkat Telekomunikasi Sumber Arus DC Menggunakan *Smartphone*". Purwokerto: Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom.
- [17] Riyanto, Slamet Riky. 2017. "Rancang Bangun Alat Kontrol Suhu dan Kelembaban Pada Fermentasi Tempe Kedelai Berbasis Mikrokontroler. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [18] Lusi, Indriani. 2016. *Cara Kerja Bluetooth*. Vol 3, No 5. ISSN : 2508-8492.
- [19] Erlina, T. (2017, March 13). Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban dan Gas Amonia pada Kandang Sapi Perah Berbasis Teknologi Internet of Things (IOT). *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*, 1(01), 1-7.
- [20] <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-module-micro-sd-menggunakan-arduino/> diakses pada 1 Desember 2020 pada jam 20.00 WIB.
- [21] Yuniar, Supardi. 2014. *Semua Bisa Menjadi Programmer Android*. Elex Media: Bandung.
- [22] Masrura, I., & Rahmadya, B. (2018, March 29). Indoor Positioning System (IPS) Berdasarkan Kekuatan Received Signal Strength Indicator (RSSI). *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*, 2(01), 27-33
- [23] Fikriyah, Lulu dan Ajar Rohmanu. 2018. "Sistem Kontrol Pendingin Ruangan Menggunakan Arduino Web Server dan Embedded Fuzzy Logic di PT. Inoac Polytechno Indonesia". Cikarang: STMIK Cikarang.
- [24] <https://www.agrotani.com/syarat-tumbuh-tanaman-bayam/> diakses pada 16 Desember 2019 pada jam 14.46 WIB.
- [25] <https://www.pertanianku.com/syarat-tumbuh-tanaman-selada/> diakses pada 16 Desember 2019 pada jam 14.41 WIB.
- [26] Rukmana. 2002. *Bertanam Sayuran Petsai Dan Sawi*. Kanisius. Yogyakarta