

**RANCANG BANGUN *SMART GREENHOUSE* UNTUK  
BUDIDAYA TANAMAN CABAI (*CAPSICUM ANNUM L.*)  
BERBASIS *ANDROID***

**Skripsi**

Untuk memenuhi salah satu persyaratan

Mencapai derajat sarjana S1



**Disusun oleh:**

**Ammrita Rakhmi Firdhausi**

**14524033**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

RANCANG BANGUN *SMART GREENHOUSE* UNTUK BUDIDAYA  
TANAMAN CABAI (*CAPSICUM ANNUM L.*) BERBASIS *ANDROID*



Daijukkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh ;

Ammrita Rakhmi Firdhausi  
14524033

Yogyakarta, 12 September 2018  
Menyetujui,

Pembimbing I

Almira Budiyanto S.Si., M.Eng.  
155240103

Pembimbing II

Ida Nurcahyani S.T., M.Eng.  
155240104

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**RANCANG BANGUN *SMART GREENHOUSE* UNTUK BUDIDAYA  
TANAMAN CABAI (*CAPSICUM ANNUM L.*) BERBASIS *ANDROID***



TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Ammrita Rakhmi Firdhausi  
No. Mahasiswa : 14524033

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Konsentrasi Kendali Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

29 Oktober 2019  
Tim Penguji,

Almira Budiyanto S.Si., M.Eng.  
Penguji 1

Yusuf Aziz Amrulloh S.T., M.Eng., Ph.D.  
Penguji 2

Elvira Sukma Wahyuni S.Pd., M.Eng.  
Penguji 3

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro  
Universitas Islam Indonesia



Yusuf Aziz Amrulloh, S.T., M.Eng., Ph.D.

## PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 12 September 2018



Ammrita Rakhmi Firdhausi

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikaum. Wr. Wb

Alhamdulillah Robbil ‘Alamin, segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya laporan tugas akhir ini dapat disusun dan diselesaikan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Shalawat serta salam tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Laporan ini tidak mampu diselesaikan atas dasar kemampuan diri sendiri sehingga dalam penulisan laporan ini banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak untuk itu diucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Ibu Almira Budiyanto S.Si., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing I tugas akhir yang telah membimbing, mendampingi dan memberikan bantuan pikiran serta materi sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Ibu Ida Nurcahyani S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir yang telah membimbing, mendampingi dan memberikan bantuan pikiran serta materi sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D, Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro, terima kasih atas bimbingan selama menempuh kuliah dari semester pertama hingga akhir di Jurusan Teknik Elektro.
5. Ibu Emmy Roslikhati dan Bapak Djendra Supranawa atas dukungan dan do’a sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Shirly Ammriana, Anissa Soraya, dan Albinar Ummarela terimakasih karena telah menyemangati selama proses mengerjakan tugas akhir di rumah.
7. Ari Wijaya, Eri Yuniati, Jatmiko Jati Kusumo, dan lainnya yang belum bisa disebutkan terimakasih telah menemani, mendukung, dan membantu saat mengerjakan tugas akhir ini.
8. Keluarga besar Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia angkatan 2014, terimakasih banyak atas kenangan dan kebersamaannya.
9. Dan banyak pihak yang tidak dapat penulis sebutkan seluruhnya.

Kemudian penulis menyadari laporan ini jauh dari sempurna sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun serta penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan baik yang disengaja atau tidak disengaja. Semoga Allah SWT meridhai kita semua Amin.

Wassalamualaikum. Wr. Wb.

## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

<b>Singkatan</b>	<b>Keterangan</b>
SM	<i>Soil Moisture</i>
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
RX	<i>Receiver</i>
TX	<i>Transmitter</i>
LDR	<i>Light Dependent Resistor</i>
ADC	<i>Analog to digital Converter</i>
RTC	<i>Real Time Clock</i>

## ABSTRAK

Di Indonesia cabai dapat ditanam di berbagai lahan namun, produksi cabai kurang bagus dan peningkatannya tidak sebanding dengan pesatnya kebutuhan pasar. Beberapa faktor juga menjadi kendala diantaranya adalah musim hujan yang panjang, sinar matahari yang kurang efisien, dan serangan dari hama. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan desain prototipe sistem *Smart Greenhouse*. Teknologi yang diterapkan pada *Smart Greenhouse* berupa *monitoring* terhadap suhu, kelembapan dan keberadaan cahaya. Selain itu, pengendalian lampu, pompa air, pemanas dan kipas dapat dilakukan secara otomatis berdasarkan nilai parameter yang terbaca dari sensor. *Monitoring* dapat dilihat pada *smartphone Android* via *Wi-Fi*. *Monitoring* dan otomatisasi pada penelitian ini telah sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Pengujian terhadap *monitoring* sensor dan *actuator* pada *smartphone* telah mencapai target yang diinginkan. *Actuator* telah bekerja dengan baik dan sesuai dengan syarat parameter. Pertumbuhan tanaman sendiri setelah dibandingkan memiliki perbedaan nilai, untuk cabai di dalam *Smart Greenhouse* (*sample A*) memiliki nilai keefektifan pertumbuhan sebesar 93,32% sedangkan cabai di luar *Smart Greenhouse* (*sample B*) memiliki nilai keefektifan pertumbuhan sebesar 80,19%.

Kata kunci : *Smart Greenhouse, monitoring, Android, Arduino*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	ii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar belakang masalah .....	1
1.2 Rumusan masalah .....	2
1.3 Tujuan penelitian .....	2
1.4 Manfaat penelitian .....	2
1.5 Batasan penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Studi literatur .....	4
2.2 Tinjauan teori.....	6
2.2.1 Cabai.....	6
2.2.2 Arduino.....	6
2.2.3 Sensor .....	7
2.2.4 <i>Android</i> .....	8
2.2.5 Modul <i>Wi-Fi</i> ESP8266 .....	8
2.2.6 RTC .....	9
2.2.7 <i>RemoteXY</i> .....	9
BAB 3 METODOLOGI .....	10
3.1 Alur penelitian .....	10
3.2 Perancangan sistem <i>Smart Greenhouse</i> .....	11
3.2.1 Perancangan rumah kaca.....	11
3.2.2 Perancangan perangkat keras .....	13
3.2.3 Perancangan sistem antarmuka .....	15
3.2.4 Cara kerja sistem .....	16



3.2.5	Langkah pengujian .....	17
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>18</b>
4.1	Kalibrasi sensor .....	18
4.2	Pengujian <i>monitoring</i> suhu dan kelembapan pada <i>Smart Greenhouse</i> .....	19
4.3	Pengujian <i>monitoring</i> dan otomatisasi <i>actuator</i> pada <i>Smart Greenhouse</i> .....	21
4.4	Pengujian kinerja alat .....	23
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>27</b>
5.1	Kesimpulan.....	27
5.2	Saran .....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>28</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>.....</b>	<b>29</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Modul Arduino UNO .....	7
Gambar 2.2 Modul DHT11 .....	7
Gambar 2.3 Modul <i>Soil Moisture sensor</i> YL-100.....	8
Gambar 2.4 Modul LDR .....	8
Gambar 2.5 Modul ESP 8266-01 .....	9
Gambar 2.6 Modul RTC DS3231 [18].....	9
Gambar 2.7 <i>Editor RemoteXY</i> .....	9
Gambar 3.1 Alur penelitian.....	10
Gambar 3.2 Ilustrasi rancangan sistem <i>monitoring</i> tanaman cabai.....	10
Gambar 3.3 <i>Build-up Smart Greenhouse</i> untuk penelitian .....	11
Gambar 3.4 Alur perancangan dan pembuatan sistem <i>Smart Greenhouse</i> .....	11
Gambar 3.5 Desain rumah kaca .....	12
Gambar 3.6 Rancangan prototipe rumah kaca .....	12
Gambar 3.7 Tempat peletakan sensor dan <i>actuator</i> .....	12
Gambar 3.8 Pengkabelan perangkat keras .....	13
Gambar 3.9 Rangkaian pengkabelan kendali lampu.....	14
Gambar 3.10 Rangkaian pengkabelan modul <i>Wi-Fi</i> dengan Arduino .....	14
Gambar 3.11 Rangkaian pengkabelan RTC dengan Arduino.....	15
Gambar 3.12 Rancangan sistem antarmuka <i>Smart Greenhouse</i> menggunakan <i>RemoteXY</i> .....	15
Gambar 3.13 Diagram alir sistem kerja <i>Smart Greenhouse</i> .....	16
Gambar 3.14 Diagram pengujian kinerja alat .....	17
Gambar 4.1 Kalibrasi DHT11 .....	18
Gambar 4.2 Kalibrasi DHT11 .....	18
Gambar 4.3 Kalibrasi YL-100 (kelembapan tanah).....	18
Gambar 4.4 Hasil pengujian <i>monitoring</i> suhu .....	20
Gambar 4.5 Hasil pengujian <i>monitoring</i> kelembapan udara.....	20
Gambar 4.6 Hasil pengujian <i>monitoring</i> kelembapan tanah .....	20
Gambar 4.7 Contoh <i>monitoring</i> yang ditampilkan pada <i>smartphone</i> .....	21
Gambar 4.8 Otomatisasi lampu.....	21
Gambar 4.9 Tanaman kelompok A ( <i>sample</i> A1-A6) .....	23
Gambar 4.10 Ketinggian tanaman cabai di dalam <i>Smart Greenhouse</i> .....	23
Gambar 4.11 Tanaman kelompok B ( <i>sample</i> B1-B6).....	24
Gambar 4.12 Ketinggian tanaman cabai di luar <i>Smart Greenhouse</i> .....	24

Gambar 4.13 Rata-rata pertumbuhan tanaman cabai .....25

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rangkuman studi literatur .....	5
Tabel 2.2 Konfigurasi pin pada Arduino.....	13
Tabel 4.1 Hasil perbandingan nilai sensor dengan pembanding (alat ukur) .....	19
Tabel 4.2 Kinerja otomatisasi <i>actuator</i> .....	22
Tabel 4.3 Rata-rata pertumbuhan tanaman.....	25

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data kalibrasi sensor YL-100 (kelembapan tanah) .....	29
Lampiran 2 : Data kalibrasi sensor DHT (suhu) .....	31
Lampiran 3 : Data kalibrasi sensor DHT (kelembapan udara).....	35
Lampiran 4 : IDE <i>sketch</i> (program untuk Arduino UNO) .....	39
Lampiran 5 : Data produktivitas cabai 2012-2016.....	44
Lampiran 6 : Data produksi cabai 2012-2016.....	45
Lampiran 7 : Data luas panen cabai 2012-2016.....	46
Lampiran 8 : Data perkembangan Neraca Bahan Makanan 2012-2017 .....	47
Lampiran 9 : Data rekapitulasi <i>monitoring</i> sensor dan <i>actuator</i> pada <i>interface</i> .....	48
Lampiran 10 : Data rekapitulasi <i>monitoring</i> sensor dan <i>actuator</i> pada <i>plant</i> .....	49
Lampiran 11 : Data rekapitulasi pengukuran tinggi tanaman di dalam <i>Smart Greenhouse</i> .....	50
Lampiran 12 : Data rekapitulasi pengukuran tinggi tanaman di luar <i>Smart Greenhouse</i> .....	51
Lampiran 13 : Dokumentasi <i>build-up Smart Greenhouse</i> untuk penelitian.....	52
Lampiran 14 : Foto perkembangan pertumbuhan tanaman cabai .....	53

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang masalah

Cabai (*Capsicum Annum L*) adalah tanaman semusim yang banyak ditanam diseluruh Indonesia karena nilai ekonomisnya yang tinggi. Buah cabai ini memiliki beragam manfaat, mulai untuk bahan masakan, bahan industri, obat-obatan, zat pewarna dan lain-lain [1]. Permintaan pasar pun bertambah setiap tahun seiring dengan semakin banyaknya penggunaan cabai [2]. Di Indonesia cabai dapat ditanaman di berbagai lahan, baik di sawah atau tegalan, pesisir laut, hingga pegunungan. Akan tetapi, produksi cabai kurang bagus, hanya meningkat sedikit demi sedikit dan tidak sebanding dengan pesatnya kebutuhan pasar.

Berbagai penyebab pertumbuhan produksi tanaman cabai tidak mengalami kenaikan salah satunya adalah angka luas panen di beberapa sentra seperti Aceh, Sumatra Utara, Jawa Barat, Jawa Timur, Bali, Kalimantan Timur, dan Nusa Tenggara Timur menurun. Menurut badan pusat statistik dan Direktorat Jendral Hortikultura pada tahun 2015-2016 luas panen tanaman cabai di Indonesia mengalami penurunan sebesar 6,13% [3]. Produktivitas tanaman cabai juga mengalami penurunan sebesar 2,05% pada tahun yang sama [4]. Sedangkan jumlah penggunaan cabai bertambah setiap tahunnya [5].

Beberapa faktor juga menjadi kendala atas keberhasilan panen para petani. Diantara faktor tersebut adalah musim hujan yang panjang, sinar matahari yang kurang efisien, dan serangan dari hama. Usaha peningkatan produksi cabai dapat ditempuh dengan usaha intensifikasi. Usaha intensifikasi adalah usaha mengoptimalkan faktor alam yang mempengaruhi produktivitas tanaman cabai meliputi pengelolaan tanah, udara, dan air. Pada usaha ini diperlukan dorongan dari kemajuan teknologi agar pembudidayaan tanaman cabai lebih efisien [6].

Dewasa ini banyak teknologi yang dapat digunakan untuk mendukung kegiatan bercocok tanam di kebun sendiri. *Smart Greenhouse* adalah salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk membantu manusia agar dapat memproduksi sendiri tanaman cabai. Dengan menggunakan *Smart Greenhouse* manusia tidak perlu merawat tanaman dengan intensitas yang tinggi. Pengawasan juga dapat dilakukan dengan lebih cermat dengan adanya *monitoring* melalui *smartphone*. *Smart Greenhouse* dapat membantu manusia memenuhi kebutuhannya terhadap tanaman cabai dengan lebih efektif dan tidak terpengaruh oleh ketersediaan cabai di pasaran. Selain itu, *Smart Greenhouse* juga dapat digunakan untuk menunjang penanaman tanaman lainnya.

Pada penelitian ini teknologi yang dapat diterapkan untuk menunjang *Smart Greenhouse* adalah *monitoring* terhadap suhu, kelembapan, dan keberadaan cahaya. Selain itu, pengendalian lampu, pompa air, pemanas dan kipas dapat dilakukan secara otomatis. Sistem minimum yang

digunakan adalah modul mikrokontroler Arduino UNO. Modul ini digunakan karena Arduino merupakan salah satu papan mikrokontroler yang lebih mudah dioperasikan dan implementasinya telah banyak dipakai. Untuk membangun aplikasi di *Android* sendiri digunakan aplikasi *RemoteXY* untuk membangun sistem antarmuka. Agar Arduino dapat berkomunikasi dengan aplikasi pada *Android* maka diperlukan sistem komunikasi dengan menggunakan modul *Wi-Fi* yaitu ESP 8266-01. Sedangkan instrumen yang dapat dikendalikan adalah lampu, pompa air, pemanas dan kipas. Lampu digunakan sebagai pengganti sinar matahari untuk memenuhi kebutuhan sinar matahari. Pompa air digunakan sebagai penyiram otomatis. Sedangkan pemanas dan kipas digunakan untuk menjaga suhu dan kelembapan rumah kaca.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan mampu untuk mengoptimalkan penanaman tanaman cabai dan tanaman lainnya, sehingga dapat membantu manusia untuk bercocok tanam dengan lebih efisien. Sistem *monitoring* dan otomatisasi pada penelitian ini juga diharapkan mampu diterapkan pada perkebunan dan tidak terbatas hanya untuk pemakaian skala kecil. Selain itu dengan adanya penelitian mengenai sistem *Smart Greenhouse* dapat mendukung pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi guna mendukung sistem agrikultural di Indonesia.

## **1.2 Rumusan masalah**

1. Bagaimana rancangan dan hasil kinerja otomatisasi *actuator* untuk *Smart Greenhouse*?
2. Bagaimana pengaruh *Smart Greenhouse* terhadap pertumbuhan tanaman cabai?

## **1.3 Tujuan penelitian**

Tujuan pengambilan judul tugas akhir ini untuk menghasilkan desain prototipe sistem rumah kaca. *Monitoring* suhu, kelembapan dan intensitas cahaya berbasis *Android*. Otomatisasi penyinaran menggunakan lampu, penyiraman menggunakan pompa air dan pengendalian suhu menggunakan pemanas dan kipas. Sistem ini dapat digunakan atau diimplementasikan ke perkebunan tanaman cabai agar perawatannya menjadi lebih terkendali.

## **1.4 Manfaat penelitian**

Berikut manfaat dari diadakannya penelitian ini adalah :

1. Meningkatkan efisiensi penanaman tanaman cabai.
2. Membantu manusia dalam meningkatkan peluang bisnis budidaya tanaman cabai.

## **1.5 Batasan penelitian**

Batasan masalah yang digunakan adalah pada penelitian ini adalah :

1. Tanaman cabai yang digunakan berusia  $\pm$  30 hari.
2. Pengganti cahaya matahari menggunakan lampu *growth light*.
3. Otomatisasi lampu dikendalikan berdasar data dari sensor LDR dan beroperasi dari pukul 06:00 sampai 18:00.
4. Otomatisasi pompa untuk penyiraman rutin dikendalikan sesuai jadwal penyiraman tanaman yaitu pukul 07.00 dan 16.00.



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Studi literatur

Penelitian oleh Khaldun I. Arif dan Hind Fadhil Abbas [7] membuat sebuah iklim buatan yang diimplementasikan pada sebuah rumah kaca. Mereka juga menggunakan beberapa komponen untuk mengendalikan iklim. Komponen-komponen tersebut dikendalikan melalui sebuah mikrokontroler Arduino dan datanya dikirim ke komputer. Dari komputer tersebut kita dapat mengamati iklim buatan pada rumah kaca dengan sistem antarmuka yang dibangun menggunakan perangkat lunak *Ms Visual Basic*. Sistem komunikasi yang digunakan adalah via port serial yang ditarik langsung dari mikrokontroler.

Penelitian oleh Dr. Ala Aldien Awouda, Ahmed Humaida Ahmed dan Mohammed Kamal [8] berisi dua bagian yaitu perangkat lunak dan perangkat keras. Pengguna memberikan *set point* yang dikirimkan ke mikrokontroler melalui komputer. Sensor akan memberitahu perubahan nilai yang dihasilkan dari kelembapan, cahaya, suhu dan mengirim ke mikrokontroler yang kemudian dianalisa dengan membandingkan nilai sebagai *set point* yang diberikan pengguna. LCD digunakan untuk menampilkan nilai pembacaan sensor yang dapat memfasilitasi pengguna untuk memantau kondisi lingkungan.

Penelitian oleh Anuradha Gaikwad, Aman Ghatge, Harish Kumar, dan Karan Mudliar [9] membuat sebuah implementasi *monitoring* untuk *Smart Greenhouse* dengan mengendalikan iklim buatan. Sistem yang dirancang terdiri dari sensor, ADC dan *driver* yang terhubung ke PC untuk *monitoring* suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya yang dikirim secara berkala via *ZigBee*. Aplikasi dari *Android* juga memungkinkan pengguna mengakses data *monitoring* secara *online*.

Penelitian oleh Wahyu Adi Prayitno, Adharul Muttaqin, dan Dahnil Syauqi [10] membuat sebuah *monitoring* suhu dan kelembapan yang dilakukan melalui *smartphone Android* yang telah diintegrasikan dengan aplikasi *Blynk* pada *Android*. Data dikirim dari sensor melalui *ethernet shield* ke *server Blynk cloud*. Salah satu tujuan penelitian ini adalah dengan memanipulasi suhu dan kelembapan dari tanaman hidroponik. Namun masih belum ada pengendalian jika suhu didapati terlalu rendah. Hal ini menjadikan sistem ini belum bisa diterapkan dilingkungan secara umum.

Penelitian oleh Sigit Yatmono [11] hanya mengembangkan *monitoring* melalui *Android*. Sistem yang digunakan dibangun melalui *RemoteXY*. *RemoteXY* adalah perangkat lunak yang dapat diakses secara *online* untuk membuat sebuah antar muka untuk pengguna. Data yang ditampilkan adalah pengukuran jarak dari sensor ultrasonik HC-SR04 dan dikirimkan via *Bluetooth*. Tabel 2.1 adalah hasil rangkuman dari studi literatur.

Tabel 2.1 Rangkuman studi literatur

<b>Nama</b>	<b>Tahun</b>	<b>Judul</b>	<b>Metode</b>	<b>Hasil</b>
Khaldun I.Arif, Hind Fadhil Abbas	2015	<i>Design and Implementation A Smart Greenhouse</i>	Mendesain iklim pada sebuah rumah kaca dengan mengendalikan beberapa perangkat dan mengawasi melalui PC.	<i>Model control</i> untuk mengukur data penginderaan dan alat yang akurat dan kemudahan manajemen jaringan kontrol motor dan katup.
Ala Aldien Awouda, Ahmed Humaida Ahmed and Mohammed Kamal	2015	<i>Intelligent Wireless Greenhouse Climate Management System</i>	Pemantauan dan pengendalian yang efektif dari iklim mikro internal rumah kaca. Sistem ini berisi desain sistem komunikasi yang mengontrol perubahan iklim yang terjadi dengan sensor lingkungan seperti suhu, kelembapan, tekanan dan sensor cahaya.	Pengendali jarak jauh dengan komunikasi nirkabel untuk menjadikan manajemen sistem menjadi lebih mudah. Dengan demikian manajer dapat mengirim data dari empat sensor sesuai dengan perubahan iklim.
Anuradha Gaikwad, Aman Ghatge, Harish Kumar, Karan Mudliar	2016	<i>Monitoring of Smart Greenhouse</i>	Pemantauan jarak jauh terhadap parameter iklim yang berbeda seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya. Selain itu ada beberapa komponen yang akan dikendalikan untuk mengontrol parameter iklim yang tidak seimbang.	Sistem dapat digunakan untuk memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan dari rumah kaca, meningkatkan efisiensi lahan pertanian dan dapat mengurangi usaha manusia.
Sigit Yatmono	2017	Pengembangan Aplikasi Pengguna Antarmuka <i>Android</i> untuk Pengukur Jarak berbasis <i>Arduino</i> dan <i>Bluetooth</i>	Mengembangkan <i>User Interface</i> berbasis <i>Android</i> untuk mengukur jarak menggunakan sensor ultrasonik dengan sistem komunikasi via <i>Bluetooth</i> .	Kode program mikrokontroler <i>Arduino</i> mampu menampilkan data jarak terukur dengan tepat dan menampilkannya di layar <i>smartphone</i> melalui aplikasi <i>RemoteXY</i> .
Wahyu Adi Prayitno, Adharul Muttaqin, Dahnia Syauqi	2017	Sistem <i>Monitoring Suhu, Kelembapan, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik Menggunakan Blynk Android</i>	Mengamati suhu dan kelembapan tanaman hidroponik dan mengendalikan pompa air. Pengamatan dan pengendalian dilakukan secara otomatis berbasis <i>Android</i> menggunakan aplikasi <i>Blynk</i> .	Kinerja sistem yang telah dibuat sudah dapat memenuhi semua kebutuhan fungsional. Waktu penerimaan data yang diperoleh sesuai dengan kondisi ISP yang digunakan saat pengujian.

Pada penelitian ini diharapkan agar prototipe *Smart Greenhouse* memiliki sistem yang lebih lengkap, mudah, dan dapat mengoptimalkan kinerja *Smart Greenhouse*. Penelitian ini mengambil beberapa bagian sistem yang telah ada pada penelitian sebelumnya. Sistem yang belum lengkap, kemudian dijadikan satu dan dibuat agar saling melengkapi. Perbedaan penelitian ini terletak pada sistem komunikasi dan sistem antarmuka. Sistem komunikasi pada penelitian ini menggunakan modul *Wi-Fi*. Untuk sistem antarmuka dirancang menggunakan *RemoteXY* dan dimonitoring melalui *smartphone* Android.

## 2.2 Tinjauan teori

### 2.2.1 Cabai

Cabai yang memiliki nama ilmiah *Capsicum Annum L* sebenarnya tidak berasal dari Indonesia. Menurut asal-usulnya cabai berasal dari Benua Amerika, tepatnya Amerika Tengah dan Selatan [6]. Di Indonesia cabai ditanam di tanah sawah atau tegalan yang mendapatkan sinar matahari yang cukup dengan kelembapan udara yang lumayan tinggi. Tanaman ini lebih sering ditanam saat musim kemarau dari pada musim hujan tetapi harus rutin disiram karena membutuhkan kelembapan yang tinggi. Cabai dapat tumbuh dan berkembang di Indonesia dengan baik asalkan syarat lingkungan untuk memproduksi tanaman cabai terpenuhi [1]. Pada penelitian ini nilai parameter suhu, kelembapan dan intensitas cahaya ditentukan dari syarat hidup tanaman cabai. Berikut adalah syarat tumbuh untuk tanaman cabai [6] [2] :

1. Suhu udara 21°C – 28°C pada siang hari dan 8°C – 21°C pada malam hari
2. Kelembapan udara 85% – 90%
3. Kelembapan tanah 50% – 60%
4. Mendapat cahaya matahari selama 10 – 12 jam/hari

### 2.2.2 Arduino

Arduino adalah sebuah perangkat keras (modul mikrokontroler) yang terdiri dari beberapa komponen yang telah dirancang sedemikian rupa. Arduino juga memiliki perangkat lunak yang dinamakan Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino IDE digunakan untuk memprogram perangkat kerasnya. Papan Arduino tersedia dalam beberapa macam jenis, salah satunya adalah Arduino UNO yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Pada penelitian ini pin-pin yang digunakan adalah pin digital, pin analog, RX, TX, dan catu daya. Pin digital digunakan untuk *relay*, sensor DHT11 dan sensor LDR. Pin analog digunakan untuk sensor YL-100 dan RTC. RX (pin digital 0) dan TX (pin digital 1) digunakan untuk komunikasi dengan modul *Wi-Fi* ESP 8266-01. Kemudian catu daya menggunakan pin 5V dan *Ground*.

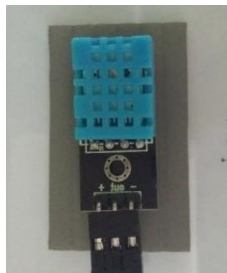


Gambar 2.1 Modul Arduino UNO

## 2.2.3 Sensor

### 2.2.3.1 DHT11

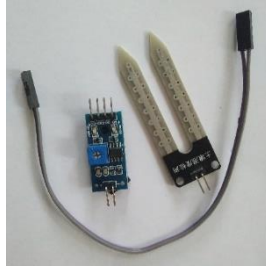
DHT11 adalah sensor suhu dan kelembapan udara. Daya yang digunakan sebesar 3V-5V DC. DHT11 dapat mengukur suhu dengan rentang nilai sebesar 0°C-50°C dengan tingkat presisi  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan mengukur kelembapan udara dengan rentang nilai sebesar 20%-90% dengan tingkat presisi  $\pm 5\%$  [12]. Sensor ini memiliki fitur kalibrasi yang akurat, sehingga tingkat stabilitasnya sangat baik [13]. Pada penelitian ini pin data DHT11 dihubungkan ke ADC Arduino pada pin digital 11. Gambar 2.2 menunjukkan bentuk fisik modul sensor DHT11 (sensor suhu dan kelembapan udara).



Gambar 2.2 Modul DHT11

### 2.2.3.2 YL-100 (*Soil Moisture sensor*)

Sensor kelembapan tanah yang digunakan adalah *Soil Moisture sensor* FC-28 tipe YL-100. Sensor ini memiliki spesifikasi tegangan *input* sebesar 5V, tegangan *output* sebesar 0V-4.2V, arus sebesar 35mA, dan *value range* ADC sebesar 1024 bit. Pada sensor ini terdapat dua *probe* yang digunakan untuk mengalirkan arus ke tanah kemudian menghitung resistansinya agar mendapatkan nilai kelembapan tanah [14]. Pada penelitian ini pin data YL-100 dihubungkan ke Arduino pada pin A0. Karena data yang dikirim merupakan data analog, maka pada program diperlukan sebuah konfigurasi *mapping* untuk mengkonversi data menjadi digital. Gambar 2.3 menunjukkan bentuk fisik dari *Soil Moisture sensor* YL-100 (sensor kelembapan tanah).



Gambar 2.3 Modul *Soil Moisture sensor* YL-100

### 2.2.3.3 LDR

LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah sebuah resistor yang nilainya dapat berubah tergantung dari jumlah cahaya yang menyinari permukaannya. Resistansi akan berubah turun ketika cahaya semakin terang [9]. Pada kondisi gelap resistansi cukup besar sampai dengan  $M\Omega$ , sedangkan pada saat terang resistansi cukup kecil sampai dengan beberapa ratus  $\Omega$  [15]. Pada penelitian ini pin data LDR dihubungkan ke pin digital 10. Gambar 2.4 menunjukkan bentuk fisik dari modul sensor LDR (sensor cahaya).



Gambar 2.4 Modul LDR

### 2.2.4 Android

*Android* adalah sebuah nama sistem operasi yang biasanya ditujukan untuk *smartphone*. Sebagai sistem operasi, *Android* dapat digunakan untuk menerima informasi dari peralatan elektronik dan menampilkan informasi tersebut. *Android* juga dapat mengolah data dari peralatan elektronik kemudian mengendalikannya. Informasi atau data-data dapat dikirim melalui perantara *Bluetooth* atau *internet* dengan memanfaatkan sebuah server [16].

### 2.2.5 Modul *Wi-Fi* ESP8266

ESP8266 adalah sebuah modul *Wi-Fi* yang digunakan untuk mendukung koneksi *internet* terhadap Arduino. ESP8266 dapat bertindak sebagai *client* ke *Wi-Fi router* atau sebagai *Ad hoc acces point* dimana ESP8266 dapat menerima akses *Wi-Fi*. Modul ini bersifat SOC (*System On Chip*), sehingga program pada ESP8266 dapat langsung ditulis tanpa adanya mikrokontroler tambahan [17]. Gambar 2.5 menunjukkan bentuk fisik dari modul *Wi-Fi* ESP8266-01.



Gambar 2.5 Modul ESP 8266-01

### 2.2.6 RTC

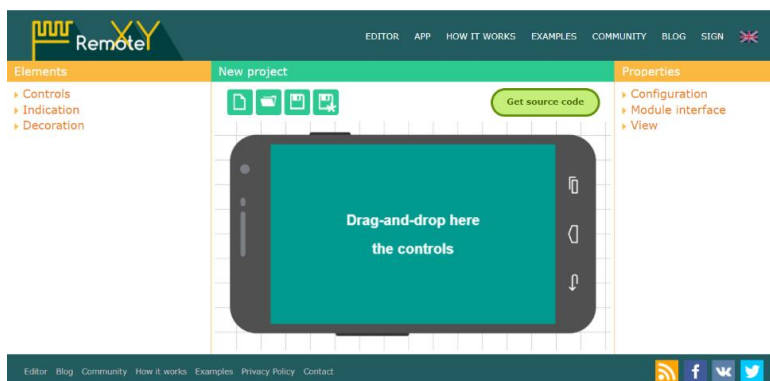
RTC (*Real Time Clock*) merupakan sebuah modul yang digunakan sebagai pengaturan waktu pada mikrokontroler. Pada penelitian ini RTC digunakan untuk membuat jadwal nyala lampu dan penyiraman rutin. RTC yang digunakan adalah DS3231 yang memiliki *clock referensi* yang stabil dan akurat [18]. Gambar 2.6 menunjukkan bentuk fisik dari RTC DS3231.



Gambar 2.6 Modul RTC DS3231 [18]

### 2.2.7 RemoteXY

*RemoteXY* digunakan untuk membangun aplikasi dengan tujuan untuk memudahkan pembuatan aplikasi di *Android*. *RemoteXY* adalah sebuah aplikasi yang dapat di akses melalui situs *RemoteXY.com*. Pada situs tersebut dapat dirancang sebuah sistem antarmuka melalui *editor* yang disediakan. Sistem antarmuka pada *RemoteXY* dapat dirancang secara *online*, sehingga kita tidak perlu menginstall aplikasi *RemoteXY*. *RemoteXY* ini mudah digunakan karena berbasis *Visual Block Programming*. Adapun desain layar dilakukan dengan pendekatan *drag & drop* sebuah simbol yang memuat fungsi perintah-perintah pemrograman [11]. Gambar 2.7 menunjukkan bagian *editor* dari *RemoteXY*.

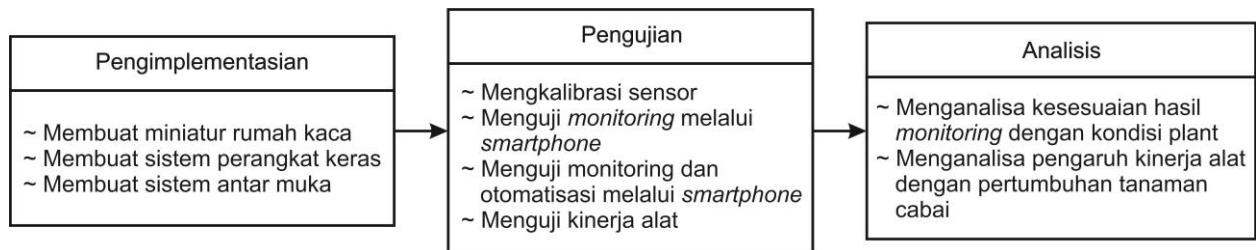


Gambar 2.7 Editor RemoteXY

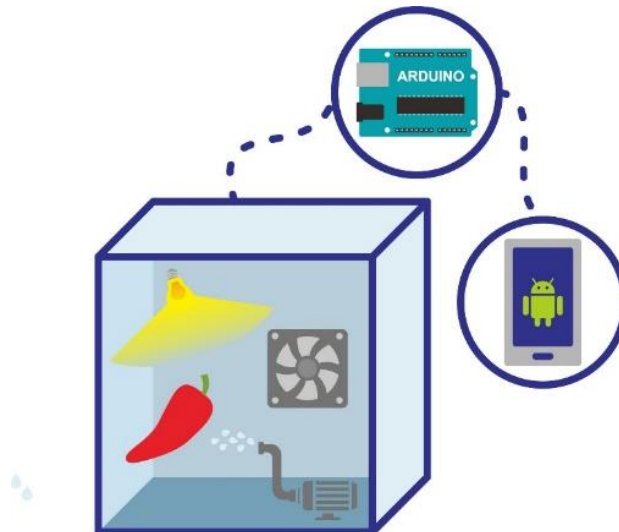
## BAB 3 METODOLOGI

### 3.1 Alur penelitian

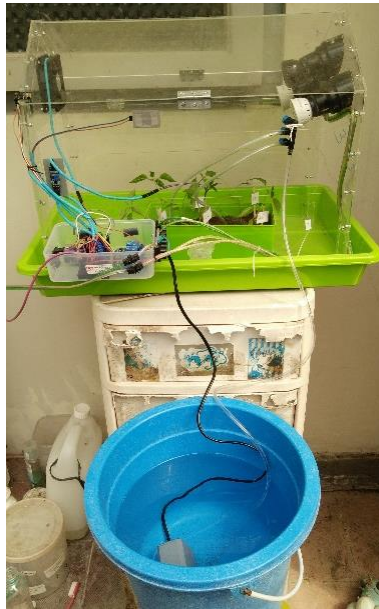
Metode penelitian menggambarkan garis besar bagaimana penelitian ini dilakukan. Metode penelitian ini telah dirangkum pada sebuah diagram alir. Gambar 3.1 menunjukkan alur yang menggambarkan jalannya penelitian. Pada bagian perancangan dan pembuatan alat, tahapan ini dilakukan untuk menghasilkan suatu desain yang mempunyai fitur-fitur yang dapat mencapai tujuan dan memberi akomodasi pada latar belakang permasalahan dari penelitian ini. Pada langkah pengujian alat, tahapan ini ditujukan untuk mendapatkan informasi data dari respon alat terhadap perintah yang dimasukan. Tahap selanjutnya adalah menganalisa data dari setiap uji coba alat yang dilakukan. Gambar 3.2 menunjukkan ilustrasi rancangan pembangunan sistem *Smart Greenhouse* untuk budidaya tanaman cabai secara singkat, sedangkan Gambar 3.3 menunjukkan hasil *build-up* dari rancangan *Smart Greenhouse*.



Gambar 3.1 Alur penelitian



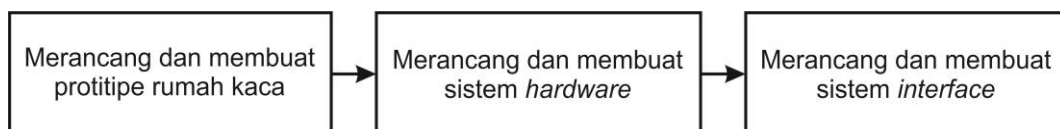
Gambar 3.2 Ilustrasi rancangan sistem *monitoring* tanaman cabai



Gambar 3.3 *Build-up Smart Greenhouse* untuk penelitian

### 3.2 Perancangan sistem *Smart Greenhouse*

Perancangan sistem *Smart Greenhouse* secara singkat telah dijelaskan pada sebuah diagram alir. Gambar 3.4 adalah diagram alir proses perancangan dan pembuatan sistem *Smart Greenhouse*. Bagian penting dalam merancang sistem *Smart Greenhouse* adalah merancang dan membuat prototipe rumah kaca, sistem perangkat keras dan sistem antar muka. Tiga bagian ini adalah bagian yang harus dilakukan dengan baik dan menggunakan metode uji coba pada setiap langkahnya. Jika pengujian belum sesuai dengan target maka harus mengulang tahapannya.

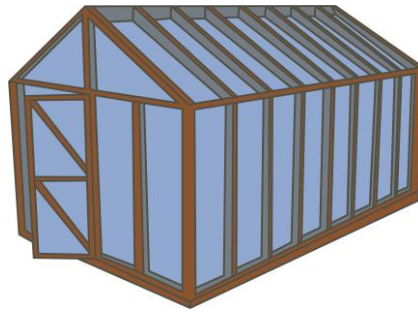


Gambar 3.4 Alur perancangan dan pembuatan sistem *Smart Greenhouse*

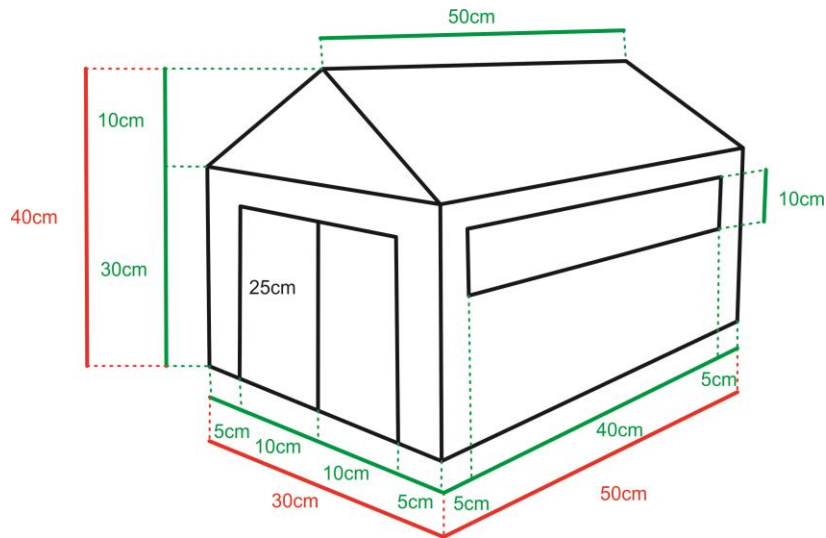
#### 3.2.1 Perancangan rumah kaca

Rumah kaca yang digunakan merupakan prototipe atau miniatur dari rumah kaca yang sesungguhnya. Desain yang digunakan ditunjukkan oleh Gambar 3.5. Desain tersebut digunakan sebagai contoh namun bentuk bangunan yang dibuat menjadi lebih sederhana. Ukuran yang digunakan dirubah sedikit dengan mempertimbangkan letak komponen yang digunakan. Perbandingan yang digunakan adalah 6:1. Gambar 3.6 menunjukkan rancangan prototipe rumah kaca yang digunakan.



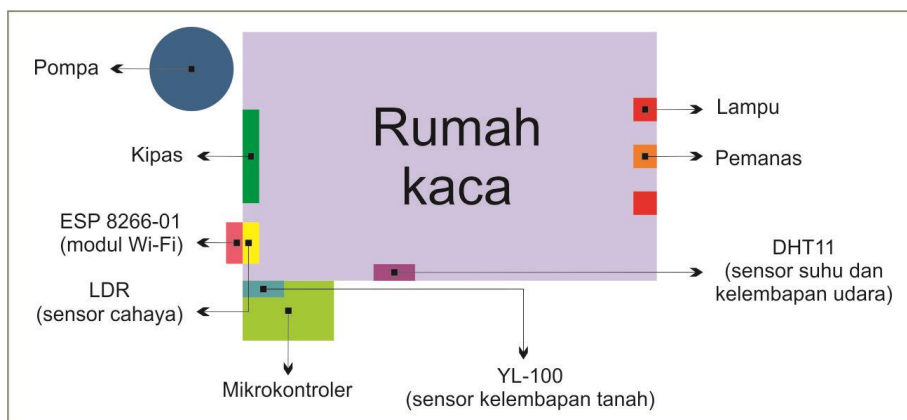


Gambar 3.5 Desain rumah kaca



Gambar 3.6 Rancangan prototipe rumah kaca

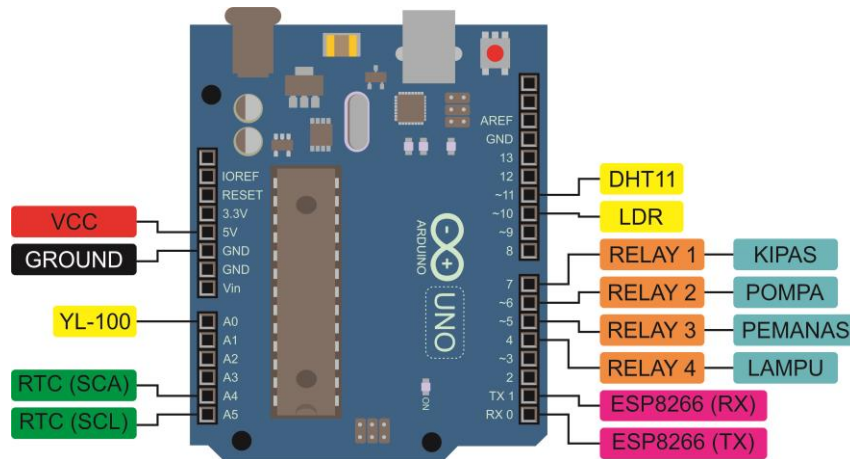
Komponen sensor dan *actuator* seperti DHT11, YL-100, LDR, kipas, pompa, lampu dan pemanas diletakkan di dalam rumah kaca tersebut. Sensor diletakkan di tempat yang dapat mendeteksi parameter dengan maksimal. Sedangkan *actuator* diletakkan di tempat yang dapat mengenai seluruh ruang dalam rumah kaca. Tempat meletakkan sensor dan *actuator* (tampak atas) pada rumah kaca dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Tempat peletakan sensor dan *actuator*

### 3.2.2 Perancangan perangkat keras

Komponen perangkat keras pada sistem *Smart Greenhouse* terdiri dari mikrokontroler, sensor, *actuator*, sistem komunikasi, dan sumber tegangan. Gambar 3.8 menunjukkan pengkabelan antara sensor, *actuator*, sistem komunikasi, dan sumber tegangan ke mikrokontroler. Tabel 2.2 menunjukkan pin-pin yang digunakan pada Arduino untuk membuat sistem *Smart Greenhouse*.



Gambar 3.8 Pengkabelan perangkat keras

Tabel 2.2 Konfigurasi pin pada Arduino

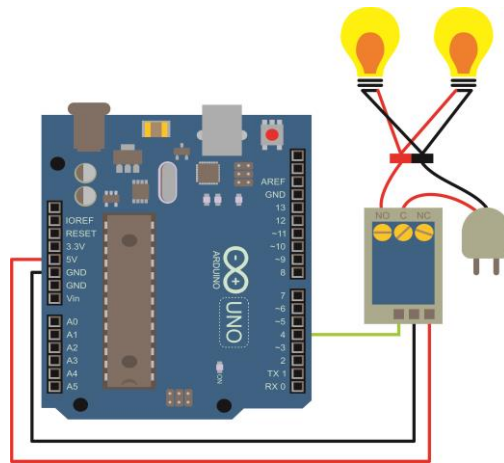
Pin	Koneksi	Fungsi
Pin digital 0	TX ESP8266	<i>Receiver</i> (mengirim data dari modul <i>Wi-Fi</i> )
Pin digital 1	RX ESP8266	<i>Transceiver</i> (menerima data dari modul <i>Wi-Fi</i> )
Pin digital 4	<i>Relay in1</i>	<i>ON/OFF</i> lampu
Pin digital 5	<i>Relay in2</i>	<i>ON/OFF</i> pemanas
Pin digital 6	<i>Relay in3</i>	<i>ON/OFF</i> pompa
Pin digital 7	<i>Relay in4</i>	<i>ON/OFF</i> kipas
Pin digital 10	<i>In LDR</i>	Mengirim data dari sensor cahaya
Pin digital 11	<i>In DHT11</i>	Mengirim data dari sensor suhu
Pin analog A0	<i>In YL-100</i>	Mengirim data dari sensor kelembapan tanah
Pin GND	Catu daya DC (-)	<i>Input GROUND</i>
Pin 5V	Catu daya DC (+)	<i>Input VCC (5V)</i>

Pada Gambar 3.8 terdapat sebuah mikrokontroler berupa Arduino UNO. Sensor sebagai *input* data yang terdiri dari DHT11, YL-100, dan LDR. DHT11 sebagai sensor yang mendeteksi suhu dan kelembapan udara. YL-100 adalah sensor kelembapan yang dapat mengukur kelembapan tanah dengan cara memasukkan *probe* dari sensor ke tanah. Kemudian sensor LDR yang mendeteksi cahaya matahari.

*Output* sistem berupa beberapa *actuator* yaitu kipas, pompa, lampu, dan pemanas. Kipas yang digunakan berupa kipas DC berfungsi untuk mendinginkan udara pada rumah kaca. Pemanas berfungsi untuk menaikkan suhu dan menurunkan kelembapan pada rumah kaca. Sumber tegangan

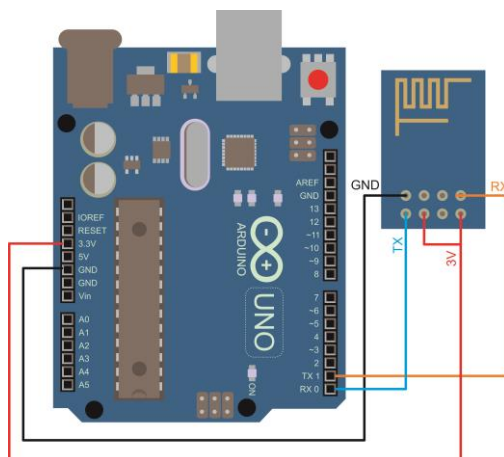
pemanas adalah VAC, sehingga sumber yang digunakan langsung diambil dari PLN sebesar 220V. Kipas dan pemanas bekerja sesuai parameter suhu dan kelembapan udara yang dibaca oleh DHT11.

Pompa berfungsi untuk mengalirkan air kedalam pot tanaman. Pompa ini bekerja sesuai dengan *input* data dari YL-100. Lampu yang digunakan berupa 2 buah lampu *grow light*. *Grow light* menggunakan sumber dari PLN sebesar 220V. Lampu ini bekerja sesuai *input* data dari LDR. Pompa dan lampu *grow light* juga bekerja sesuai jadwal yang telah diatur menggunakan RTC. Penjadwalan menggunakan RTC digunakan untuk mengatur penyiraman rutin secara otomatis dan mengistirahatkan penyinaran pada malam hari. Gambar 3.9 menunjukkan pengkabelan rangkaian lampu oleh mikrokontroler. Pengkabelan rangkaian ini juga digunakan untuk pompa air.



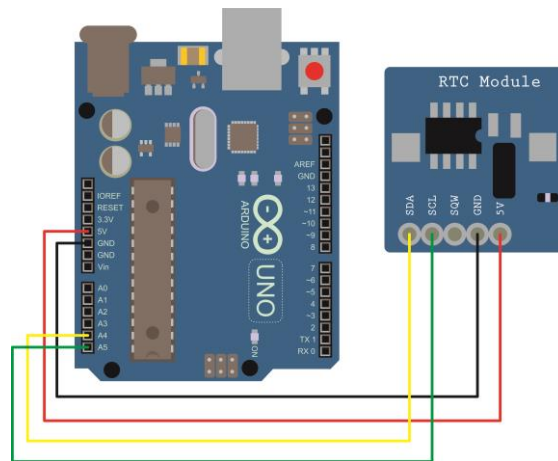
Gambar 3.9 Rangkaian pengkabelan kendali lampu

Sistem komunikasi dari sistem *Smart Greenhouse* ini menggunakan modul *Wi-Fi* yaitu ESP 8266-01. ESP 8266-01 menggunakan sumber tegangan sebesar 3.3V yang langsung diambil dari Arduino. RX ESP 8266-01 dihubungkan ke TX Arduino dan sebaliknya TX ESP 8266-01 dihubungkan ke RX Arduino. Skema pengkabelan untuk merangkai ESP 8266-01 ke Arduino dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Rangkaian pengkabelan modul *Wi-Fi* dengan Arduino

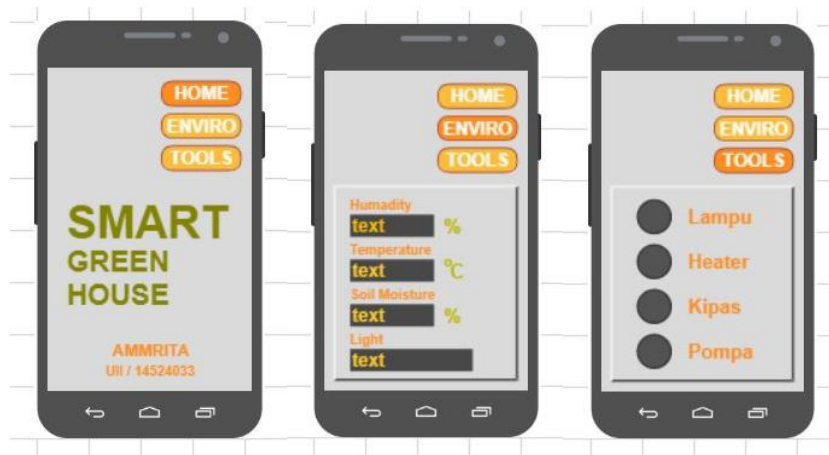
RTC digunakan untuk membuat penjadwalan pada sistem *Smart Greenhouse*. Perintah penjadwalan ini digunakan untuk membuat kegiatan *rooting* yang dibutuhkan pada *Smart Greenhouse*. RTC yang digunakan adalah RTC DS1307 i2C. Pin pada RTC yang dihubungkan ke Arduino adalah pin SDA dan SCL. Pin SDA digunakan untuk komunikasi data ke Arduino dan dihubungkan ke pin analog 4. Sedangkan pin SCL pada RTC digunakan untuk komunikasi *clock* ke Arduino dan dihubungkan ke pin analog 5. Gambar 3.11 menunjukkan pengkabelan antara Arduino dengan RTC DS 1307 i2C.



Gambar 3.11 Rangkaian pengkabelan RTC dengan Arduino.

### 3.2.3 Perancangan sistem antarmuka

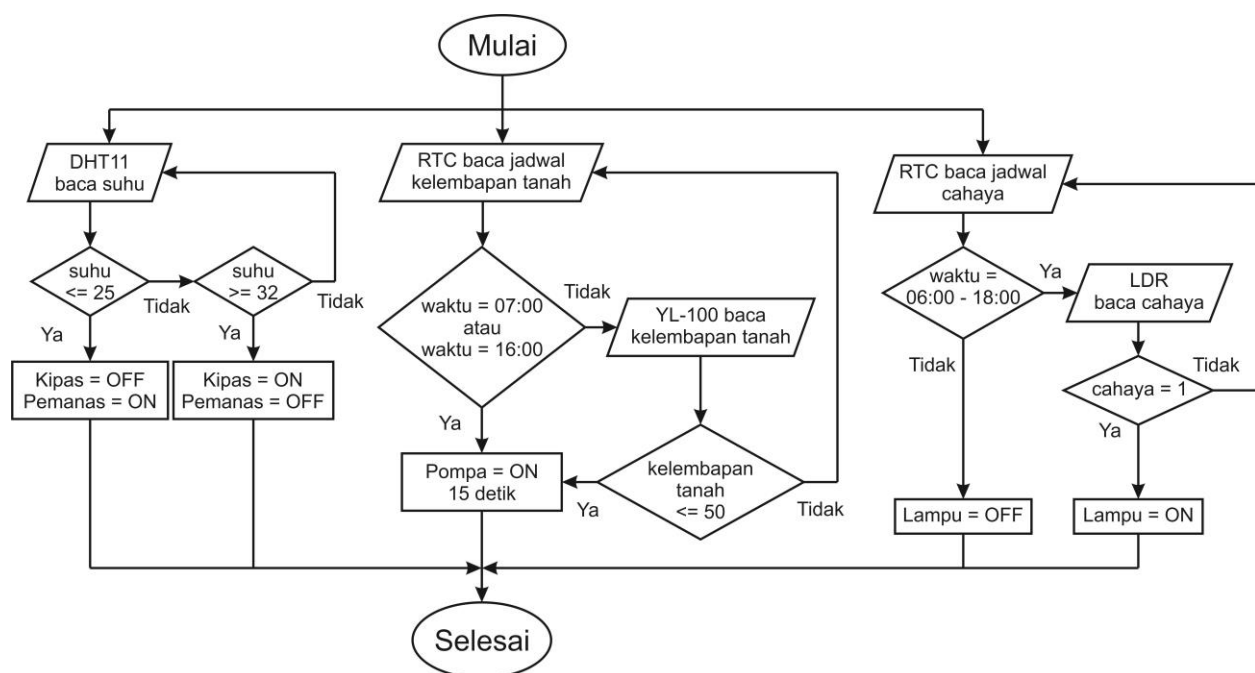
Sistem antarmuka pada sistem *Smart Greenhouse* dibuat menggunakan aplikasi yang bernama *RemoteXY*. Pada *RemoteXY* kita dapat merancang penampakan dari sistem antarmuka kemudian mengekstrak menjadi sebuah program. Dari program yang didapat kemudian digabungkan ke program *monitoring* dan pengendali. Gambar 3.12 menunjukkan hasil perancangan sistem antarmuka menggunakan *RemoteXY*.



Gambar 3.12 Rancangan sistem antarmuka *Smart Greenhouse* menggunakan *RemoteXY*

Pada Gambar 3.12 ditunjukkan bahwa sistem antarmuka yang dibangun memiliki 3 halaman layar. Halaman pertama menunjukkan *home screen*. Saat membuka *RemoteXY* dan memilih *project*, *home screen* adalah layar yang pertama menyambut pengguna. Kemudian pengguna dapat memilih halaman lain untuk mengamati *Smart Greenhouse*. Terdapat 2 halaman *monitoring* yaitu, “ENV” dan “TOOLS”. Halaman “ENV” atau ENVIRONMENT adalah halaman yang digunakan untuk mengamati parameter-parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan dan cahaya. Sedangkan halaman “TOOLS” atau perangkat keras (*actuator*) digunakan untuk mengamati keaktifan dari *actuator* yang terpasang pada *Smart Greenhouse*.

### 3.2.4 Cara kerja sistem



Gambar 3.13 Diagram alir sistem kerja *Smart Greenhouse*

Sistem kerja *Smart Greenhouse* secara singkat dijelaskan pada sebuah diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.13. Sistem kerja *Smart Greenhouse* dimulai dari memberikan sumber tegangan pada sistem *Smart Greenhouse*. Kemudian sensor-sensor akan membaca parameternya masing-masing untuk menentukan nilai *set point*. Sensor DHT11 membaca suhu dan kelembapan udara untuk mempengaruhi pekerjaan pemanas dan kipas. Saat suhu yang terbaca adalah kurang dari 25°C maka pemanas dalam keadaan *ON* dan kipas dalam keadaan *OFF*. Sedangkan saat suhu yang terbaca lebih dari 32°C maka pemanas akan *OFF* dan kipas menjadi *ON*.

Kemudian sensor YL-100 membaca kelembapan tanah. Saat kelembapan tanah kurang dari 50% maka pompa mengalirkan air dari sebuah *storage tank*. Selain itu pada saat waktu menunjukkan pukul 07.00 dan 16.00 pompa aktif secara otomatis untuk melakukan penyiraman

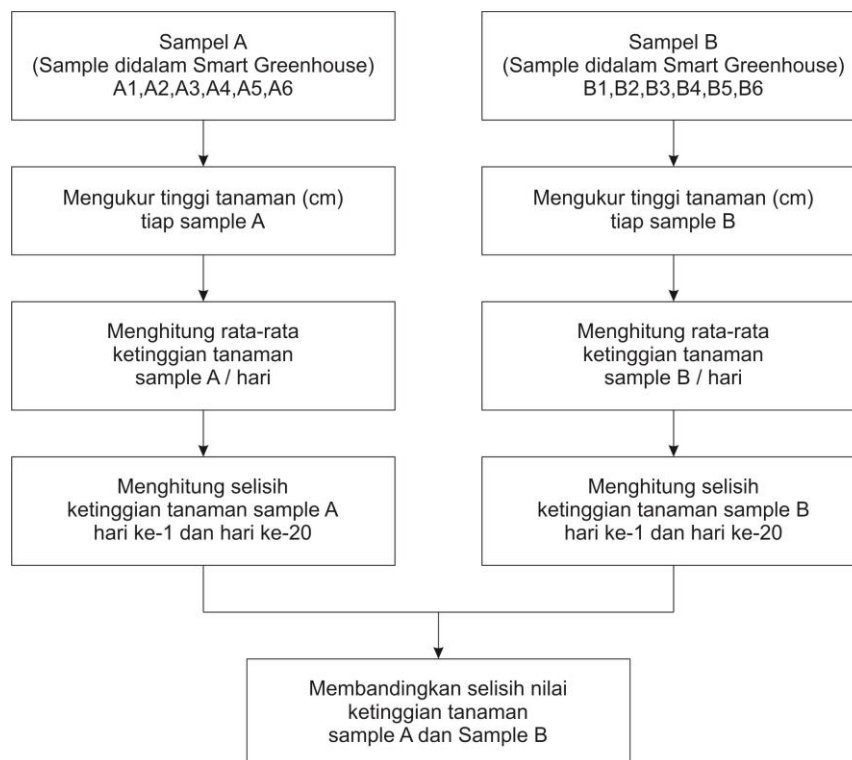
rutin. Yang terakhir jika sensor LDR mengidentifikasi adanya cahaya maka lampu akan *OFF*, sebaliknya jika sensor LDR mengidentifikasi bahwa tidak ada cahaya maka lampu akan *ON*. Kegiatan lampu berdasarkan data dari LDR hanya bekerja mulai pukul 06.00 sampai dengan 18.00. Hal ini dikarenakan oleh penyinaran tanaman hanya dibutuhkan selama 10-12 jam per hari.

### 3.2.5 Langkah pengujian

Langkah-langkah pengujian untuk penelitian ini yaitu :

1. Mengkalibrasi sensor
2. Menguji *monitoring* parameter dan *actuator*
3. Menguji otomatisasi *actuator*
4. Menguji kinerja alat

Kalibrasi sensor ditujukan untuk melihat performa sensor dengan membandingkannya pada alat ukur parameter. Jika performa berbeda jauh maka dapat dilakukan konversi nilai untuk membuat hasil pembacaan dari sensor menjadi lebih akurat. Pengujian pada *monitoring* dilakukan untuk melihat performa komunikasi antara kontroler, modul *Wi-Fi* dan *smartphone*. Pengujian otomatisasi ditujukan untuk mengetahui apakah *actuator* telah bekerja sesuai dengan sistem kerja. Kinerja alat diuji dengan cara melakukan pengamatan terhadap objek penelitian yaitu tanaman cabai. Gambar 3.14 menunjukkan langkah pengujian kinerja alat secara singkat.



Gambar 3.14 Diagram pengujian kinerja alat

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Kalibrasi sensor

Sensor-sensor yang digunakan dalam sistem *Smart Greenhouse* telah dikalibrasi menggunakan alat ukur yang sesuai dengan parameter lingkungan. Kalibrasi sensor dilakukan dengan membandingkan nilai pengukuran yang terbaca oleh sensor dan alat ukur. Dari hasil pembacaan tersebut didapatkan selisih yang menjadi *error* dari sensor tersebut. DHT11 telah dikalibrasi menggunakan alat ukur *Environtmeter* dan YL-100 telah dikalibrasi menggunakan *Soil Moisture Tester*. Pada LDR hanya diatur sensitivitasnya dengan memutar resistor variabel yang ada pada modul sensor LDR.

Parameter yang terukur selama kalibrasi telah direkayasa untuk mempersingkat waktu. Untuk merekayasa suhu digunakan *hairdryer* sebagai pemanas dan kipas sebagai pendingin. Untuk merekayasa kelembapan udara digunakan *hairdryer* sebagai pengering dan penyemprot air untuk melembabkan udara sekitar sensor. Sedangkan untuk merekayasa kelembapan tanah digunakan contoh media tanam yang diberi air sedikit demi sedikit. Gambar 4.1 hingga 4.3 menunjukkan foto kegiatan pengambilan data untuk kalibrasi. Dari kegiatan kalibrasi tersebut didapatkan *error* pada masing-masing sensor seperti yang tertampil pada Tabel 4.1. Data kalibrasi terdapat pada terlampir.



Gambar 4.1 Kalibrasi DHT11 (suhu)



Gambar 4.2 Kalibrasi DHT11 (kelembapan udara)



Gambar 4.3 Kalibrasi YL-100 (kelembapan tanah)

Tabel 4.1 Hasil perbandingan nilai sensor dengan pembanding (alat ukur)

Alat Ukur	Parameter	Rata-rata selisih pengukuran / uji coba					Rata-rata total error
		Error 1	Error 2	Error 3	Error 4	Error 5	
DHT11	Suhu	0,39°C ±0,05	0,81°C ±0,05	0,61°C ±0,05	0,57°C ±0,05	0,65°C ±0,05	<b>0,62°C</b> <b>±0,05</b>
DHT11	Kelembapan Udara	6,50% ±0,5	8,15% ±0,5	2,95% ±0,5	7,44% ±0,5	7,44% ±0,5	<b>6,15%</b> <b>±0,5</b>
YL-100	Kelembapan Tanah	3,30% ±0,5	5,00% ±0,5	2,17% ±0,5	1,81% ±0,5	2,67% ±0,5	<b>2,99%</b> <b>±0,5</b>

Perhitungan rata-rata total error menggunakan persamaan berikut :

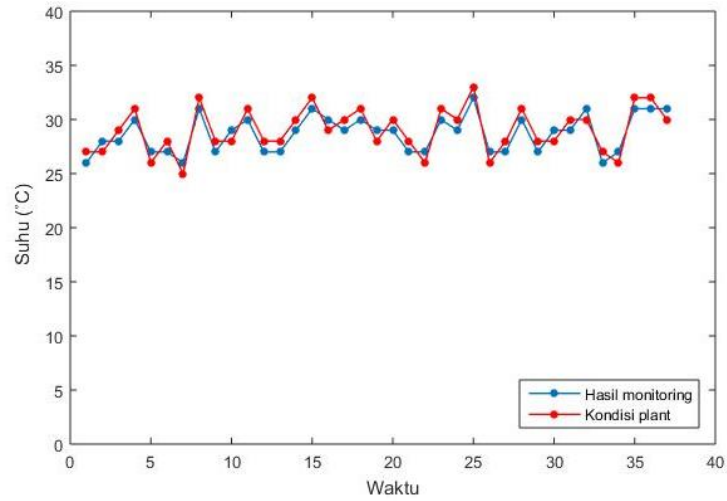
$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{N} \quad (4.1)$$

*Error* merupakan rata-rata selisih pembacaan parameter oleh sensor dan pembandingnya (alat ukur) dari setiap uji coba. Dari rata-rata *error* per uji coba kemudian didapatkan rata-rata total *error* dari 5 kali pengujian. Diketahui bahwa *error* untuk pembacaan suhu oleh DHT11 sebesar 0,62°C±0,05. *Error* untuk pembacaan kelembapan udara oleh DHT11 sebesar 6,15%±0,5. Kemudian *error* untuk pembacaan kelembapan tanah oleh YL-100 sebesar 2,99%±0,5. Karena nilai-nilai *error* yang didapat tidak terlalu besar maka program untuk pembacaan suhu dan kelembapan tidak memerlukan penambahan persamaan.

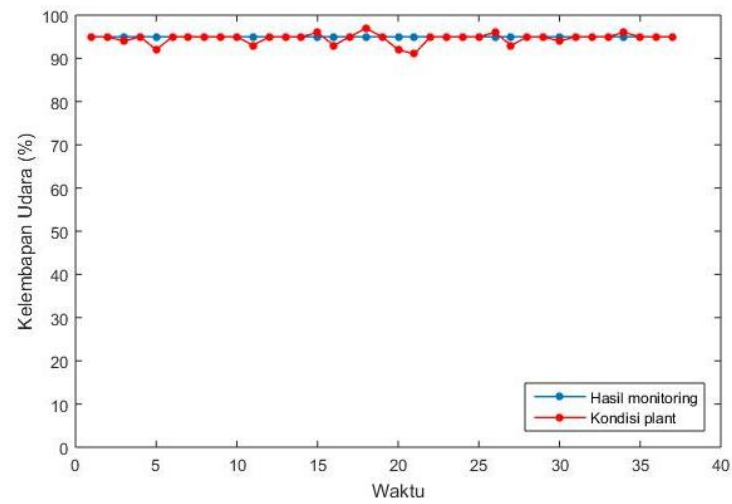
#### 4.2 Pengujian *monitoring* suhu dan kelembapan pada *Smart Greenhouse*

Pengujian *monitoring* parameter faktor lingkungan pada *Smart Greenhouse* dilakukan secara *real time*. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan hasil *monitoring* pada *smartphone*. Pengujian dilakukan selama beberapa jam dalam sehari pada waktu pagi, siang, sore, dan malam. Pengambilan *sample* dilakukan dengan jeda waktu selama 30 menit. Jeda waktu dipilih selama 30 menit agar perubahan nilai parameter sudah terlihat ada perubahan dan lebih jelas. Data *monitoring* parameter terlampir. Gambar 4.4 – Gambar 4.6 menunjukkan grafik perbandingan hasil *monitoring* parameter dengan kondisi *plant*. Gambar 4.7 menunjukkan contoh penampakan *monitoring* pada *smartphone Android*.

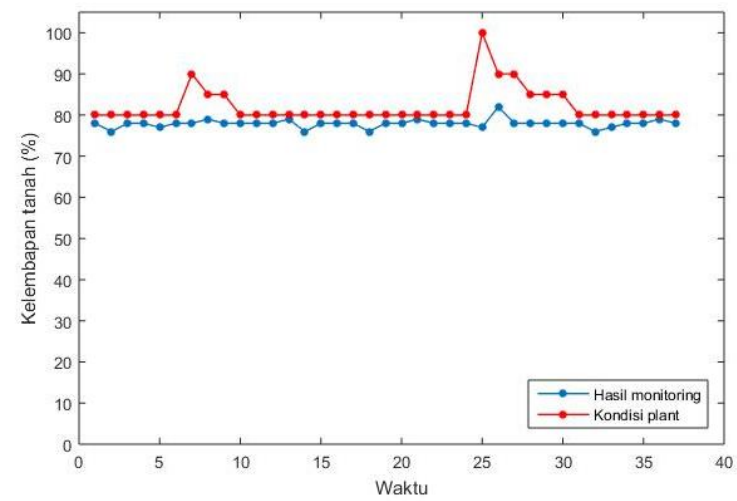




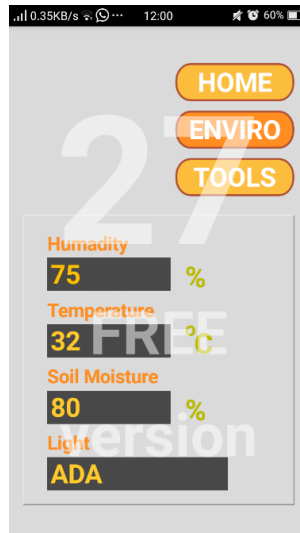
Gambar 4.4 Hasil pengujian *monitoring* suhu



Gambar 4.5 Hasil pengujian *monitoring* kelembapan udara



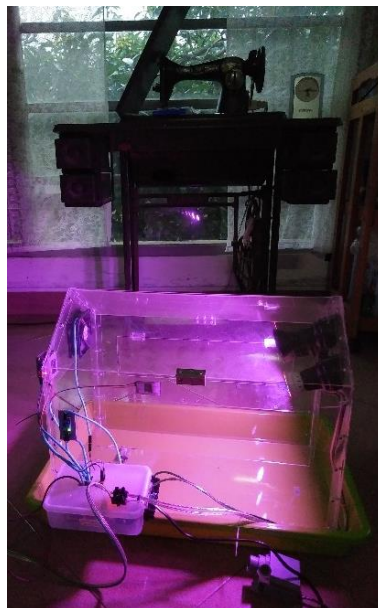
Gambar 4.6 Hasil pengujian *monitoring* kelembapan tanah



Gambar 4.7 Contoh *monitoring* yang ditampilkan pada *smartphone*

### 4.3 Pengujian *monitoring* dan otomatisasi *actuator* pada *Smart Greenhouse*

Pengujian *monitoring actuator* dilakukan bersamaan dengan pengujian *monitoring* parameter suhu, kelembapan dan cahaya matahari. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil *monitoring* pada *smartphone* dengan kondisi *actuator* pada *plant*. Data kondisi *actuator* pada *plant* didapatkan dengan cara pengamatan langsung. Pengujian dilakukan selama beberapa jam sehari dengan jeda waktu 30 menit. Data *monitoring actuator* terlampir. Gambar 4.8 menunjukkan kondisi lampu yang menyala saat pengujian.



Gambar 4.8 Otomatisasi lampu

Dari data yang didapat hasil perbandingan *monitoring actuator* dengan kondisi *actuator* telah bekerja sesuai yang diinginkan. *Error* ditemukan di beberapa kondisi yaitu pada kinerja lampu yang tidak cocok dengan hasil monitoring pada *smartphone*. Total data yang dibandingkan adalah sebanyak 296 data. Yang terdiri dari data kinerja lampu, kipas, pemanas, dan pompa masing-masing 37 pasang data. *Error* atau ketidakcocokan data hanya terjadi sebanyak 1 kali pada kinerja lampu.

Perhitungan presentase menggunakan persamaan berikut :

$$(\%) = \frac{\text{Total data} - \text{data error}}{\text{Total data}} \times 100\% \quad (4.2)$$

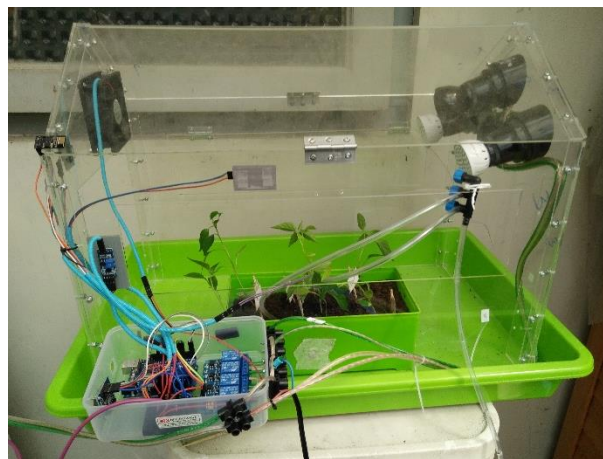
Pengujian otomatisasi *actuator* dilakukan dengan membandingkan kinerja *actuator* dengan syarat kondisi kerja yang dituliskan pada program. Data otomatisasi *actuator* terlampir. Tabel 4.2 menunjukkan secara singkat syarat kondisi yang tertulis pada program untuk otomatisasi *actuator*. Data yang dibandingkan adalah kinerja lampu sebanyak 37 data, kinerja kipas dan pemanas sebanyak 37 data dan kinerja pompa sebanyak 37 data. Setelah data-data tersebut dibandingkan dengan syarat kondisi kerjanya kemudian kesesuaian kinerja tersebut dirubah menjadi bentuk persentase menggunakan Persamaan 4.2. Hasil dari perhitungan tersebut adalah kipas dan pemanas telah berkerja 100% sesuai dengan parameter suhu. Begitu juga dengan pompa yang telah bekerja 100% sesuai dengan parameter kelembapan tanah. Untuk lampu bekerja 91,89% karena ada 3 kondisi lampu yang tidak bekerja sesuai dengan parameter cahaya.

Tabel 4.2 Kinerja otomatisasi *actuator*

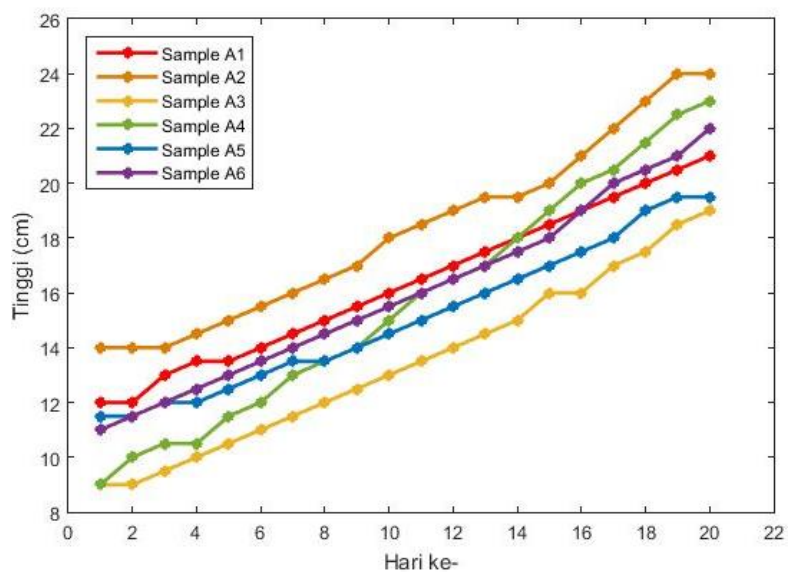
Sensor	Parameter	Nilai syarat	Aksi <i>actuator</i> pada <i>plant</i>	Kesesuaian syarat dengan aksi	Keterangan
DHT11	Suhu	$\leq 25^{\circ}\text{C}$	Kipas = OFF Pemanas = ON	100%	
		$\geq 32^{\circ}\text{C}$	Kipas = ON Pemanas = OFF		
YL-100	Kelembapan tanah	$\leq 50\%$	Pompa = ON Selama 15 detik	100%	Hanya bekerja pada pukul 07:00 dan 16:00
LDR	Cahaya	Ada cahaya (0)	Lampu = OFF	91,89%	Hanya bekerja dari pukul 06:00 – 18:00
		Tidak ada cahaya (1)	Lampu = ON		

#### 4.4 Pengujian kinerja alat

Pengujian kinerja alat dilakukan guna mengetahui pengaruh penggunaan *Smart Greenhouse* untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman cabai. Langkah-langkah pengujian kinerja alat dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 3.14. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman cabai. Pengukuran dilakukan setiap hari selama 20 hari. *Sample* yang digunakan adalah 2 kelompok *sample* batang tanaman cabai yang diberi nama *sample* A dan *sample* B. *Sample* A berisi 6 batang tanaman di rawat di dalam *Smart Greenhouse* secara otomatis yang ditunjukkan oleh Gambar 4.9. *Sample* B berisi 6 batang yang ditanam di luar *Smart Greenhouse* dan diberi perawatan sederhana (penyiraman 2 kali sehari) ditunjukkan oleh Gambar 4.11. Gambar 4.10 dan Gambar 4.12 menunjukkan grafik pertumbuhan tanaman cabai yang diukur dari ketinggiannya.



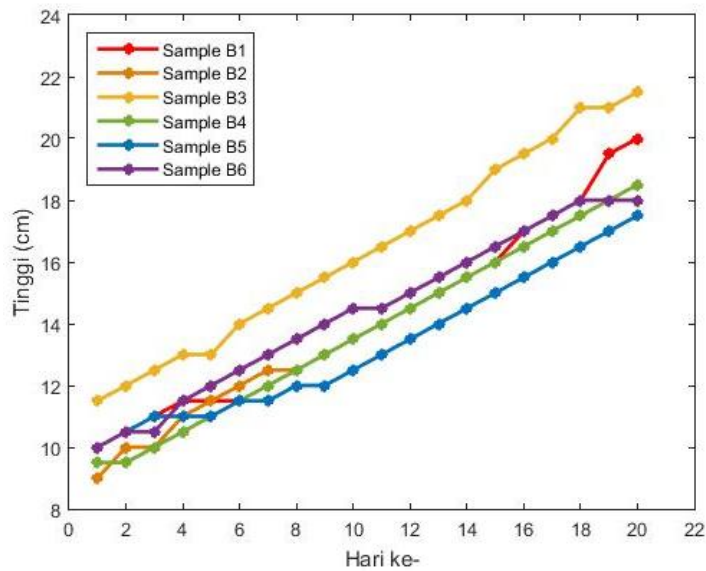
Gambar 4.9 Tanaman kelompok A (*sample* A1-A6)



Gambar 4.10 Ketinggian tanaman cabai di dalam *Smart Greenhouse*

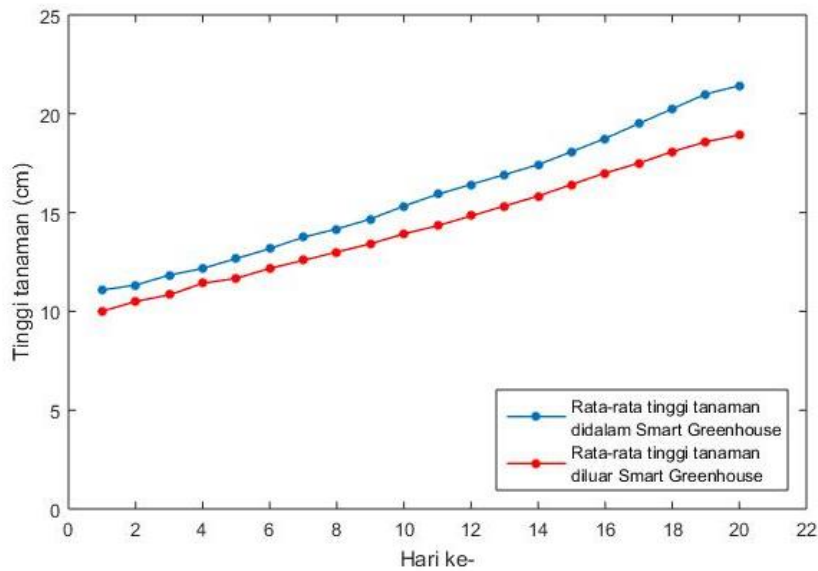


Gambar 4.11 Tanaman kelompok B (*sample B1-B6*)



Gambar 4.12 Ketinggian tanaman cabai di luar *Smart Greenhouse*

Data dari kedua grafik tersebut masing-masing dihitung rata-rata ketinggiannya menggunakan Persamaan 4.1. Tabel 4.3 dan Gambar 4.11 menunjukkan nilai rata-rata pertumbuhan tanaman cabai setiap hari pada masing-masing *sample*. Pada *Gambar 4.13* menunjukkan bahwa pada grafik tersebut terdapat 2 garis data. Garis biru menunjukkan nilai rata-rata ketinggian tanaman per hari yang ditanam di dalam *Smart Greenhouse* (*sample A1-A6*). Garis merah menunjukkan nilai rata-rata ketinggian tanaman per hari yang ditanam di luar *Smart Greenhouse* (*sample B1-B6*).



Gambar 4.13 Rata-rata pertumbuhan tanaman cabai

Tabel 4.3 Rata-rata pertumbuhan tanaman

Hari ke-	Rata-rata Sample A1-A6 (cm)	Rata-rata Sample B1-B6 (cm)	Hari ke-	Rata-rata Sample A1-A6 (cm)	Rata-rata Sample B1-B6 (cm)
1	11,08±0,05	10,00±0,05	11	15,92±0,05	14,33±0,05
2	11,33±0,05	10,50±0,05	12	16,42±0,05	14,83±0,05
3	11,83±0,05	10,83±0,05	13	16,92±0,05	15,33±0,05
4	12,17±0,05	11,42±0,05	14	17,42±0,05	15,83±0,05
5	12,67±0,05	11,67±0,05	15	18,08±0,05	16,42±0,05
6	13,17±0,05	12,17±0,05	16	18,75±0,05	17,00±0,05
7	13,75±0,05	12,58±0,05	17	19,50±0,05	17,50±0,05
8	14,17±0,05	13,00±0,05	18	20,25±0,05	18,08±0,05
9	14,67±0,05	13,42±0,05	19	21,00±0,05	18,58±0,05
10	15,33±0,05	13,92±0,05	20	21,42±0,05	18,92±0,05

$$Y = \text{sample hari 20} - \text{sample hari 1} \quad (4.3)$$

Setelah mendapat nilai rata-rata ketinggian tanaman per hari, kemudian diperlukan mencari nilai selisihnya. Selisih nilai ini dapat diketahui dengan mengurangi nilai ketinggian tanaman pada hari terakhir dengan nilai ketinggian tanaman pada hari pertama pengambilan data. Persamaan 4.3 menunjukkan persamaan untuk mencari nilai selisih ketinggian tanaman. Dari Persamaan 4.3 maka dapat ditentukan selisih nilai penanaman cabai di dalam *Smart Greenhouse* (*sample A*) adalah sebesar 10,33cm±0,05. Selisih nilai penanaman cabai di luar *Smart Greenhouse* (*sample B*) adalah sebesar 8,92cm±0,05. Dari kedua selisih nilai dapat dilihat bahwa selisih nilai pada *sample A* lebih besar dibanding dengan selisih nilai pada *sample B*.

$$Z = \frac{\text{sample hari 20} - \text{sample hari 1}}{\text{sample hari 1}} \times 100\% \quad (4.4)$$

Untuk memperjelas keefektifan kinerja alat maka dicari nilai persentase dari selisih nilai ketinggian tanaman yang didapat sebelumnya. Persamaan 4.4 menunjukkan persamaan untuk mencari nilai persentase selisih nilai tersebut. Dari Persamaan 4.4 maka dapat ditentukan nilai persentase untuk *sample A* sebesar 93,32%. Nilai persentase *sample B* sebesar 80,19%. Dari nilai yang diperoleh dapat dikatakan bahwa tanaman yang ditanaman di dalam *Smart Greenhouse* lebih efektif kecepatan pertumbuhannya.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

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

1. Pengujian otomatisasi *actuator* menghasilkan kerja kipas dan pemanas telah 100% sesuai dengan parameter suhu. Begitu juga dengan pompa yang telah bekerja 100% sesuai dengan parameter kelembapan tanah. Untuk lampu bekerja 91,89% karena ada 3 kondisi lampu yang tidak bekerja sesuai dengan parameter cahaya.
2. Pengendalian *actuator* berupa lampu, pompa, kipas dan pemanas melalui mikrokontroler dapat membantu mempengaruhi faktor lingkungan sesuai dengan yang diharapkan, sehingga penanaman tanaman cabai menjadi lebih efektif karena perbandingan selisih nilai penanaman di dalam *Smart Greenhouse* lebih besar daripada di luar *Smart Greenhouse*. Selisih nilai penanaman cabai di dalam *Smart Greenhouse* (*sample A*) adalah sebesar  $10,33\text{cm} \pm 0,05$  dengan nilai keefektifan pertumbuhan sebesar 93,32%. Selisih nilai penanaman cabai di luar *Smart Greenhouse* (*sample B*) adalah sebesar  $8,92\text{cm} \pm 0,05$  dengan nilai keefektifan pertumbuhan sebesar 80,19%.

#### 5.2 Saran

Dalam upaya pengembangan sistem *Smart Greenhouse* dalam penelitian selanjutnya disarankan:

1. Mengembangkan penelitian sistem *Smart Greenhouse* sampai tanaman berbuah dan dapat dilihat kualitas produksi buah cabainya.
2. Mengembangkan sistem *monitoring* pada *smartphone Android* menjadi sistem *online*, sehingga pengawasan tetap dapat dilakukan selama ada jaringan *internet* dan tidak terbatas jarak.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Marliah, M. Nasution, and Armin, "Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Cabai Merah Pada Media Tumbuh Yang Berbeda," *J. Floratek* 6, pp. 84–91, 2011.
- [2] D. Rizqi Nurfalach, "Budidaya Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*) di UPTD Perbibitan Tanaman Hortikultura Desa Pakopen Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang," p. 51, 2010.
- [3] Badan Pusat Statistik; Direktorat Jenderal Hortikultura, "Luas Panen Cabai Rawit Menurut Provinsi , 2012-2016," 2017.
- [4] Badan Pusat Statistik; Direktorat Jenderal Hortikultura, "Produktivitas Cabe Rawit Menurut Provinsi Tahun 2011-2015," 2017.
- [5] BKP-Kementan, "Perkembangan Neraca Bahan Makanan (NBM).," p. 48, 2017.
- [6] R. Vebriansyah, *Tingkatkan Produktivitas Cabai*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2018.
- [7] A. Khaldun, I. Arif, and F. Abbas, "Design and Implementation a Smart Greenhouse," *Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput.*, vol. 4, no. 8, pp. 335–347, 2015.
- [8] A. A. Awouda, A. H. Ahmed, and M. Kamal, "Intelligent Wireless Greenhouse Climate Management System," *Int. J. Eng.*, vol. 24, no. 1, pp. 83–86, 2015.
- [9] A. Gaikwad, A. Ghatge, H. Kumar, and K. Mudliar, "Monitoring of Smart Greenhouse," *Int. Res. J.*, vol. 3, no. 11, pp. 573–575, 2016.
- [10] W. A. Prayitno, A. Muttaqin, and D. Syauqy, "Sistem Monitoring Suhu , Kelembapan , dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan Blynk Android," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 4, pp. 292–297, 2017.
- [11] S. Yatmono, "Pengembangan Aplikasi User Interface Android untuk Pengukur Jarak berbasis Arduino dan Bluetooth," *J. Edukasi Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 134–138, 2017.
- [12] A. Kadir, *From Zero to A Pro Arduino*. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2015.
- [13] A. Abdullah, S. Hardhienata, and A. Chairunnas, "Model Pengaturan Suhu dan Kelembapan pada Ruang Jamur Tiram Menggunakan Sensor DHT11 dan Mikrokontroler."
- [14] C. P. Yahwe, Isnawaty, and L. M. F. Aksara, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Kelembapan Tanah melalui SMS Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman," *Semin. Nas. TIK*, vol. 2, no. 1, pp. 97–110, 2016.
- [15] M. F. Wicaksono and Hidayat, *Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino*. Bandung: Informatika Bandung, 2017.
- [16] B. Hendrik, M. Masril, and A. Moenir, "Pemanfaatan MIT APP Inventor 2 dalam Membangun Aplikasi Pengontrolan Kecepatan Putaran Motor Listrik."
- [17] A. Kadir, *Pemrograman Arduino dan Android menggunakan App Inventor*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2017.
- [18] A. D. Permadi, S. Hardhienata, and A. Chairunnas, "Model Sistem Penyiraman dan Penerangan Taman Menggunakan Soil Moisture Sensor dan RTC (Real Time Clock) Berbasis Arduino Uno," pp. 1–8, 2008.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1 : Data kalibrasi sensor YL-100 (kelembapan tanah)**

No.	Percobaan ke-	Kalibrator	Sensor	Error	Rata-rata
1	1	10%±0,5	0%±0,5	10%±0,5	3,30%±0,5
2		15%±0,5	8%±0,5	7%±0,5	
3		15%±0,5	13%±0,5	2%±0,5	
4		30%±0,5	31%±0,5	1%±0,5	
5		70%±0,5	73%±0,5	3%±0,5	
6		55%±0,5	58%±0,5	3%±0,5	
7		65%±0,5	65%±0,5	0%±0,5	
8		80%±0,5	81%±0,5	1%±0,5	
9		75%±0,5	72%±0,5	3%±0,5	
10		80%±0,5	83%±0,5	3%±0,5	
11	2	1%±0,5	5%±0,5	4%±0,5	5,00%±0,5
12		10%±0,5	20%±0,5	10%±0,5	
13		20%±0,5	27%±0,5	7%±0,5	
14		60%±0,5	55%±0,5	5%±0,5	
15		50%±0,5	46%±0,5	4%±0,5	
16		45%±0,5	38%±0,5	7%±0,5	
17		40%±0,5	36%±0,5	4%±0,5	
18		55%±0,5	61%±0,5	6%±0,5	
19		50%±0,5	61%±0,5	11%±0,5	
20		55%±0,5	51%±0,5	4%±0,5	
21		50%±0,5	48%±0,5	2%±0,5	
22		80%±0,5	80%±0,5	0%±0,5	
23		70%±0,5	71%±0,5	1%±0,5	
24		80%±0,5	85%±0,5	5%±0,5	
25		80%±0,5	85%±0,5	5%±0,5	
26	3	20%±0,5	20%±0,5	0%±0,5	2,17%±0,5
27		20%±0,5	21%±0,5	1%±0,5	
28		20%±0,5	23%±0,5	3%±0,5	
29		30%±0,5	32%±0,5	2%±0,5	
30		65%±0,5	62%±0,5	3%±0,5	
31		35%±0,5	35%±0,5	0%±0,5	
32		50%±0,5	54%±0,5	4%±0,5	
33		50%±0,5	50%±0,5	0%±0,5	
34		65%±0,5	69%±0,5	4%±0,5	
35		60%±0,5	68%±0,5	8%±0,5	
36		80%±0,5	80%±0,5	0%±0,5	
37		70%±0,5	71%±0,5	1%±0,5	

No.	Percobaan ke-	Kalibrator	Sensor	Error	Rata-rata
38	4	5%±0,5	4%±0,5	1%±0,5	1,81%±0,5
39		5%±0,5	4%±0,5	1%±0,5	
40		20%±0,5	20%±0,5	0%±0,5	
41		20%±0,5	23%±0,5	3%±0,5	
42		30%±0,5	32%±0,5	2%±0,5	
43		40%±0,5	38%±0,5	2%±0,5	
44		40%±0,5	36%±0,5	4%±0,5	
45		60%±0,5	61%±0,5	1%±0,5	
46		50%±0,5	55%±0,5	5%±0,5	
47		65%±0,5	62%±0,5	3%±0,5	
48		80%±0,5	81%±0,5	1%±0,5	
49		75%±0,5	72%±0,5	3%±0,5	
50		75%±0,5	76%±0,5	1%±0,5	
51		70%±0,5	71%±0,5	1%±0,5	
52		80%±0,5	81%±0,5	1%±0,5	
53		70%±0,5	70%±0,5	0%±0,5	
54	5	5%±0,5	4%±0,5	1%±0,5	2,67%±0,5
55		15%±0,5	20%±0,5	5%±0,5	
56		20%±0,5	20%±0,5	0%±0,5	
57		50%±0,5	55%±0,5	5%±0,5	
58		50%±0,5	49%±0,5	1%±0,5	
59		50%±0,5	44%±0,5	6%±0,5	
60		40%±0,5	45%±0,5	5%±0,5	
61		60%±0,5	60%±0,5	0%±0,5	
62		65%±0,5	67%±0,5	2%±0,5	
63		55%±0,5	51%±0,5	4%±0,5	
64		50%±0,5	52%±0,5	2%±0,5	
65		75%±0,5	78%±0,5	3%±0,5	
66		70%±0,5	71%±0,5	1%±0,5	
67		80%±0,5	85%±0,5	5%±0,5	
68		70%±0,5	70%±0,5	0%±0,5	

**Lampiran 2 : Data kalibrasi sensor DHT (suhu)**

No.	Percobaan ke-	Kalibrator	Sensor	Error	Rata-rata
1	1	21,6%±0,05	22%±0,05	0,4%±0,05	0,39%±0,05
2		21,8%±0,05	22%±0,05	0,2%±0,05	
3		21,9%±0,05	22%±0,05	0,1%±0,05	
4		22,1%±0,05	22%±0,05	0,1%±0,05	
5		22,2%±0,05	22%±0,05	0,2%±0,05	
6		22,5%±0,05	23%±0,05	0,5%±0,05	
7		23,3%±0,05	24%±0,05	0,7%±0,05	
8		23,3%±0,05	24%±0,05	0,7%±0,05	
9		23,4%±0,05	24%±0,05	0,6%±0,05	
10		23,5%±0,05	24%±0,05	0,5%±0,05	
11		24,5%±0,05	25%±0,05	0,5%±0,05	
12		24,7%±0,05	25%±0,05	0,3%±0,05	
13		24,7%±0,05	25%±0,05	0,3%±0,05	
14		24,7%±0,05	25%±0,05	0,3%±0,05	
15		24,8%±0,05	25%±0,05	0,2%±0,05	
16		24,8%±0,05	25%±0,05	0,2%±0,05	
17	2	26,4%±0,05	27%±0,05	0,6%±0,05	0,81%±0,05
18		27%±0,05	27%±0,05	0%±0,05	
19		27,1%±0,05	30%±0,05	2,9%±0,05	
20		27,3%±0,05	27%±0,05	0,3%±0,05	
21		27,7%±0,05	28%±0,05	0,3%±0,05	
22		28,4%±0,05	29%±0,05	0,6%±0,05	
23		28,8%±0,05	29%±0,05	0,2%±0,05	
24		28,9%±0,05	30%±0,05	1,1%±0,05	
25		29,1%±0,05	30%±0,05	0,9%±0,05	
26		30,8%±0,05	31%±0,05	0,2%±0,05	
27		31,3%±0,05	32%±0,05	0,7%±0,05	
28		32,8%±0,05	33%±0,05	0,2%±0,05	
29		33,7%±0,05	34%±0,05	0,3%±0,05	
30		34%±0,05	35%±0,05	1%±0,05	
31		34,6%±0,05	35%±0,05	0,4%±0,05	
32		42,2%±0,05	47%±0,05	4,8%±0,05	
33		42,5%±0,05	43%±0,05	0,5%±0,05	
34		44,9%±0,05	45%±0,05	0,1%±0,05	
35		45,7%±0,05	46%±0,05	0,3%±0,05	
36		47,1%±0,05	50%±0,05	2,9%±0,05	
37		50,2%±0,05	51%±0,05	0,8%±0,05	
38		54,6%±0,05	55%±0,05	0,4%±0,05	
39		54,7%±0,05	55%±0,05	0,3%±0,05	
40		58,9%±0,05	59%±0,05	0,1%±0,05	
41		59,2%±0,05	60%±0,05	0,8%±0,05	
42		59,3%±0,05	59%±0,05	0,3%±0,05	

No.	Percobaan ke-	Kalibrator	Sensor	Error	Rata-rata
43	3	30,7%±0,05	30%±0,05	0,7%±0,05	0,61%±0,05
44		31%±0,05	31%±0,05	0%±0,05	
45		31,7%±0,05	31%±0,05	0,7%±0,05	
46		32,5%±0,05	32%±0,05	0,5%±0,05	
47		32,9%±0,05	33%±0,05	0,1%±0,05	
48		34,1%±0,05	34%±0,05	0,1%±0,05	
49		35,5%±0,05	34%±0,05	1,5%±0,05	
50		36,9%±0,05	36%±0,05	0,9%±0,05	
51		37,2%±0,05	37%±0,05	0,2%±0,05	
52		37,3%±0,05	37%±0,05	0,3%±0,05	
53		37,5%±0,05	37%±0,05	0,5%±0,05	
54		37,9%±0,05	38%±0,05	0,1%±0,05	
55		38,1%±0,05	38%±0,05	0,1%±0,05	
56		38,3%±0,05	39%±0,05	0,7%±0,05	
57		39%±0,05	40%±0,05	1%±0,05	
58		39,6%±0,05	39%±0,05	0,6%±0,05	
59		39,7%±0,05	41%±0,05	1,3%±0,05	
60		40,3%±0,05	40%±0,05	0,3%±0,05	
61		40,6%±0,05	41%±0,05	0,4%±0,05	
62		41,1%±0,05	40%±0,05	1,1%±0,05	
63		41,1%±0,05	41%±0,05	0,1%±0,05	
64		41,7%±0,05	42%±0,05	0,3%±0,05	
65		42,5%±0,05	42%±0,05	0,5%±0,05	
66		45%±0,05	44%±0,05	1%±0,05	
67		45,8%±0,05	45%±0,05	0,8%±0,05	
68		46,1%±0,05	45%±0,05	1,1%±0,05	
69		46,4%±0,05	46%±0,05	0,4%±0,05	
70		46,8%±0,05	46%±0,05	0,8%±0,05	
71		47,4%±0,05	47%±0,05	0,4%±0,05	
72		48,8%±0,05	48%±0,05	0,8%±0,05	
73		49,8%±0,05	50%±0,05	0,2%±0,05	
74		50%±0,05	47%±0,05	3%±0,05	
75	51,6%±0,05	51%±0,05	0,6%±0,05		
76	51,7%±0,05	52%±0,05	0,3%±0,05		
77	53,4%±0,05	53%±0,05	0,4%±0,05		
78	55%±0,05	55%±0,05	0%±0,05		
79	55%±0,05	56%±0,05	1%±0,05		
80	55,4%±0,05	55%±0,05	0,4%±0,05		
81	4	27,8%±0,05	28%±0,05	0,2%±0,05	0,57%±0,05
82		30,4%±0,05	30%±0,05	0,4%±0,05	
83		32,1%±0,05	32%±0,05	0,1%±0,05	
84		32,7%±0,05	33%±0,05	0,3%±0,05	
85		32,9%±0,05	33%±0,05	0,1%±0,05	
86		33,3%±0,05	34%±0,05	0,7%±0,05	

No.	Percobaan ke-	Kalibrator	Sensor	Error	Rata-rata
87		33,7%±0,05	34%±0,05	0,3%±0,05	
88		33,9%±0,05	35%±0,05	1,1%±0,05	
89		34,4%±0,05	35%±0,05	0,6%±0,05	
90		35,2%±0,05	36%±0,05	0,8%±0,05	
91		35,6%±0,05	36%±0,05	0,4%±0,05	
92		36,3%±0,05	37%±0,05	0,7%±0,05	
93		36,6%±0,05	37%±0,05	0,4%±0,05	
94		36,7%±0,05	37%±0,05	0,3%±0,05	
95		38%±0,05	38%±0,05	0%±0,05	
96		38,4%±0,05	39%±0,05	0,6%±0,05	
97		38,4%±0,05	39%±0,05	0,6%±0,05	
98		39,5%±0,05	39%±0,05	0,5%±0,05	
99		40,1%±0,05	41%±0,05	0,9%±0,05	
100		41,3%±0,05	41%±0,05	0,3%±0,05	
101		42,1%±0,05	43%±0,05	0,9%±0,05	
102		42,7%±0,05	44%±0,05	1,3%±0,05	
103		43,3%±0,05	44%±0,05	0,7%±0,05	
104		45,7%±0,05	46%±0,05	0,3%±0,05	
105		45,8%±0,05	46%±0,05	0,2%±0,05	
106		47%±0,05	48%±0,05	1%±0,05	
107		48%±0,05	49%±0,05	1%±0,05	
108		49,2%±0,05	50%±0,05	0,8%±0,05	
109		50%±0,05	50%±0,05	0%±0,05	
110		50,5%±0,05	51%±0,05	0,5%±0,05	
111		50,8%±0,05	51%±0,05	0,2%±0,05	
112		52,8%±0,05	53%±0,05	0,2%±0,05	
113		50,1%±0,05	52%±0,05	1,9%±0,05	
114		51,3%±0,05	52%±0,05	0,7%±0,05	
115		54,3%±0,05	55%±0,05	0,7%±0,05	
116		54,4%±0,05	55%±0,05	0,6%±0,05	
117	55,7%±0,05	55%±0,05	0,7%±0,05		
118	5	50,1%±0,05	51%±0,05	0,9%±0,05	0,65%±0,05
119		49,3%±0,05	50%±0,05	0,7%±0,05	
120		48,7%±0,05	49%±0,05	0,3%±0,05	
121		47,6%±0,05	48%±0,05	0,4%±0,05	
122		36,7%±0,05	47%±0,05	10,3%±0,05	
123		45,7%±0,05	46%±0,05	0,3%±0,05	
124		44,9%±0,05	45%±0,05	0,1%±0,05	
125		44%±0,05	44%±0,05	0%±0,05	
126		43,2%±0,05	43%±0,05	0,2%±0,05	
127		42,6%±0,05	43%±0,05	0,4%±0,05	
128		42,1%±0,05	42%±0,05	0,1%±0,05	
129		41,6%±0,05	42%±0,05	0,4%±0,05	
130		41%±0,05	41%±0,05	0%±0,05	

No.	Percobaan ke-	Kalibrator	Sensor	Error	Rata-rata
131		40,3%±0,05	40%±0,05	0,3%±0,05	
132		39,1%±0,05	39%±0,05	0,1%±0,05	
133		38,6%±0,05	39%±0,05	0,4%±0,05	
134		38,2%±0,05	38%±0,05	0,2%±0,05	
135		37,9%±0,05	38%±0,05	0,1%±0,05	
136		37,5%±0,05	37%±0,05	0,5%±0,05	
137		36,6%±0,05	37%±0,05	0,4%±0,05	
138		36,2%±0,05	36%±0,05	0,2%±0,05	
139		35,9%±0,05	36%±0,05	0,1%±0,05	
140		35,7%±0,05	36%±0,05	0,3%±0,05	
141		35,5%±0,05	35%±0,05	0,5%±0,05	
142		34,9%±0,05	35%±0,05	0,1%±0,05	
143		34,7%±0,05	34%±0,05	0,7%±0,05	
144		34,5%±0,05	34%±0,05	0,5%±0,05	
145		34,2%±0,05	34%±0,05	0,2%±0,05	
146		34%±0,05	34%±0,05	0%±0,05	
147		33,8%±0,05	34%±0,05	0,2%±0,05	
148		33,7%±0,05	33%±0,05	0,7%±0,05	
149		33,6%±0,05	33%±0,05	0,6%±0,05	
150		33,4%±0,05	33%±0,05	0,4%±0,05	
151		33,2%±0,05	33%±0,05	0,2%±0,05	
152		32,8%±0,05	33%±0,05	0,2%±0,05	
153		32,1%±0,05	33%±0,05	0,9%±0,05	
154		31,4%±0,05	32%±0,05	0,6%±0,05	
155		30,8%±0,05	32%±0,05	1,2%±0,05	
156		30,4%±0,05	31%±0,05	0,6%±0,05	
157		30%±0,05	31%±0,05	1%±0,05	
158		29,8%±0,05	31%±0,05	1,2%±0,05	
159		29,4%±0,05	30%±0,05	0,6%±0,05	
160		29,2%±0,05	30%±0,05	0,8%±0,05	
161		29,1%±0,05	30%±0,05	0,9%±0,05	
162		29%±0,05	30%±0,05	1%±0,05	
163		28,8%±0,05	29%±0,05	0,2%±0,05	
164		28,5%±0,05	29%±0,05	0,5%±0,05	
165		28,4%±0,05	29%±0,05	0,6%±0,05	

**Lampiran 3 : Data kalibrasi sensor DHT (kelembapan udara)**

No.	Percobaan ke-	Kalibrator	Sensor	Error	Rata-rata
1	1	20%±0,5	22%±0,5	2%±0,5	6,50%±0,5
2		20%±0,5	21%±0,5	1%±0,5	
3		20%±0,5	22%±0,5	2%±0,5	
4		21%±0,5	24%±0,5	3%±0,5	
5		21%±0,5	26%±0,5	5%±0,5	
6		21%±0,5	28%±0,5	7%±0,5	
7		21%±0,5	30%±0,5	9%±0,5	
8		24%±0,5	31%±0,5	7%±0,5	
9		29%±0,5	35%±0,5	6%±0,5	
10		27%±0,5	36%±0,5	9%±0,5	
11		28%±0,5	37%±0,5	9%±0,5	
12		31%±0,5	38%±0,5	7%±0,5	
13		34%±0,5	41%±0,5	7%±0,5	
14		34%±0,5	43%±0,5	9%±0,5	
15		36%±0,5	44%±0,5	8%±0,5	
16		40%±0,5	46%±0,5	6%±0,5	
17		43%±0,5	46%±0,5	3%±0,5	
18		44%±0,5	52%±0,5	8%±0,5	
19		45%±0,5	54%±0,5	9%±0,5	
20		46%±0,5	57%±0,5	11%±0,5	
21		49%±0,5	57%±0,5	8%±0,5	
22		55%±0,5	58%±0,5	3%±0,5	
23		60%±0,5	69%±0,5	9%±0,5	
24		61%±0,5	73%±0,5	12%±0,5	
25		74%±0,5	77%±0,5	3%±0,5	
26		76%±0,5	81%±0,5	5%±0,5	
27		79%±0,5	84%±0,5	5%±0,5	
28		81%±0,5	90%±0,5	9%±0,5	
29		84%±0,5	93%±0,5	9%±0,5	
30		86%±0,5	95%±0,5	9%±0,5	
31		89%±0,5	95%±0,5	6%±0,5	
32		87%±0,5	95%±0,5	8%±0,5	
33		94%±0,5	95%±0,5	1%±0,5	
34		89%±0,5	95%±0,5	6%±0,5	
35	2	25%±0,5	25%±0,5	0%±0,5	8,15%±0,5
36		25%±0,5	25%±0,5	0%±0,5	
37		26%±0,5	23%±0,5	3%±0,5	
38		29%±0,5	22%±0,5	7%±0,5	
39		33%±0,5	23%±0,5	10%±0,5	
40		35%±0,5	26%±0,5	9%±0,5	
41		38%±0,5	29%±0,5	9%±0,5	
42		42%±0,5	34%±0,5	8%±0,5	
43		46%±0,5	37%±0,5	9%±0,5	



No.	Percobaan ke-	Kalibrator	Sensor	Error	Rata-rata
44		48%±0,5	42%±0,5	6%±0,5	
45		52%±0,5	47%±0,5	5%±0,5	
46		54%±0,5	53%±0,5	1%±0,5	
47		58%±0,5	59%±0,5	1%±0,5	
48		59%±0,5	65%±0,5	6%±0,5	
49		62%±0,5	74%±0,5	12%±0,5	
50		63%±0,5	81%±0,5	18%±0,5	
51		75%±0,5	87%±0,5	12%±0,5	
52		77%±0,5	95%±0,5	18%±0,5	
53		80%±0,5	95%±0,5	15%±0,5	
54		81%±0,5	95%±0,5	14%±0,5	
55		3	66%±0,5	58%±0,5	
56	47%±0,5		44%±0,5	3%±0,5	
57	44%±0,5		42%±0,5	2%±0,5	
58	44%±0,5		43%±0,5	1%±0,5	
59	37%±0,5		38%±0,5	1%±0,5	
60	35%±0,5		35%±0,5	0%±0,5	
61	33%±0,5		29%±0,5	4%±0,5	
62	31%±0,5		29%±0,5	2%±0,5	
63	34%±0,5		35%±0,5	1%±0,5	
64	35%±0,5		35%±0,5	0%±0,5	
65	36%±0,5		37%±0,5	1%±0,5	
66	36%±0,5		38%±0,5	2%±0,5	
67	37%±0,5		39%±0,5	2%±0,5	
68	37%±0,5		40%±0,5	3%±0,5	
69	37%±0,5		42%±0,5	5%±0,5	
70	38%±0,5		43%±0,5	5%±0,5	
71	39%±0,5		45%±0,5	6%±0,5	
72	45%±0,5		49%±0,5	4%±0,5	
73	42%±0,5		47%±0,5	5%±0,5	
74	53%±0,5		54%±0,5	1%±0,5	
75	52%±0,5		56%±0,5	4%±0,5	
76	56%±0,5		56%±0,5	0%±0,5	
77	59%±0,5		60%±0,5	1%±0,5	
78	58%±0,5		62%±0,5	4%±0,5	
79	61%±0,5		63%±0,5	2%±0,5	
80	59%±0,5		65%±0,5	6%±0,5	
81	60%±0,5	69%±0,5	9%±0,5		
82	68%±0,5	72%±0,5	4%±0,5		
83	77%±0,5	75%±0,5	2%±0,5		
84	79%±0,5	77%±0,5	2%±0,5		
85	80%±0,5	79%±0,5	1%±0,5		
86	81%±0,5	81%±0,5	0%±0,5		
87	82%±0,5	83%±0,5	1%±0,5		

No.	Percobaan ke-	Kalibrator	Sensor	Error	Rata-rata
88		82%±0,5	85%±0,5	3%±0,5	
89		83%±0,5	86%±0,5	3%±0,5	
90		84%±0,5	88%±0,5	4%±0,5	
91		87%±0,5	94%±0,5	7%±0,5	
92	4	26%±0,5	24%±0,5	2%±0,5	7,44%±0,5
93		26%±0,5	25%±0,5	1%±0,5	
94		27%±0,5	25%±0,5	2%±0,5	
95		28%±0,5	27%±0,5	1%±0,5	
96		30%±0,5	30%±0,5	0%±0,5	
97		31%±0,5	32%±0,5	1%±0,5	
98		34%±0,5	35%±0,5	1%±0,5	
99		36%±0,5	38%±0,5	2%±0,5	
100		39%±0,5	39%±0,5	0%±0,5	
101		41%±0,5	41%±0,5	0%±0,5	
102		44%±0,5	44%±0,5	0%±0,5	
103		46%±0,5	47%±0,5	1%±0,5	
104		48%±0,5	50%±0,5	2%±0,5	
105		51%±0,5	54%±0,5	3%±0,5	
106		52%±0,5	58%±0,5	6%±0,5	
107		54%±0,5	62%±0,5	8%±0,5	
108		63%±0,5	66%±0,5	3%±0,5	
109		64%±0,5	70%±0,5	6%±0,5	
110		65%±0,5	76%±0,5	11%±0,5	
111		66%±0,5	82%±0,5	16%±0,5	
112	67%±0,5	87%±0,5	20%±0,5		
113	68%±0,5	92%±0,5	24%±0,5		
114	69%±0,5	95%±0,5	26%±0,5		
115	70%±0,5	95%±0,5	25%±0,5		
116	70%±0,5	95%±0,5	25%±0,5		
117	5	32%±0,5	25%±0,5	7%±0,5	7,44%±0,5
118		31%±0,5	25%±0,5	6%±0,5	
119		31%±0,5	24%±0,5	7%±0,5	
120		31%±0,5	22%±0,5	9%±0,5	
121		32%±0,5	24%±0,5	8%±0,5	
122		32%±0,5	25%±0,5	7%±0,5	
123		32%±0,5	28%±0,5	4%±0,5	
124		32%±0,5	31%±0,5	1%±0,5	
125		33%±0,5	32%±0,5	1%±0,5	
126		34%±0,5	35%±0,5	1%±0,5	
127		36%±0,5	38%±0,5	2%±0,5	
128		39%±0,5	39%±0,5	0%±0,5	
129		42%±0,5	44%±0,5	2%±0,5	
130		44%±0,5	46%±0,5	2%±0,5	
131		47%±0,5	51%±0,5	4%±0,5	

No.	Percobaan ke-	Kalibrator	Sensor	Error	Rata-rata
132		49%±0,5	56%±0,5	7%±0,5	
133		51%±0,5	61%±0,5	10%±0,5	
134		53%±0,5	65%±0,5	12%±0,5	
135		55%±0,5	68%±0,5	13%±0,5	
136		61%±0,5	70%±0,5	9%±0,5	
137		63%±0,5	74%±0,5	11%±0,5	
138		64%±0,5	77%±0,5	13%±0,5	
139		69%±0,5	82%±0,5	13%±0,5	
140		70%±0,5	87%±0,5	17%±0,5	
141		78%±0,5	90%±0,5	12%±0,5	
142		82%±0,5	93%±0,5	11%±0,5	
143		83%±0,5	95%±0,5	12%±0,5	

#### Lampiran 4 : *IDE sketch* (program untuk Arduino UNO)

```
#include "DHT,h"
#define DHTTYPE DHT11
#include <RTCLib,h>
#include <Wire,h>
RTC_DS1307 rtc;
#define REMOTEXY_MODE__ESP8266_HARDSERIAL_POINT
#include <RemoteXY,h>

//====INTERFACE=====
// RemoteXY connection settings
#define REMOTEXY_SERIAL Serial
#define REMOTEXY_SERIAL_SPEED 115200
#define REMOTEXY_WIFI_SSID "Smart Greenhouse"
#define REMOTEXY_WIFI_PASSWORD "12345678"
#define REMOTEXY_SERVER_PORT 6377

// RemoteXY configurate
#pragma pack(push, 1)
uint8_t RemoteXY_CONF[] =
{ 255,0,0,48,0,127,1,8,30,5,
  130,1,3,36,57,61,3,30,130,1,
  3,36,57,61,2,30,129,0,6,41,
  50,14,1,90,83,77,65,82,84,0,
  67,4,8,45,26,7,2,78,26,11,
  67,4,8,59,26,7,2,79,26,11,
  129,0,8,40,18,4,2,2,72,117,
  109,97,100,105,116,121,0,129,0,8,
  54,11,4,2,2,84,101,109,112,101,
  114,97,116,117,114,101,0,67,4,8,
  73,26,7,2,79,26,11,129,0,8,
  68,19,4,2,2,83,111,105,108,32,
  77,111,105,115,116,117,114,101,0,129,
  0,37,46,5,6,2,91,37,0,129,
  0,39,60,4,6,2,91,67,0,129,
  0,37,58,2,4,2,91,111,0,67,
  4,8,87,38,7,2,79,26,11,129,
  0,8,82,10,4,2,2,76,105,103,
  104,116,0,129,0,37,74,5,6,2,
  91,37,0,129,0,6,56,32,9,1,
  90,71,82,69,69,78,0,131,1,35,
  4,25,8,1,2,31,72,79,77,69,
  0,131,0,35,14,25,8,2,2,31,
  69,78,86,73,82,79,0,131,0,35,
  24,25,8,3,2,31,84,79,79,76,
  83,0,129,0,6,66,32,9,1,90,
  72,79,85,83,69,0,65,2,11,40,
```

```

11,11,3,129,0,27,85,19,6,3,
2,80,111,109,112,97,0,129,0,27,
43,16,6,3,2,76,97,109,112,117,
0,129,0,27,71,16,6,3,2,75,
105,112,97,115,0,65,2,11,54,11,
11,3,65,2,11,68,11,11,3,129,
0,27,57,18,6,3,2,72,101,97,
116,101,114,0,65,2,11,82,11,11,
3,129,0,20,85,23,5,1,2,65,
77,77,82,73,84,65,0,129,0,18,
92,28,4,1,2,85,73,73,32,47,
32,49,52,53,50,52,48,51,51,0 };

```

// this structure defines all the variables of your control interface

struct

```

{
    // output variable
    char text_1[11]; // string UTF8 end zero
    char text_2[11]; // string UTF8 end zero
    char text_3[11]; // string UTF8 end zero
    char text_4[11]; // string UTF8 end zero
    uint8_t led_1_g; // =0,,255 LED Green brightness
    uint8_t led_2_g; // =0,,255 LED Green brightness
    uint8_t led_3_g; // =0,,255 LED Green brightness
    uint8_t led_4_g; // =0,,255 LED Green brightness
    uint8_t connect_flag; // =1 if wire connected, else =0

```

} RemoteXY;

#pragma pack(pop)

//===PIN=====

#define PinYL A0

#define PinLDR 11

#define PinDHT 10

#define Kipas 7

#define Pemanas 5

#define Pompa 6

#define Lampu 4

DHT dht(PinDHT, DHTTYPE);

//===DEKLARASI VARIABEL=====

int humadity, temperature, soilM, kelembapan, light, percentValue;

//===I/O=====

void setup()

{

RemoteXY\_Init ();

```

Serial,begin(115200);
Wire,begin();
rtc,begin();
if (! rtc,isrunning())
{
  Serial,println("RTC is NOT running!");
}
pinMode(Kipas,OUTPUT);
pinMode(Pompa,OUTPUT);
pinMode(Lampu,OUTPUT);
pinMode(Pemanas,OUTPUT);
pinMode(PinDHT,INPUT);
pinMode(PinYL,INPUT);
pinMode(PinLDR,INPUT);
}

//===SUHU & KELEMBAPAN UDARA=====
void bacaDHT()
{
  int humadity = dht,readHumidity();
  int temperature = dht,readTemperature();
  if(temperature<=25)
  {
    digitalWrite(Kipas,HIGH); //Kipas OFF
    RemoteXY,led_3_g = 0;
    digitalWrite(Pemanas,LOW); //Pemanas ON
    RemoteXY,led_2_g = 255;
  }
  else
  if(temperature>=32)
  {
    digitalWrite(Kipas,LOW); //Kipas ON
    RemoteXY,led_3_g = 255;
    digitalWrite(Pemanas,HIGH); //Pemanas OFF
    RemoteXY,led_2_g = 0;
  }
  itoa (humadity, RemoteXY,text_1, 10);
  itoa (temperature, RemoteXY,text_2, 10);
  Serial,print("Kelembapan Udara:");
  Serial,print(humadity);
  Serial,print("% ");
  Serial,print("Suhu Udara:");
  Serial,print(temperature);
  Serial,print("°C ");
}

//===KELEMBAPAN TANAH=====
// konversi nilai menjadi persen

```

```

int convert (int value)
{
  int percentValue;
  percentValue = map(value, 1023, 0, 0, 100);
  return percentValue;
}

void bacaYL()
{
  DateTime now = rtc.now();
  int kelembapan = analogRead(PinYL);
  int soilM = convert(kelembapan);
  if ( now,hour()>=7 && now,minute()>=0 && now,minute()<1 && now,second()<=7
    || now,hour()>=16 && now,minute()>=0 && now,minute()<1 && now,second()<=7
    )
  {
    digitalWrite(Pompa,LOW); //Pompa ON
    RemoteXY,led_4_g = 255;
  }
  else
  {
    digitalWrite(Pompa,HIGH); //Pompa OFF
    RemoteXY,led_4_g = 0;
  }
  itoa (soilM, RemoteXY,text_3, 10);
  Serial,print("Kelembapan Tanah:");
  Serial,print(soilM);
  Serial,print("% ");
}

//===INTENSITAS CAHAYA=====
void bacaLDR()
{
  DateTime now = rtc.now();
  int light = digitalRead(PinLDR);
  if (now,hour()>=18 && now,hour()<=6)
  {
    digitalWrite(Lampu,HIGH); // Lampu OFF
    strcpy (RemoteXY,text_4, "TIDAK ADA");
    RemoteXY,led_1_g = 0;
  }
  else
  if (light<1)
  {
    digitalWrite(Lampu,HIGH); // Lampu OFF
    strcpy (RemoteXY,text_4, "ADA");
    RemoteXY,led_1_g = 0;
  }
}

```

```

else
{
  digitalWrite(Lampu,LOW); // Lampu ON
  strcpy (RemoteXY,text_4, "TIDAK ADA");
  RemoteXY,led_1_g = 255;
}

Serial,print("Cahaya:");
Serial,println(light);
}

//===RTC=====
void jadwal()
{
  DateTime now = rtc,now();
  Serial,print(now,year(), DEC);
  Serial,print("/");
  Serial,print(now,month(), DEC);
  Serial,print("/");
  Serial,print(now,day(), DEC);
  Serial,print(" (");
  Serial,print(now,hour(), DEC);
  Serial,print(":");
  Serial,print(now,minute(), DEC);
  Serial,print(":");
  Serial,print(now,second(), DEC);
  Serial,print(")");
  Serial,println();

  delay(500);
}

//===LOOP=====
void loop()
{
  RemoteXY_Handler ();
  bacaDHT();
  bacaYL();
  bacaLDR();
  jadwal();
  delay(500);
}

```



## Lampiran 5 : Data produktivitas cabai 2012-2016

### Produktivitas Cabai Besar Menurut Provinsi, 2012-2016

No.	Provinsi/Province	(Ton/Ha)					Pertumbuhan/ Growth 2016 Over 2015 (%)
		Tahun/Year					
		2012	2013	2014	2015	2016	
1	Aceh	10,39	9,43	10,37	11,45	10,64	-7,08
2	Sumatera Utara	11,18	9,43	9,71	12,13	10,56	-12,98
3	Sumatera Barat	8,63	8,18	7,84	8,12	7,93	-2,27
4	Riau	4,76	4,92	4,98	4,17	6,89	65,43
5	Jambi	5,66	11,23	7,75	8,86	8,29	-6,43
6	Sumatera Selatan	3,38	2,51	2,49	2,29	4,71	106,12
7	Bengkulu	5,99	6,91	6,21	6,12	5,36	-12,45
8	Lampung	7,52	6,41	6,58	7,40	7,54	1,91
9	Kepulauan Bangka Belitung	7,00	8,44	8,51	9,46	7,11	-24,88
10	Kepulauan Riau	5,69	5,23	7,91	6,40	5,32	-16,85
11	DKI Jakarta	-	-	-	-	-	-
12	Jawa Barat	12,55	14,02	14,99	14,63	14,84	1,47
13	Jawa Tengah	5,73	6,34	6,63	7,29	6,96	-4,53
14	DI Yogyakarta	6,13	6,08	6,36	8,45	7,25	-14,20
15	Jawa Timur	7,08	7,56	8,01	6,31	7,04	11,52
16	Banten	7,95	8,81	9,97	9,73	10,35	6,35
17	Bali	12,03	13,70	14,01	11,54	13,30	15,22
18	Nusa Tenggara Barat	11,05	9,87	13,48	7,66	9,07	18,40
19	Nusa Tenggara Timur	3,69	1,63	2,12	1,21	2,57	113,17
20	Kalimantan Barat	3,00	4,40	3,12	3,00	4,89	63,24
21	Kalimantan Tengah	1,76	2,85	2,79	2,22	1,85	-16,73
22	Kalimantan Selatan	6,71	5,90	6,84	6,35	6,75	6,27
23	Kalimantan Timur	4,04	4,83	5,91	6,00	4,78	-20,28
24	Kalimantan Utara	-	-	-	5,73	7,37	28,61
25	Sulawesi Utara	4,74	8,10	6,22	8,72	5,92	-32,11
26	Sulawesi Tengah	4,33	3,20	5,59	6,44	5,45	-15,32
27	Sulawesi Selatan	5,77	7,46	7,87	8,32	8,04	-3,33
28	Sulawesi Tenggara	4,86	4,18	4,78	2,98	4,68	57,12
29	Gorontalo	3,36	4,24	2,76	3,20	3,12	-2,68
30	Sulawesi Barat	3,10	3,34	3,56	4,24	3,56	-16,00
31	Maluku	4,16	4,51	3,71	3,76	2,64	-29,59
32	Maluku Utara	1,59	2,65	5,33	1,62	1,48	-8,61
33	Papua Barat	3,92	1,90	1,63	1,06	3,40	220,68
34	Papua	5,28	4,64	4,50	4,22	6,85	62,17
<b>Indonesia</b>		<b>7,93</b>	<b>8,16</b>	<b>8,35</b>	<b>8,65</b>	<b>8,47</b>	<b>-2,05</b>

Sumber : Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura  
Keterangan : -) Data tidak tersedia

Lampiran 6 : Data produksi cabai 2012-2016  
**Produksi Cabai Besar Menurut Provinsi, 2012-2016**

No.	Provinsi/Province	Tahun/Year					Pertumbuhan/ Growth
		2012	2013	2014	2015	2016	2016 Over 2015 (%)
1	Aceh	51.411	42.427	50.189	52.908	45.449	-14,09
2	Sumatera Utara	197.409	161.933	147.810	187.833	152.630	-18,74
3	Sumatera Barat	57.671	60.981	59.390	63.402	68.224	7,61
4	Riau	9.954	9.089	9.355	7.393	12.002	62,34
5	Jambi	10.523	39.055	36.715	30.342	39.523	30,26
6	Sumatera Selatan	18.058	15.109	14.075	10.138	28.489	161,29
7	Bengkulu	30.338	40.001	46.167	41.367	35.773	-13,52
8	Lampung	42.437	35.233	32.260	31.272	34.788	11,24
9	Kepulauan Bangka Belitung	3.228	3.636	3.688	2.516	2.281	-9,34
10	Kepulauan Riau	2.235	1.852	3.434	2.389	1.959	-17,97
11	DKI Jakarta	-	-	-	-	-	-
12	Jawa Barat	201.384	250.914	253.296	240.864	242.113	0,52
13	Jawa Tengah	130.127	145.037	167.794	168.411	164.980	-2,04
14	DI Yogyakarta	16.457	17.134	17.759	23.388	24.482	4,68
15	Jawa Timur	99.670	101.691	111.022	91.135	95.539	4,83
16	Banten	6.339	5.841	6.798	6.608	8.405	27,18
17	Bali	13.785	15.431	20.349	14.138	12.966	-8,29
18	Nusa Tenggara Barat	7.182	6.398	20.652	11.227	12.041	7,25
19	Nusa Tenggara Timur	2.388	1.916	1.708	1.278	1.768	38,30
20	Kalimantan Barat	2.103	2.848	2.200	2.128	2.912	36,81
21	Kalimantan Tengah	747	1.013	944	643	615	-4,33
22	Kalimantan Selatan	5.489	5.094	7.418	5.903	8.816	49,36
23	Kalimantan Timur	5.361	6.471	8.008	5.094	3.367	-33,90
24	Kalimantan Utara	-	-	-	1.095	2.079	89,88
25	Sulawesi Utara	995	2.826	5.451	5.747	3.570	-37,88
26	Sulawesi Tengah	3.012	3.071	5.812	5.436	4.756	-12,52
27	Sulawesi Selatan	22.580	27.059	28.008	23.781	27.638	16,22
28	Sulawesi Tenggara	4.380	2.845	3.348	1.799	2.560	42,28
29	Gorontalo	370	419	301	221	153	-30,87
30	Sulawesi Barat	1.918	1.353	1.277	891	1.190	33,58
31	Maluku	1.450	2.183	1.891	2.009	1.444	-28,14
32	Maluku Utara	577	1.126	4.130	1.594	1.350	-15,27
33	Papua Barat	1.089	234	272	281	839	198,90
34	Papua	3.645	2.680	3.089	1.954	2.889	47,83
<b>Indonesia</b>		<b>954.310</b>	<b>1.012.879</b>	<b>1.074.602</b>	<b>1.045.182</b>	<b>1.045.587</b>	<b>0,04</b>

Sumber : Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura

Keterangan : -) Data tidak tersedia

## Lampiran 7 : Data luas panen cabai 2012-2016

### Luas Panen Cabai Besar Menurut Provinsi, 2012-2016

No.	Provinsi/Province	Tahun/Year					Pertumbuhan/ Growth
		2012	2013	2014	2015	2016	2016 Over 2015 (%)
1	Aceh	4.949	4.499	4.840	4.622	4.273	-7,55
2	Sumatera Utara	17.651	17.164	15.218	15.482	14.454	-6,64
3	Sumatera Barat	6.680	7.453	7.578	7.811	8.600	10,10
4	Riau	2.093	1.848	1.878	1.775	1.742	-1,86
5	Jambi	1.859	3.477	4.738	3.423	4.765	39,21
6	Sumatera Selatan	5.336	6.011	5.654	4.434	5.621	26,77
7	Bengkulu	5.065	5.791	7.432	6.759	6.676	-1,23
8	Lampung	5.640	5.500	4.905	4.229	4.616	9,15
9	Kepulauan Bangka Belitung	461	431	433	266	321	20,68
10	Kepulauan Riau	393	354	434	373	368	-1,34
11	DKI Jakarta	-	-	-	-	-	-
12	Jawa Barat	16.043	17.903	16.901	16.469	16.315	-0,94
13	Jawa Tengah	22.706	22.862	25.322	23.109	23.712	2,61
14	DI Yogyakarta	2.683	2.818	2.791	2.767	3.376	22,01
15	Jawa Timur	14.074	13.457	13.868	14.435	13.571	-5,99
16	Banten	797	663	682	679	812	19,59
17	Bali	1.146	1.126	1.452	1.225	975	-20,41
18	Nusa Tenggara Barat	650	648	1.532	1.466	1.328	-9,41
19	Nusa Tenggara Timur	647	1.177	806	1.059	687	-35,13
20	Kalimantan Barat	700	648	706	710	595	-16,20
21	Kalimantan Tengah	425	356	338	289	332	14,88
22	Kalimantan Selatan	818	863	1.085	930	1.307	40,54
23	Kalimantan Timur	1.327	1.339	1.356	849	704	-17,08
24	Kalimantan Utara	-	-	-	191	282	47,64
25	Sulawesi Utara	210	349	877	659	603	-8,50
26	Sulawesi Tengah	695	959	1.039	844	872	3,32
27	Sulawesi Selatan	3.915	3.625	3.561	2.859	3.437	20,22
28	Sulawesi Tenggara	902	680	701	604	547	-9,44
29	Gorontalo	110	99	109	69	49	-28,99
30	Sulawesi Barat	619	405	359	210	334	59,05
31	Maluku	349	480	510	535	546	2,06
32	Maluku Utara	364	425	775	987	915	-7,29
33	Papua Barat	278	123	167	265	247	-6,79
34	Papua	690	577	687	463	422	-8,86
<b>Indonesia</b>		<b>120.275</b>	<b>124.110</b>	<b>128.734</b>	<b>120.847</b>	<b>123.404</b>	<b>-6,13</b>

Sumber : Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura

Keterangan : -) Data tidak tersedia

## Lampiran 8 : Data perkembangan Neraca Bahan Makanan 2012-2017

### Perkembangan Neraca Bahan Makanan (NBM)

Kelompok : Sayur-sayuran

Komoditas : Cabe

Sumber : NBM, BKP-Kementan

URAIAN	TAHUN					
	2012	2013	2014	2015	2016 (s)	2017 (ss)
<b>A. Penyediaan (000 Ton)</b>	<b>1.787,00</b>	<b>1.872,00</b>	<b>2.047,00</b>	<b>2.117,00</b>	<b>2.183,00</b>	<b>2.082,00</b>
1. Produksi						
-Masukan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-Keluaran	1.657,00	1.726,00	1.875,00	1.915,00	1.962,00	2.060,00
2. Impor	133,00	148,00	175,00	208,00	225,00	28,00
3. Ekspor	3,00	2,00	3,00	6,00	4,00	6,00
4. Perubahan Stok	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>B. Pemakaian Dalam Negeri (000 Ton)</b>	<b>1.786,00</b>	<b>1.872,00</b>	<b>2.048,00</b>	<b>2.118,00</b>	<b>2.184,00</b>	<b>2.083,00</b>
1. Pakan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2. Bibit	13,00	13,00	15,00	15,00	16,00	15,00
3. Diolah untuk						
-Makanan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-Bukan Makanan	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
4. Tercecer	94,00	99,00	108,00	112,00	115,00	110,00
5. Bahan Makanan	1.679,00	1.760,00	1.925,00	1.990,00	2.053,00	1.958,00
<b>C. Ketersediaan per Kapita :</b>						
-Kilogram per Tahun	6,84	7,07	7,63	7,79	7,93	7,48
-Gram per hari	18,75	19,38	20,91	21,35	21,74	20,48
-Energi Kalori per Hari	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00
-Protein Gram per Hari	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,15
-Lemak Gram per Hari	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05

Keterangan: (s) status angka sementara;

(ss) status angka sangat sementara

**Lampiran 9 : Data rekapitulasi *monitoring* sensor dan *actuator* pada *interface***

No.	Jam	<i>Monitoring pada interface</i>							
		Sensor				<i>Actuator</i>			
		<i>Humadity</i>	<i>Temp.</i>	<i>Moist.</i>	<i>Light</i>	Lampu	Kipas	Pemanas	Pompa
1	04:00	95	26	78	Tidak ada cahaya	OFF	OFF	ON	OFF
2	04:30	95	28	76	Tidak ada cahaya	OFF	OFF	ON	OFF
3	05:00	95	28	78	Tidak ada cahaya	OFF	OFF	ON	OFF
4	05:30	95	30	78	Tidak ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
5	06:00	95	27	77	Ada cahaya	ON	OFF	ON	OFF
6	06:30	95	27	78	Ada cahaya	ON	OFF	ON	OFF
7	07:00	95	26	78	Ada cahaya	OFF	OFF	ON	ON
8	07:30	95	31	79	Ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
9	08:00	95	27	78	Ada cahaya	OFF	OFF	ON	OFF
10	08:30	95	29	78	Ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
11	09:00	95	30	78	Ada cahaya	OFF	OFF	ON	OFF
12	09:30	95	27	78	Ada cahaya	OFF	OFF	ON	OFF
13	10:00	95	27	79	Ada cahaya	OFF	OFF	ON	OFF
14	10:30	95	29	76	Ada cahaya	OFF	OFF	ON	OFF
15	11:00	95	31	78	Ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
16	11:30	95	30	78	Ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
17	12:00	95	29	78	Ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
18	12:30	95	30	76	Ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
19	13:00	95	29	78	Ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
20	13:30	95	29	78	Ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
21	14:00	95	27	79	Ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
22	14:30	95	27	78	Ada cahaya	OFF	OFF	ON	OFF
23	15:00	95	30	78	Ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
24	15:30	95	29	78	Ada cahaya	ON	ON	OFF	OFF
25	16:00	95	32	77	Ada cahaya	ON	ON	OFF	ON
26	16:30	95	27	82	Tidak ada cahaya	ON	OFF	ON	OFF
27	17:00	95	27	78	Tidak ada cahaya	ON	OFF	ON	OFF
28	17:30	95	30	78	Tidak ada cahaya	ON	ON	OFF	OFF
29	18:00	95	27	78	Tidak ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
30	18:30	95	29	78	Tidak ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
31	19:00	95	29	78	Tidak ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
32	19:30	95	31	76	Tidak ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
33	20:00	95	26	77	Tidak ada cahaya	OFF	OFF	ON	OFF
34	20:30	95	27	78	Tidak ada cahaya	OFF	OFF	ON	OFF
35	21:00	95	31	78	Tidak ada cahaya	OFF	ON	OFF	OFF
36	21:30	95	31	79	Tidak ada cahaya	OFF	OFF	ON	OFF
37	22:00	95	31	78	Tidak ada cahaya	OFF	OFF	ON	OFF

**Lampiran 10 : Data rekapitulasi *monitoring* sensor dan *actuator* pada *plant***

No	Jam	<i>Monitoring pada plant</i>							
		Sensor			<i>Light</i>	<i>Actuator</i>			
		<i>Humadity</i>	<i>Temp.</i>	<i>Moist.</i>		Lampu	Kipas	Pemanas	Pompa
1	04:00	95	27	80	Gelap	OFF	OFF	ON	OFF
2	04:30	95	27	80	Gelap	OFF	OFF	ON	OFF
3	05:00	94	29	80	Gelap	OFF	OFF	ON	OFF
4	05:30	95	31	80	Gelap	OFF	ON	OFF	OFF
5	06:00	92	26	80	Terang	ON	OFF	ON	OFF
6	06:30	95	28	80	Terang	ON	OFF	ON	OFF
7	07:00	95	25	90	Cerah	OFF	OFF	ON	ON
8	07:30	95	32	85	Cerah	OFF	ON	OFF	OFF
9	08:00	95	28	85	Cerah	OFF	OFF	ON	OFF
10	08:30	95	28	80	Cerah	OFF	ON	OFF	OFF
11	09:00	93	31	80	Cerah	OFF	OFF	ON	OFF
12	09:30	95	28	80	Cerah	OFF	OFF	ON	OFF
13	10:00	95	28	80	Cerah	OFF	OFF	ON	OFF
14	10:30	95	30	80	Cerah	OFF	OFF	ON	OFF
15	11:00	96	32	80	Cerah	OFF	ON	OFF	OFF
16	11:30	93	29	80	Cerah	OFF	ON	OFF	OFF
17	12:00	95	30	80	Cerah	OFF	ON	OFF	OFF
18	12:30	97	31	80	Cerah	OFF	ON	OFF	OFF
19	13:00	95	28	80	Cerah	OFF	ON	OFF	OFF
20	13:30	92	30	80	Cerah	OFF	ON	OFF	OFF
21	14:00	91	28	80	Cerah	OFF	ON	OFF	OFF
22	14:30	95	26	80	Cerah	OFF	OFF	ON	OFF
23	15:00	95	31	80	Cerah	OFF	ON	OFF	OFF
24	15:30	95	30	80	Mendung	ON/OFF	ON	OFF	OFF
25	16:00	95	33	100	Mendung	ON	ON	OFF	ON
26	16:30	96	26	90	Mendung	ON	OFF	ON	OFF
27	17:00	93	28	90	Mendung	ON	OFF	ON	OFF
28	17:30	95	31	85	Gelap	ON	ON	OFF	OFF
29	18:00	95	28	85	Gelap	OFF	ON	OFF	OFF
30	18:30	94	28	85	Gelap	OFF	ON	OFF	OFF
31	19:00	95	30	80	Gelap	OFF	ON	OFF	OFF
32	19:30	95	30	80	Gelap	OFF	ON	OFF	OFF
33	20:00	95	27	80	Gelap	OFF	OFF	ON	OFF
34	20:30	96	26	80	Gelap	OFF	OFF	ON	OFF
35	21:00	95	32	80	Gelap	OFF	ON	OFF	OFF
36	21:30	95	32	80	Gelap	OFF	OFF	ON	OFF
37	22:00	95	30	80	Gelap	OFF	OFF	ON	OFF

**Lampiran 11 : Data rekapitulasi pengukuran tinggi tanaman di dalam *Smart Greenhouse***

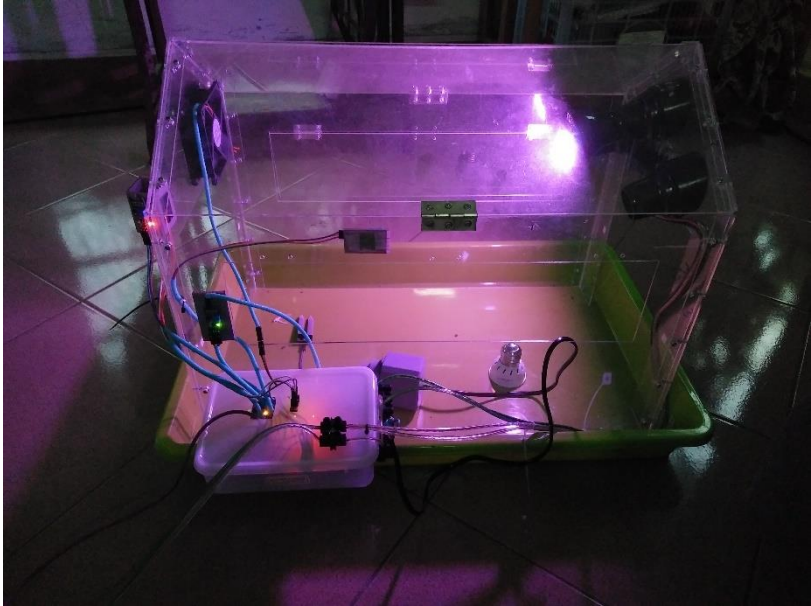
Hari ke-	Tinggi tanaman (cm)					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
1	12,0±0,05	14,0±0,05	9,0±0,05	9,0±0,05	11,5±0,05	11,0±0,05
2	12,0±0,05	14,0±0,05	9,0±0,05	10,0±0,05	11,5±0,05	11,5±0,05
3	13,0±0,05	14,0±0,05	9,5±0,05	10,5±0,05	12,0±0,05	12,0±0,05
4	13,5±0,05	14,5±0,05	10,0±0,05	10,5±0,05	12,0±0,05	12,5±0,05
5	13,5±0,05	15,0±0,05	10,5±0,05	11,5±0,05	12,5±0,05	13,0±0,05
6	14,0±0,05	15,5±0,05	11,0±0,05	12,0±0,05	13,0±0,05	13,5±0,05
7	14,5±0,05	16,0±0,05	11,5±0,05	13,0±0,05	13,5±0,05	14,0±0,05
8	15,0±0,05	16,5±0,05	12,0±0,05	13,5±0,05	13,5±0,05	14,5±0,05
9	15,5±0,05	17,0±0,05	12,5±0,05	14,0±0,05	14,0±0,05	15,0±0,05
10	16,0±0,05	18,0±0,05	13,0±0,05	15,0±0,05	14,5±0,05	15,5±0,05
11	16,5±0,05	18,5±0,05	13,5±0,05	16,0±0,05	15,0±0,05	16,0±0,05
12	17,0±0,05	19,0±0,05	14,0±0,05	16,5±0,05	15,5±0,05	16,5±0,05
13	17,5±0,05	19,5±0,05	14,5±0,05	17,0±0,05	16,0±0,05	17,0±0,05
14	18,0±0,05	19,5±0,05	15,0±0,05	18,0±0,05	16,5±0,05	17,5±0,05
15	18,5±0,05	20,0±0,05	16,0±0,05	19,0±0,05	17,0±0,05	18,0±0,05
16	19,0±0,05	21,0±0,05	16,0±0,05	20,0±0,05	17,5±0,05	19,0±0,05
17	19,5±0,05	22,0±0,05	17,0±0,05	20,5±0,05	18,0±0,05	20,0±0,05
18	20,0±0,05	23,0±0,05	17,5±0,05	21,5±0,05	19,0±0,05	20,5±0,05
19	20,5±0,05	24,0±0,05	18,5±0,05	22,5±0,05	19,5±0,05	21,0±0,05
20	21,0±0,05	24,0±0,05	19,0±0,05	23,0±0,05	19,5±0,05	22,0±0,05

**Lampiran 12 : Data rekapitulasi pengukuran tinggi tanaman di luar *Smart Greenhouse***







Hari ke-	Tinggi tanaman (cm)					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6
1	10,0±0,05	9,0±0,05	11,5±0,05	9,5±0,05	10,0±0,05	10,0±0,05
2	10,5±0,05	10,0±0,05	12,0±0,05	9,5±0,05	10,5±0,05	10,5±0,05
3	11,0±0,05	10,0±0,05	12,5±0,05	10,0±0,05	11,0±0,05	10,5±0,05
4	11,5±0,05	11,0±0,05	13,0±0,05	10,5±0,05	11,0±0,05	11,5±0,05
5	11,5±0,05	11,5±0,05	13,0±0,05	11,0±0,05	11,0±0,05	12,0±0,05
6	11,5±0,05	12,0±0,05	14,0±0,05	11,5±0,05	11,5±0,05	12,5±0,05
7	12,0±0,05	12,5±0,05	14,5±0,05	12,0±0,05	11,5±0,05	13,0±0,05
8	12,5±0,05	12,5±0,05	15,0±0,05	12,5±0,05	12,0±0,05	13,5±0,05
9	13,0±0,05	13,0±0,05	15,5±0,05	13,0±0,05	12,0±0,05	14,0±0,05
10	13,5±0,05	13,5±0,05	16,0±0,05	13,5±0,05	12,5±0,05	14,5±0,05
11	14,0±0,05	14,0±0,05	16,5±0,05	14,0±0,05	13,0±0,05	14,5±0,05
12	14,5±0,05	14,5±0,05	17,0±0,05	14,5±0,05	13,5±0,05	15,0±0,05
13	15,0±0,05	15,0±0,05	17,5±0,05	15,0±0,05	14,0±0,05	15,5±0,05
14	15,5±0,05	15,5±0,05	18,0±0,05	15,5±0,05	14,5±0,05	16,0±0,05
15	16,0±0,05	16,0±0,05	19,0±0,05	16,0±0,05	15,0±0,05	16,5±0,05
16	17,0±0,05	16,5±0,05	19,5±0,05	16,5±0,05	15,5±0,05	17,0±0,05
17	17,5±0,05	17,0±0,05	20,0±0,05	17,0±0,05	16,0±0,05	17,5±0,05
18	18,0±0,05	17,5±0,05	21,0±0,05	17,5±0,05	16,5±0,05	18,0±0,05
19	19,5±0,05	18,0±0,05	21,0±0,05	18,0±0,05	17,0±0,05	18,0±0,05
20	20,0±0,05	18,0±0,05	21,5±0,05	18,5±0,05	17,5±0,05	18,0±0,05



Lampiran 13 : Dokumentasi *build-up Smart Greenhouse* untuk penelitian



**Lampiran 14 : Foto perkembangan pertumbuhan tanaman cabai**

No.	Hari ke -	Pertumbuhan tanaman cabai di dalam <i>Smart Greenhouse</i>	Pertumbuhan tanaman cabai di luar <i>Smart Greenhouse</i>
1	2		
2	8		
3	12		
4	19	