

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Alat

Urutan kegiatan pada pembuatan alat dibuat untuk memudahkan proses pembuatan dan pengujian alat, sehingga proses pembuatan alat dapat dilakukan secara sistematis. Urutan kegiatan yang dilakukan dalam pembuatan alat sebagai berikut:

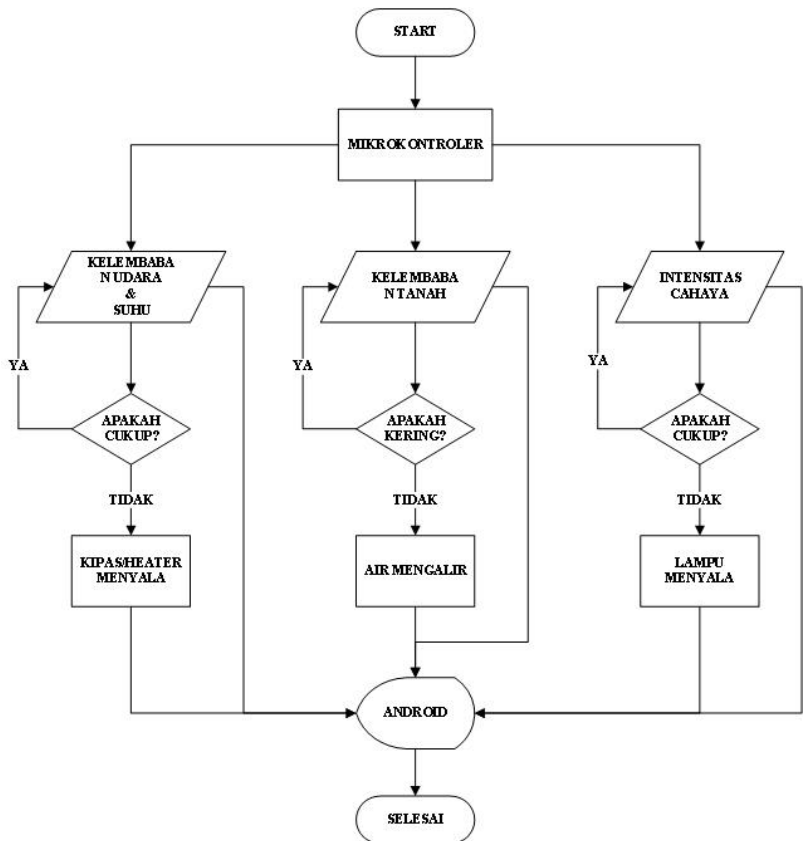
1. Menentukan ide perancangan.
2. Mempelajari literatur.
3. Menyusun latar belakang, batasan masalah.
4. Membuat konsep desain awal.
5. Menyusun proposal.
6. Merancang rangkaian hardware dan software.
7. Membuat rangkaian dan mengujinya.
8. Menguji peralatan dan ambil data.
9. Menghitung kesalahan atau error dari kinerja.

4.2 Pengujian Alat

4.2.1 Diagram Alir Kerja Alat

Pada sub bab pengujian alat, diperlukan metode alur kerja dari suatu alat, yakni dengan memberikan gambaran umum tentang proses yang akan dilakukan dalam pengujian alat

yang telah dibuat. Terdapat dua mode pada alat yang akan diujin yaitu mode otomatis dan mode manual.



Gambar 4. 1 Mode Otomatis

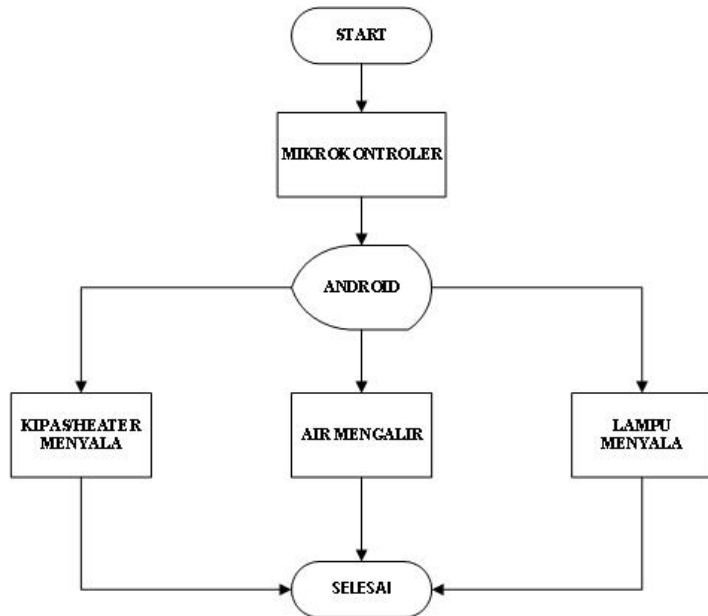
a. Mode Otomatis

Keterangan dari alur diagram kerja alat di atas adalah:

1. Saat power dihidupkan, mikrokontroler akan menyala

2. Sensor akan menyala dan mengolah data mengenai parameter yang terdapat pada lingkungan untuk dikirimkan kembali ke mikrokontroler.
3. Terdapat dua kondisi jika parameter tiap sensor mencukupi nilai batas minimal dan maksimal, maka sensor akan bekerja. Akan tetapi jika sensor membaca nilai parameter ruangan di bawah maupun di atas nilai batas minimal dan maksimal, maka akan menyalakan actuator untuk membuat parameter ruangan menjadi normal.
4. Semua kegiatan dalam pembacaan nilai parameter ruangan akan dikirimkan ke android untuk dilakukan monitoring.

b. Mode Manual



Gambar 4. 2 Mode Manual

Keterangan dari alur diagram kerja di atas adalah:

1. Ketika tombol power dinyalakan, mikrokontroler dan android akan menyala.
2. Didalam menu android, terdapat tombol yang dapat digunakan untuk menyalakan atau mematikan actuator yang terdapat dalam ruangan secara manual.

4.2.2 Pengujian Mekanik

Pada pengujian ini, dilakukan dengan cara melihat secara keseluruhan mekanik dari hasil desain yang telah dibuat,

yang dapat dilihat pada gambar 3.5 di atas. Setelah itu dilakukan percobaan dengan menyalakan semua aktuator yang sudah terpasang pada *smart greenhouse* ini. Gambar 4.1 menunjukkan ketika mekanik yang terpasang aktuator dalam keadaan on.



Gambar 4. 3 Hasil jadi mekanik ketika aktuator on

4.2.3 Pengujian Power Supply

Pada pengujian rangkaian mikrokontroler dan alat, terdapat proses pengujian kemampuan power supply yang dimana berfungsi sebagai penghasil dan penyuplai tegangan langsung ke dalam unit yang membutuhkan tegangan, dengan cara mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Pada sub bab 4.2.2 kali ini, terdapat 2 pengujian, yakni untuk mikrokontroler & relay, dan aktuator.

Pengujian power supply yang pertama adalah menggunakan catu daya sebesar 5V DC, tegangan 5V DC ini digunakan untuk memberikan catu daya ke Arduino dan relay 5V DC. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali menggunakan Multimeter, sehingga dapat diperoleh V rata-rata yang bekerja pada Arduino dan relay tersebut.

Tabel 4. 1 Pengujian tegangan power supply arduino dan relay

Pengukuran ke -	Tegangan
1	5,1 V
2	4,9 V
3	4,9 V
4	5,1 V
5	4,9 V
Rata-rata	4,98 V

Selain itu juga terdapat pengujian power supply yang digunakan untuk memberikan catu daya ke aktuator *smart greenhouse*. Yakni aktuator kipas angin, dan aktuator pompa air. Aktuator tersebut mempunyai spesifikasi tegangan yang dibutuhkan adalah 12 V DC. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali dan diukur menggunakan Multimeter, sehingga dapat diketahui V rata-rata yang dikeluarkan untuk catu daya aktuator tersebut.

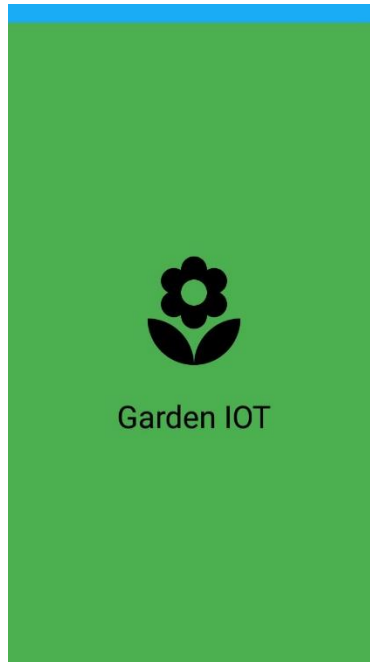
Tabel 4. 2 Pengujian tegangan power supply aktuator

Pengukuran ke -	Tegangan
1	12,0 V
2	12,1 V
3	11,9 V
4	11,9 V
5	12,0 V
Rata-rata	11,98 V

4.2.4 Pengujian Software

Pada pengujian kali ini, program pada sistem dibuat dengan tujuan sistem dapat menjaga kondisi ruang *greenhouse* agar sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Pada sistem ini, kondisi yang dikendalikan ialah kondisi suhu & kelembaban udara, intensitas cahaya, dan kelembaban tanah pada ruang *greenhouse* agar tanaman dapat bertumbuh dengan baik.

Berikut adalah tampilan utama pada aplikasi rancangan android untuk memonitoring kegiatan yang terdapat pada ruang *greenhouse*.



Gambar 4. 4 Tampilan utama aplikasi android

4.2.5 Pengujian Koneksi WiFi

Pengujian koneksi perangkat wifi ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sambungan antara Smartphone dengan hardware dapat tersambung dengan baik.

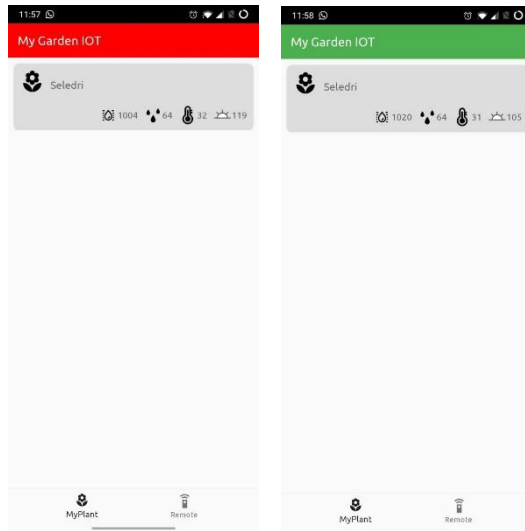
Untuk pemrograman pada android mengenai pengujian koneksi dapat dilihat pada gambar 4.3 di bawah ini.

```

92      final Toolbar toolbar = (Toolbar) findViewById(R.id.toolbar);
93      toolbar.setTitleTextColor(Color.WHITE);
94      toolbar.setTitle("My Garden IOT");
95      timeConnect= (savedInstanceState == null)?0:Integer.valueOf(savedInstanceState.getString( key: "timeConnect"));
96      final Handler handler= new Handler();
97      handler.postDelayed(new Runnable() {
98          @Override
99          public void run() {
100              if(System.currentTimeMillis()-timeConnect>20000){
101                  toolbar.setBackgroundResource(R.color.red);
102              }
103              else{
104                  toolbar.setBackgroundResource(R.color.yellowbackgrounddarker);
105              }
106          }
107          handler.postDelayed( this, delayMillis: 2000);
108      }, delayMillis: 2000);
109  }
110  }

```

(a)



(b)

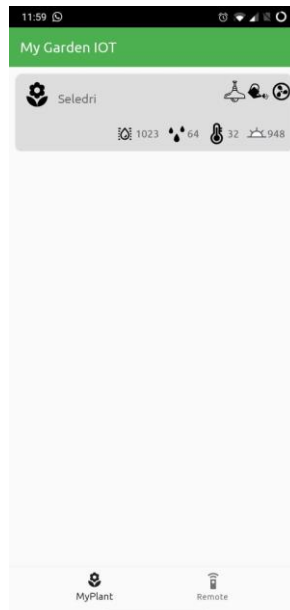
(c)

Gambar 4. 5 (a) Program untuk menyambungkan ke internet, (b) Aplikasi ketika tidak tersambung internet, (c) Aplikasi ketika tersambung internet

Hasil pengujian koneksi pada aplikasi android dapat dilihat pada gambar 4.3 di atas. Ketika aplikasi menyala pertama kali, maka baris kotak di bagian atas akan berwarna merah, itu berarti belum ada koneksi yang tersambung dengan internet. Apabila sudah tersambung dengan internet, maka baris kotak yang di atas akan berubah menjadi warna hijau.

4.2.6 Sistem Pengontrolan Otomatis dan Manual

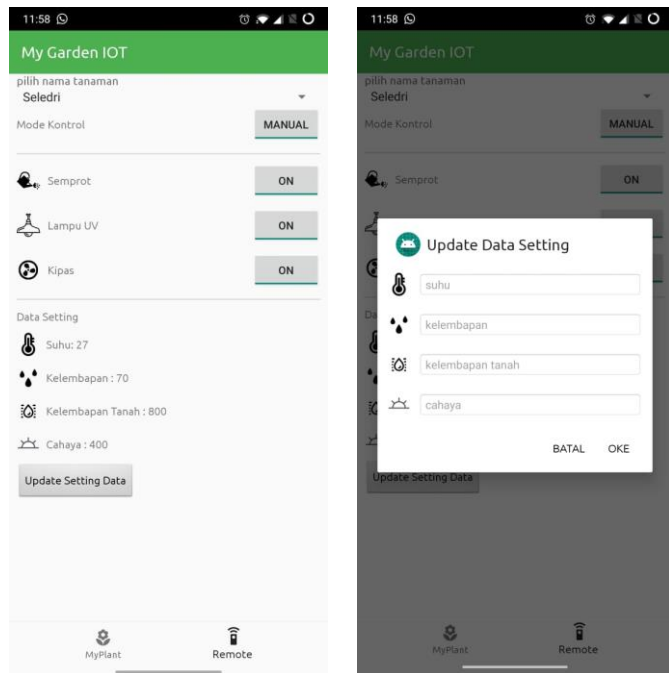
Di dalam pengujian kali ini, dapat diketahui bagaimana sistem bekerja secara otomatis dan manual.



Gambar 4. 6 Sistem otomatis aplikasi android

Dari gambar di atas, di dalam aplikasi pada bagian sistem otomatis, android akan menampilkan sejumlah informasi mengenai situasi dalam keadaan *greenhouse*. Dapat dilihat di bagian pojok kanan atas terdapat logo lampu, pompa, dan kipas, itu menandakan bahwa seluruh aktuator sedang bekerja, sesuai dengan perintah masukan dari *setpoint* pada sensor agar aktuator dapat bekerja. Selain terdapat logo di atas, terdapat pula beberapa informasi mengenai nilai-nilai yang didapat dari sensor yang akan ditampilkan pada aplikasi, diantaranya terdapat kelembaban tanah, kelembaban udara, suhu ruangan serta intensitas cahaya sekitar.

Dapat dilihat pada gambar 4.4 diatas, merupakan tampilan secara *remote* atau manual, pada gambar 4.5 (a), terdapat beberapa informasi mengenai pilihan mode pengontrolan secara otomatis ataupun manual. Apabila dipilih secara manual, maka pengguna dapat secara manual menyalakan atau mematikan ketiga aktuator tersebut.



Gambar 4. 7 Sistem manual pada aplikasi android

Sedangkan pada gambar 4.5 (b), terdapat tombol “Update Setting Data”. Apabila tombol tersebut ditekan, maka akan muncul input untuk merubah setpoint yang diinginkan sesuai keinginan pengguna dan data akan dikirim ke

mikrokontroler, maka secara otomatis sensor akan merubah nilai setpoint

4.2.7 Pengujian Sensor

1. Sensor DHT11

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui modul sensor berfungsi dengan baik atau tidak. Dapat membaca nilai suhu dan kelembaban udara pada ruang *greenhouse* yang diterima oleh sensor melewati mikrokontroler secara *realtime*. *Greenhouse* diletakkan di ruang tamu dengan keadaan suhu dan kelembaban yang cukup.

```
if(millis()-timeDht>time_dht){  
    timeDht=millis();  
    temp=dht.readTemperature();  
    humi=dht.readHumidity();
```

Gambar 4. 8 Program Pembacaan Sensor DHT11

Gambar 4.8 di atas merupakan program perintah sensor untuk melakukan pembacaan suhu dan kelembaban udara di ruang *greenhouse*. Dengan melakukan pembacaan tiap 1000 ms atau 1 detik maka sensor akan melakukan pembacaan pada ruang *greenhouse*.

Berikut adalah tampilan suhu dan kelembaban udara yang dapat dilihat pada aplikasi ketika sensor di program untuk mengetahui kinerja dari sensor tersebut.

Tabel 4. 3 Tabel pengujian dan perbandingan sensor suhu dan kelembaban udara

Waktu	Sensor DHT11		Hygrometer	
	Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)
09.00	32	79	31	81
11.00	33	66	31	67
13.00	33	61	32	64
15.00	33	63	31	67
17.00	32	70	30	73
19.00	31	72	29	73
21.00	30	74	29	76
23.00	30	77	28	79
04.00	29	83	27	85
05.00	28	83	26	85
06.00	28	85	27	86
07.00	29	82	27	85
08.00	31	78	28	80

Pada tabel di atas dapat dilihat beberapa nilai yang dihasilkan oleh sensor DHT11 serta Hyangrometer sebagai pembanding yang diletakkan di dalam ruang *smart greenhouse*.

Dari kedua pembacaan alat di atas, dapat diketahui bahwa pembacaan sensor dari DHT 11 tidak terlalu jauh dengan pembandingnya, yakni Hyangrometer. Pada pembacaan suhu dari sensor DHT11, mempunyai rata-rata eror sebesar kurang lebih 2°C, sedangkan nilai pembacaan kelembaban udara mempunyai rata-rata eror sebesar 2,15%. Dari nilai di atas, dapat disimpulkan bahwa setting untuk pengaturan suhu dan kelembaban udara dapat di atur di nilai 31°C dan kelembaban udara pada nilai 70%. Diharapkan apabila sensor mendeteksi nilai ruang melebihi suhu dan nilai kelembaban di bawah setting yang ditentukan, maka mikrokontroler dapat memerintahkan aktuator kipas angin untuk bekerja agar nilai *setpoint* dapat terpenuhi.

2. Sensor LDR

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui modul sensor berfungsi dengan normal atau tidak. Serta dapat membaca nilai tinggi rendahnya cahaya yang diterima oleh sensor melewati mikrokontroler. Berikut adalah program yang

digunakan untuk melakukan pembacaan pada sensor YL-69 dan sensor LDR.

```
if(millis()-timeAdc>time_adc){  
    timeAdc=millis();  
    humiTanah=analogRead(HUMIPIN);  
    light=1023-analogRead(LDRPIN);  
  
}
```

Gambar 4. 9 Program pembacaan sensor LDR dan YL-69

Pada pengujian kali ini adalah nilai ADC dari cahaya yang diterima sensor pada beberapa nilai cahaya, semakin besar nilai ADC maka semakin terang cahaya yang dipancarkan yang diterima oleh sensor. Untuk mengetahui proses nilai yang terbaca pada sensor, kemudian akan diambil nilai untuk menentukan *setpoint* pada sistem.

Tabel 4. 4 Pengujian sensor LDR terhadap cahaya

Waktu	Nilai Baca Sensor LDR	Nilai Resistansi (Ω)	Waktu	Nilai Baca Sensor LDR	Nilai Resistansi (Ω)
06.00	213	7, 31 k	18.00	528	6, 91 k
07.00	380	5, 92 k	19.00	67	10,22 k
08.00	514	6,63 k	20.00	48	10,31 k
09.00	720	2,97 k	21.00	45	10,36 k
10.00	736	2,61 k	22.00	17	11,21 k
11.00	740	2,49 k	23.00	9	11,36 k
12.00	403	5, 73 k	24.00	0	11,47 k
13.00	396	5, 81 k	01.00	0	11,47 k
14.00	417	5, 68 k	02.00	0	11,47 k
15.00	362	5, 89 k	03.00	0	11,47 k
16.00	119	9, 37 k	04.00	11	11,24 k
17.00	96	9, 85 k	05.00	5	11, 41 k

Pada tabel 4.4 diatas, diketahui beberapa nilai yang berbeda ketika sensor menerima cahaya sedikit atau banyak. Sehingga dapat diambil nilai untuk menentukan *setpoint* pada sistem. Nilai batas yang diterapkan pada sistem untuk sensor LDR agar dapat mengatur aktuator adalah 115. Dengan harapan ketika *greenhouse* berada pada tempat yang minim atau kekurangan cahaya dengan nilai dibawah *setpoint*, maka aktuator yang telah terintegrasi dengan sensor dapat bekerja dengan baik

3. Sensor YL-69

Pada pengujian kali ini bertujuan untuk mengetahui sensor kelembaban tanah yaitu YL-69 dapat bekerja dengan normal atau tidak. Serta dapat membaca nilai tinggi rendahnya suatu kelembaban tanah yang dibaca oleh sensor, kemudian dikirimkan melalui mikrokontroler.

Seperti halnya sensor kelembaban udara, pada kali ini dilakukan pengujian untuk melihat sensitivitas sensor kelembaban tanah, kemudian akan diambil nilai untuk menentukan *setpoint* pada sistem. Untuk pemrograman pada sensor YL-69 ini adalah sama dengan pada gambar 4.7. Pengujian sensor ini dilakukan dengan cara menyediakan tanah dengan berbagai kondisi dari sangat kering hingga sangat basah, sehingga nanti dapat diambil kesimpulan sebagai acuan untuk menentukan nilai kelembaban tanah pada tanaman.

No.	Nilai Baca Sensor Kelembaban Tanah
1	1018
2	814

Tabel

3	639
4	506
5	366
6	217

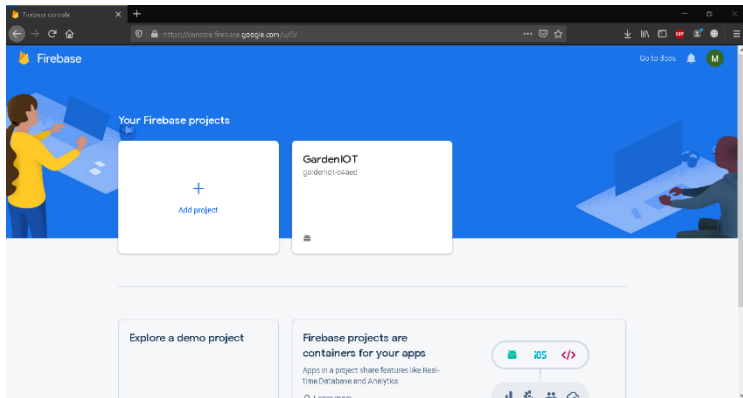
4. 5

Pengujian sensor YL-69 terhadap keadaan tanah

Pada tabel 4.5 di atas, dapat diketahui beberapa nilai yang telah dibaca oleh sensor YL-69, semakin besar nilai ADC yang dihasilkan sensor, maka semakin kering keadaan tanah yang ada. Sehingga dalam pengujian ini, dapat diambil kesimpulan untuk *setpoint* yang digunakan pada sensor kelembaban tanah ini adalah 600 (ADC). Dengan harapan ketika kelembaban tanah pada *greenhouse* di atas *setpoint*, maka aktuator yang telah terintegrasi dengan sensor dapat bekerja dengan baik.

4.2.8 Pembuatan Akun Realtime Database

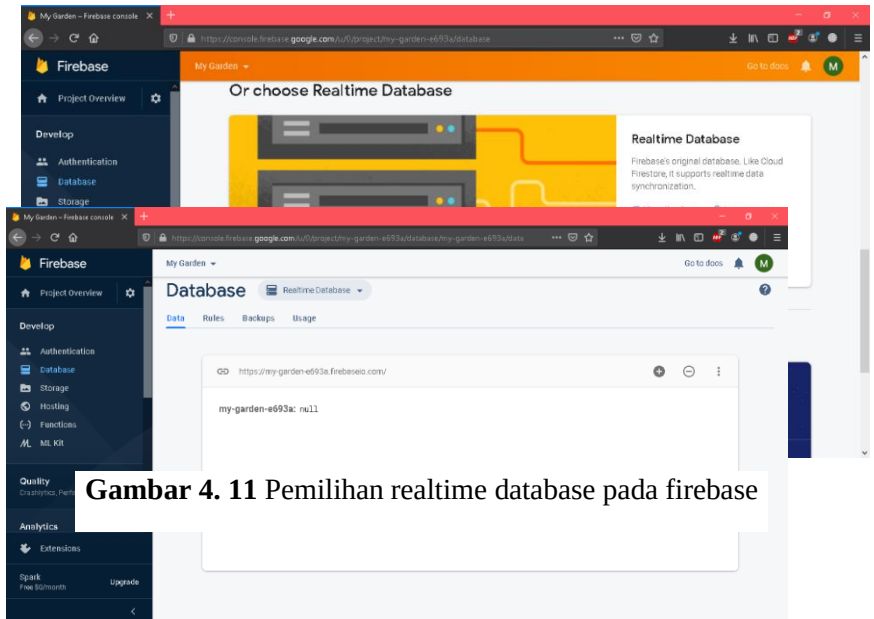
Pada sub bab 4.2.7 ini akan dijelaskan mengenai pembuatan bagaimana cara membuat akun dengan menggunakan database pada halaman firebase sehingga dapat diintegrasikan dengan Raspberry Pi. Firebase merupakan *cloud service provider* (CSP) yang dimiliki oleh Google. Firebase dapat mempermudah pengguna untuk mengembangkan aplikasi mobile atau web. Sehingga firebase memiliki banyak fitur untuk pengembangan, salah satunya adalah Database. Pembuatan akun firebase dapat menggunakan akun dari Google dengan cara klik “Add Project” yang tertera pada gambar 4.8 di bawah ini.



Gambar 4. 10 Halaman utama pembuatan akun firebase

Setelah melakukan pembuatan file proyek firebase, terdapat beberapa pilihan yang akan digunakan sebagai tempat penyimpanan. Salah satunya dengan menggunakan layanan “Database”. Pada proyek *smart greenhouse* ini, pengambilan data bersifat *realtime*. Maka dari itu, *realtime database* pada

firebase ini dapat dipilih sebagai wadah penyimpanan data secara *realtime*.



Gambar 4. 11 Pemilihan realtime database pada firebase

Gambar 4. 12 Alamat firebase untuk user

Setelah memilih pengembangan “Realtime Database”, kemudian mendapatkan alamat dari firebase yang dapat digunakan untuk mengambil dan mengirim data dari/ke firebase.

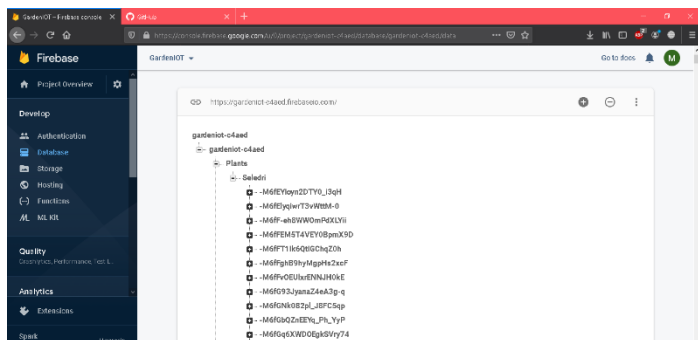
Seperti pada gambar 4.12 di atas, alamat firebase untuk *smart greenhouse* kali ini adalah <https://gardeniot-c4aed.firebaseio.com/>. Alamat tersebut dimasukkan ke dalam

Raspberry Pi dan digunakan sebagai inisialisasi awal agar Raspberry Pi dapat mengambil dan mengirim data sesuai kebutuhan. Program inisialisasi untuk firebase pada Raspberry Pi dapat dilihat pada gambar 4.13 di bawah.

```
1  import FirebaseClass as firebase
2  import SerialCOMClass as serial
3  from tkinter import *
4  import time
5  import threading
6  import re
7  # inisialisasi
8  root = Tk()
9  fb=firebase.firebase("/gardeniot-c4aed") #koneksi dengan firebase
10 ser=serial.serial(root,9600) #koneksi dengan arduino
11 buff=""
12 tick=0
13 nameTanaman=""
```

Gambar 4. 13 Program inisialisasi firebase pada raspberry Pi

Untuk hasil pengambilan dan pengiriman data pada firebase dapat dilihat pada gambar 4.14 di bawah ini.



Gambar 4. 14 Hasil pengiriman data pada akun firebase

4.3 Analisa Data

4.3.1 Penentuan Jenis Cahaya

Pada sub bab 4.3.1 ini akan dilakukan pengujian tanaman dengan tujuan untuk menentukan cahaya yang cocok untuk perkembangan tanaman. Dalam pengujian kali ini, menggunakan 3 jenis cahaya yang berbeda, yakni cahaya warna putih, cahaya warna kuning, dan cahaya UV. Pengujian dilakukan selama 7 hari, untuk mengetahui perkembangan tanaman dengan menggunakan 3 jenis cahaya tersebut.

Tabel 4. 6 Penentuan Jenis Cahaya

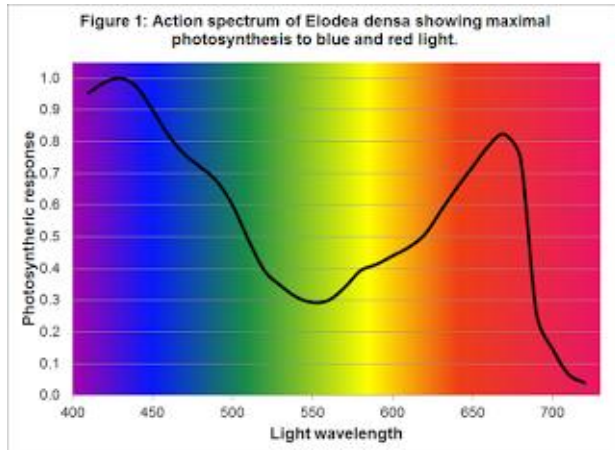
No.	Jenis Cahaya	Tinggi Seledri (cm) pada Hari ke-							Pertumbuhan rata-rata (cm)
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Putih	5,9	6,0	6,1	6,25	6,4	6,65	6,8	0,14
2	Kuning	6,0	6,15	6,2	6,2	6,35	6,45	6,5	0,08
3	UV	5,7	5,9	6,2	6,5	6,8	7,1	7,5	0,3

Dari hasil data pada tabel 4.6 di atas, dapat dianalisa bahwa dalam pengukuran tanaman menggunakan 3 jenis cahaya menghasilkan data yang berbeda-beda. Dalam pengujian ini, hasil yang sangat terlihat adalah pada pertumbuhan ketinggian

dari tanaman. Nampak pada tanaman seledri menggunakan jenis cahaya warna putih, rata-rata perkembangan pertumbuhan tanaman selama 7 hari adalah sebesar 0,14 cm. Jenis cahaya warna kuning, rata-rata pertumbuhannya adalah 0,08 cm, sedangkan jenis cahaya UV rata-rata pertumbuhannya adalah 0,3 cm.

Dalam hasil pengujian jenis lampu cahaya yang digunakan pada 3 sample tanaman, gelombang cahaya lampu UV memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan cahaya putih dan cahaya kuning. Nilai spektrum gelombang cahaya pada lampu UV tanaman adalah berkisar dari 440~570 nm, yang dimana mempunyai efek untuk perkembangan tanaman agar dapat melakukan klorofil secara sempurna. Sedangkan cahaya putih dan kuning mempunyai gelombang spektrum cahaya yang berada pada kisaran gelombang ≥ 510 nm yang dimana mempunyai efek penyerapan cahaya kurang sempurna untuk pembukaan klorofil.

Dari hasil Analisa di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa cahaya yang bagus untuk pertumbuhan tanaman seledri ini adalah menggunakan cahaya UV karena tanaman seledri dapat melakukan klorofil secara sempurna.



Gambar 4. 15 Nilai Gelombang Cahaya

4.3.2 Pengujian Sistem Otomasi

Pengujian ini adalah pengujian sistem yang dapat terhubung antara sensor dan aktuator. Diharapkan dengan pengujian sistem otomasi ini, sistem dapat berfungsi dengan baik dibawah kendali mikrokontroler yang sudah terintegrasi dengan sensor. Untuk program pengujian aktuator dapat dilihat pada gambar 4.16 di bawah ini.

```

if(mode==0){
    flagKipas=(temp>setSuhu)?1:0;
    flagLampu=(light<setCahaya)?1:0;
    flagSemprot=(humiTanah>setLembabTanah)?1:0;

}

if(flagKipas!=lastKipas){
    lastKipas=flagKipas;
    updateKipas();

}

if(flagLampu!=lastLampu){
    lastLampu=flagLampu;
    updateLampu();

}

if(flagSemprot!=lastSemprot){
    lastSemprot=flagSemprot;
    updateSemprot();

}

digitalWrite(RelayKipas,(flagKipas)?1:0);
digitalWrite(RelayLampu,(flagLampu)?1:0);
digitalWrite(RelaySemprot,(flagSemprot)?1:0);

```

Gambar 4. 16 Program sistem otomatis pada arduino

4.3.3 Hasil Pengujian Otomasi

Hasil pengujian akhir pada keseluruhan sistem otomasi akan diamati ketika alat memulai sistem dari awal hingga kondisi keseluruhan yang diharapkan dapat terpenuhi. Dengan bahan pengujian menggunakan tanaman Seledri dengan *setpoint* suhu udara 30°C, kelembaban udara 70%, intensitas

cahaya ADC 115, serta kelembaban tanah ADC 600. Diharapkan dengan nilai setpoint yang sudah ditentukan sebelumnya, aktuator dapat bekerja dengan normal.

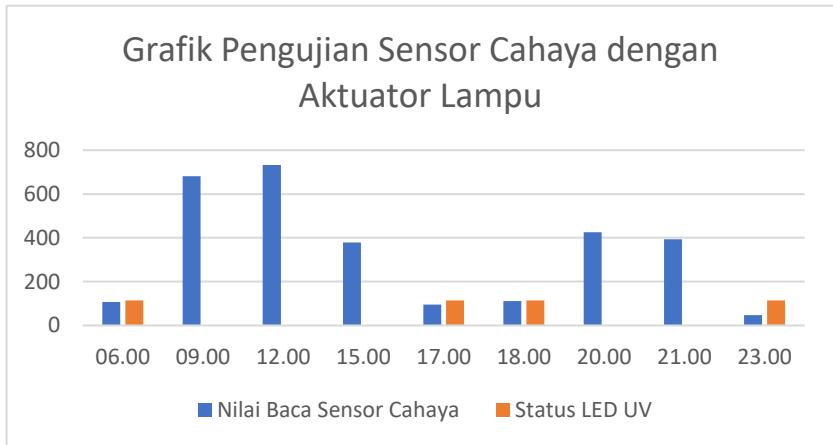
Proses awal adalah bagaimana sensor LDR bekerja untuk aktuator lampu UV Grow Light. Pengujian dilakukan pada beberapa jam dalam satu hari. Waktu menjelang pagi hingga menjelang petang. Untuk mengetahui nilai yang terbaca kemudian merespon terhadap aktuator yang bekerja. Dengan setpoint nilai batas yang sudah ditetapkan dalam program untuk mengatur aktuator bekerja yaitu 115.

Tabel 4. 7 Hasil pengujian sensor cahaya dengan aktuator lampu

Waktu Pembacaan Sensor LDR	Setpoint sensor LDR	Nilai Baca Sensor LDR	Status LED UV
06.00	115	107	Menyala
09.00		681	Mati
12.00		733	Mati
15.00		379	Mati
17.00		96	Menyala
18.00		112	Menyala
20.00		426	Mati
21.00		394	Mati
23.00		47	Menyala

Dari tabel 4.7 di atas dapat menunjukkan respon menyala dan padam pada LED UV. Aktuator LED UV dapat bekerja normal ketika *greenhouse* mendapati tempat yang kurang sumber cahaya. Dapat dilihat dari waktu pengujian yang dilakukan, waktu menjelang pagi hingga menuju petang. Kondisi dimana cahaya sudah mulai hilang untuk menyinari tanaman.

Pengujian akhir antara android dan hardware/aktuator.
Dari hasil pembacaan pada tabel di atas tersebut, dapat dibuat grafik tentang perubahan intensitas cahaya terhadap LED UV.



Gambar 4. 17 Grafik pengujian sensor cahaya dengan aktuator lampu

Proses berikutnya adalah instruksi untuk memulai proses yang kedua. Memeriksa kondisi suhu dan kelembaban ruang *greenhouse* dengan sensor DHT11 yang menginformasikan nilai terbaca pada aplikasi. Pengujian dilakukan dengan menentukan setpoint yang diunggah pada variable untuk perbandingan suhu dan kelembaban yang terbaca oleh sensor. Jika setpoint suhu dan kelembaban lebih rendah atau lebih tinggi daripada nilai baca sensor, akan masuk pada proses dimana aktuator bekerja untuk menurunkan suhu sekaligus mengatur kelembaban ruang *greenhouse* pengujian dilakukan dengan menggunakan nilai suhu sesuai kebutuhan

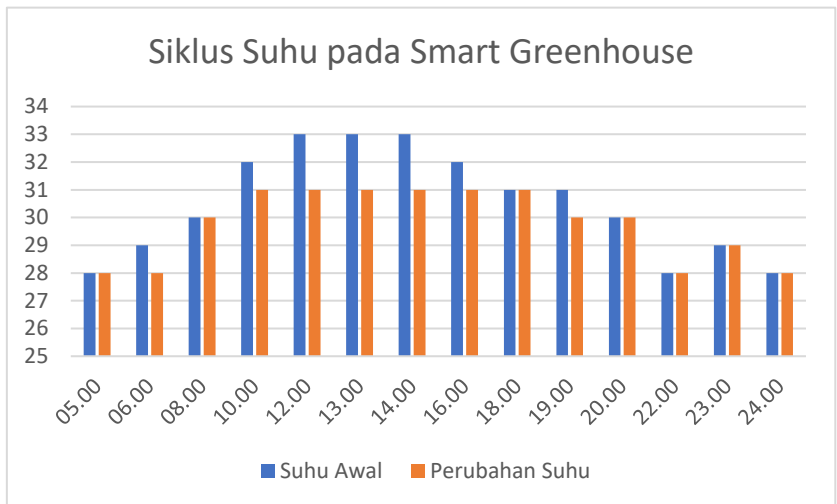
tanaman Seledri, yaitu tidak lebih dari 31°C serta kelembaban ruang adalah tidak kurang dari 70%. Dengan jangka waktu tiap 1 hingga 2 jam pengujian.

Tabel 4. 8 Pengujian perubahan suhu dan kelembaban udara dengan aktuator fan

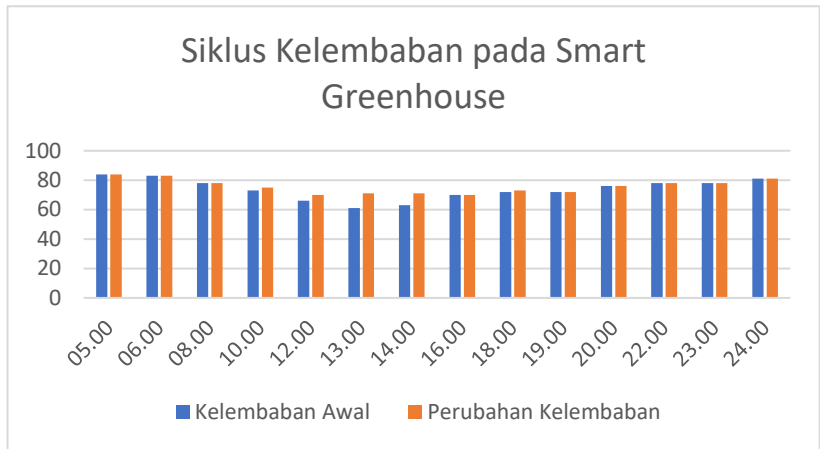
Waktu	Kondisi Sebelum		Kipas Angin	Kondisi Sesudah		Waktu yang Dibutuhkan Kipas Angin (menit)
	Suhu dibaca (°C)	Kelembaban Udara Dibaca (%)		Suhu dibaca (°C)	Kelembaban Udara Dibaca (%)	
05.00	28	84	OFF	28	84	-
06.00	29	83	OFF	28	83	-
08.00	30	78	OFF	30	78	-
10.00	32	73	ON	31	75	19
12.00	33	66	ON	31	70	31
13.00	33	61	ON	31	71	38
14.00	33	63	ON	31	71	43
16.00	32	70	ON	31	70	26
18.00	31	72	ON	31	73	16
19.00	31	72	ON	30	72	22
20.00	30	76	OFF	30	76	-
22.00	28	78	OFF	28	78	-
23.00	29	78	OFF	29	78	-
24.00	28	81	OFF	28	81	-

Pada tabel pengujian 4.8, dapat dilihat bahwa hasil pengujian perubahan suhu dan kelembaban udara dimulai pada pukul 06.00 pagi dengan kondisi awal suhu raungan *greenhouse*

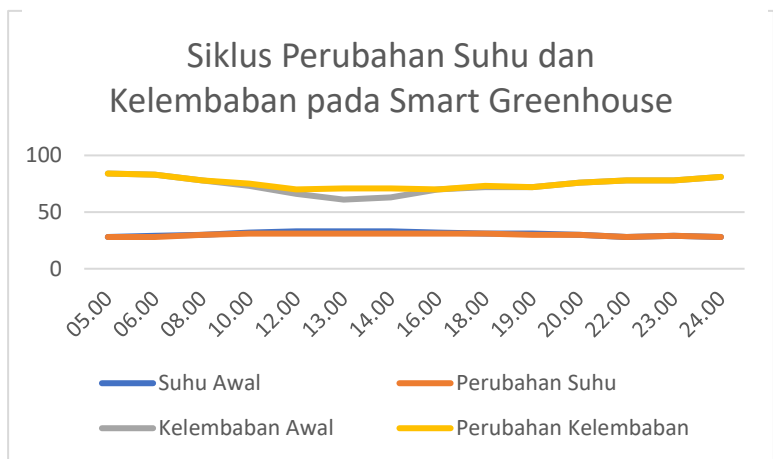
adalah 29°C dan kelembaban udara sebesar 84%. Dalam melakukan pengujian otomasi selama kurang lebih 18 jam, dengan interval 1 – 2 jam, terdapat beberapa waktu yang menunjukkan perbedaan nilai dengan *setpoint* yang telah ditentukan, khususnya pada pukul 10.00 pagi hingga 19.00, akan tetapi, kipas angin yang terpasang dapat mengatur suhu dan kelembaban udara dengan waktu rata-rata sebesar 27 menit dari waktu kipas angin bekerja hingga mencapai nilai *setpoint*. Kedua proses pengambilan data nilai suhu dan kelembaban akan mudah dipengaruhi dengan keadaan lingkungan sekitar *greenhouse*. Dari hasil pembacaan pada tabel di atas tersebut, dapat dibuat grafik mengenai sensor DHT11.



Gambar 4. 18 Siklus suhu pada smart greenhouse



Gambar 4. 19 Siklus kelembaban pada smart greenhouse



Gambar 4. 20 Siklus perubahan suhu dan kelembaban pada smart greenhouse

Proses berikutnya adalah untuk proses yang ketiga. Memeriksa kondisi kelembaban tanah dengan menggunakan sensor YL-69. Pengujian dilakukan dengan memberikan nilai *setpoint* pada

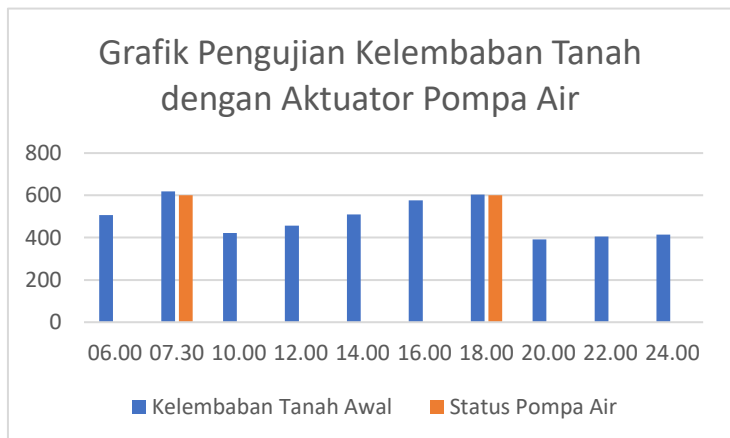
sensor kelembaban tanah. Apabila nilai yang terbaca oleh sensor YL-69 dibawah nilai *setpoint* yang berarti kondisi tanah lebih kering, maka diharapkan aktuator pompa dapat bekerja untuk melakukan penyiraman tanaman. Dengan nilai *setpoint* kelembaban tanah adalah tidak lebih dari ADC 600. Pengujian sensor kelembaban tanah beserta aktuator dilakukan secara monitoring dalam jangka waktu 10 jam untuk mengetahui perubahan sensor dan pompa ketika bekerja dengan interval waktu sekitar 2 jam.

Tabel 4. 9 Pengujian Sensor Kelembaban Tanah dengan
Aktuator Pompa Air

Waktu	Nilai Baca Sensor Kelembaban Tanah	Setpoint	Status Pompa Air
06.00	507	600	OFF
07.30	619		ON
10.00	422		OFF
12.00	457		OFF
14.00	510		OFF
16.00	577		OFF
18.00	603		ON
20.00	392		OFF

22.00	406		OFF
24.00	415		OFF

Dari hasil pembacaan pada tabel 4.9 di atas tersebut, dapat dilihat bahwa dalam 10 jam monitoring yang dimulai pukul 06.00 pagi, terdapat dua kali penyiraman yang dilakukan, yakni sekitar pukul 07.30 dan 18.00, selain itu dapat dibuat grafik kelembaban tanah yang terdapat pada sistem penyiraman tanah.



Gambar 4. 21 Grafik pengujian kelembaban tanah dengan aktuatur pompa air

4.3.3 Pengujian Terhadap Tanaman Seledri

Pengujian tahap akhir adalah tahap pengujian sistem yang telah dirancang untuk tanaman seledri. Dengan keseluruhan program yang diunggah pada mikrokontroler sebagai pusat kendali, untuk mengatur kinerja sensor serta aktuator yang telah diintegrasikan. Tujuan dari pengujian akhir sistem keseluruhan terhadap tanaman seledri adalah untuk mengetahui perbandingan serta perkembangan tanaman yang hidup menggunakan bantuan *Smart Greenhouse* dengan yang tidak menggunakan bantuan alat tersebut. Dengan mencantumkan beberapa dokumentasi yang telah diambil dalam proses pengujian selama 8 minggu berturut-turut. Dengan cara perawatan yang serupa. Penyiraman dengan air yang sama, serta pemberian media tanam yang sama.

4.3.4 Hasil Pengujian Terhadap Tanaman Seledri

Hasil pengujian sistem keseluruhan terhadap tanaman seledri akan diamati ketika alat memulai sistem dari awal hingga waktu yang telah ditentukan untuk kebutuhan pengujian. Dengan bahan pengujian menggunakan Tanaman Seledri yang membutuhkan suhu sekitar 31°C, kelembaban udara berkisar 70% serta kelembaban tanah berkisar ADC 600. Mengambil data berupa dokumentasi foto yang akan diterapkan pada tabel 4.11. Data diambil dengan frekuensi tiap 2-3 minggu, mengingat pertumbuhan tanaman Seledri terbilang cukup lambat. Berikut dokumentasi dua minggu setelah selesai

dilakukan penyemaian, dan sudah muncul tunas kecil yang setelah itu akan dipindah ke dalam pot, setelah berumur kurang lebih 40 hari dan salah satunya dimasukkan ke dalam *Smart Greenhouse*.



Gambar 4. 22 Benih seledri umur 15 hari

Tabel 4.10 di bawah ini merupakan perkembangan tanaman seledri yang telah disemai, pengukuran dilakukan selama 15 hari.

Tabel 4. 10 Pengukuran Pertumbuhan Penyemaian Seledri

Hari ke -	Pertumbuhan Penyemaian Seledri A	Pertumbuhan Penyemaian Seledri B
--------------	--	--

	Tinggi (cm)	Jumlah Daun	Tinggi (cm)	Jumlah Daun
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	1,0	0	0,9	0
8	1,2	0	1,1	0
9	1,4	0	1,2	1
10	1,7	1	1,4	1
11	1,9	1	1,7	1
12	2,0	1	1,9	1
13	2,1	1	2,1	2
14	2,4	2	2,4	2
15	2,5	2	2,7	2

Berikut tabel perkembangan pengujian terhadap tanaman seledri dengan *Smart Greenhouse* dan tanpa menggunakan *Smart Greenhouse* yang sudah berumur kurang lebih 40 hari.

Tabel 4. 11 Pengujian Tanaman Seledri

Pengujian Minggu Ke-	Tanaman Seledri dengan <i>Smart Greenhouse</i>	Tanaman Seledri tanpa <i>Smart Greenhouse</i>
0		
2		
4		

6		
9		

Dari tabel 4.11 diatas dapat menunjukkan beberapa dokumentasi gambar perkembangan perubahan tanaman seledri yang hidup dengan bantuan *Smart Greenhouse* dan tidak menggunakan. Hasil yang didapat adalah Tanaman seledri dengan perawatan menggunakan *Smart Greenhouse* terlihat lebih baik dibandingkan dengan tanpa menggunakan alat tersebut. Dapat dilihat dari perbedaan fisik diantaranya besar ukuran daun, warna daun, serta tinggi tanaman seledri. Untuk data mengenai perkembangan seledri yang berada di *Smart Greenhouse* dan tanpa menggunakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 12 Perkembangan seledri dengan dan tanpa menggunakan smart greenhouse

Minggu Ke-	Tinggi Tanaman (cm)		Warna Daun		Kondisi Batang	
	Dengan Greenhouse	Tanpa Greenhouse	Dengan Greenhouse	Tanpa Greenhouse	Dengan Greenhouse	Tanpa Greenhouse
0	7	8	Hijau	Hijau	Lurus	Lurus
2	10	9,5	Hijau	Hijau	Lurus	Ada yang menunduk
4	11,5	10	Hijau	Hijau	Lurus	Lurus
6	13	13	Hijau	Beberapa Menguning	Lurus	Lurus
9	23,4	21,5	Hijau	Beberapa Menguning	Lurus	Ada yang menunduk

Dari tabel 4.12 dapat menunjukkan beberapa data mengenai perkembangan perubahan tanaman seledri yang hidup dengan bantuan *Smart Greenhouse* dan tanpa menggunakan bantuan. Hasil yang didapatkan adalah tanaman seledri dengan perawatan menggunakan *Smart greenhouse* terlihat lebih baik dibandingkan dengan tanpa menggunakan bantuan *Smart Greenhouse*. Pada tabel 4.12 dan 4.13, di minggu ke-9 dapat terlihat sangat jelas perbedaan perkembangan tanaman seledri, meskipun dari kedua tanaman tersebut bisa tumbuh besar, akan tetapi tanaman seledri yang menggunakan bantuan *Smart Greenhouse* terlihat lebih hijau, dan batangnya bisa tegak lurus. Di sisi lain, tanaman seledri yang tumbuh tanpa bantuan *Smart Greenhouse* membutuhkan kayu agar tetap

tegak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proyek *Smart Greenhouse* untuk tanaman seledri dapat berjalan dengan baik dan dapat menunjang pertumbuhan seledri dengan cara mengoptimalkan syarat tumbuh tanaman seledri.

Selain itu dilakukan pengujian dengan menggunakan 3 buah tanaman seledri untuk mengetahui efektifitas dari smart greenhouse dengan tanaman lebih dari 1, oleh karena itu diperlukan penambahan 2 sensor kelembaban tanah dan 2 pompa untuk melakukan pengairan pada tanaman.

Pengujian tanaman seledri dilakukan selama 10 hari. Tanaman seledri yang digunakan adalah tanaman seledri yang masih berumur ± 75 hari masa tanam.

Tabel 4. 13 Pertumbuhan 3 Tanaman Seledri

Pot	Tinggi Tanaman Hari ke – (cm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	14,1	14,3	14,4	14,5	14,7	14,8	15,0	15,1	15,4	15,5
2	18,5	18,8	18,9	19,1	19,3	19,6	19,7	19,9	20,2	20,2
3	16,1	16,2	16,4	16,7	16,7	16,9	17,0	17,2	17,5	17,6

Berikut merupakan gambar hasil pengujian smart greenhouse dengan 3 tanaman seledri ketika 10 hari berada di dalam smart greenhouse.



Gambar 4. 23 Smart Greenhouse dengan 3 Tanaman Seledri

Tabel 4. 14 Tanaman Seledri ketika berumur 10 hari di Smart Greenhouse

POT 1	POT 2	POT 3
-------	-------	-------

