



**RANCANG BANGUN RUMAH TANAMAN DENGAN SISTEM  
KONTROL TEMPERATUR DAN KELEMBABAN  
BERBASIS ARDUINO UNO R3**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1)  
dan untuk mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

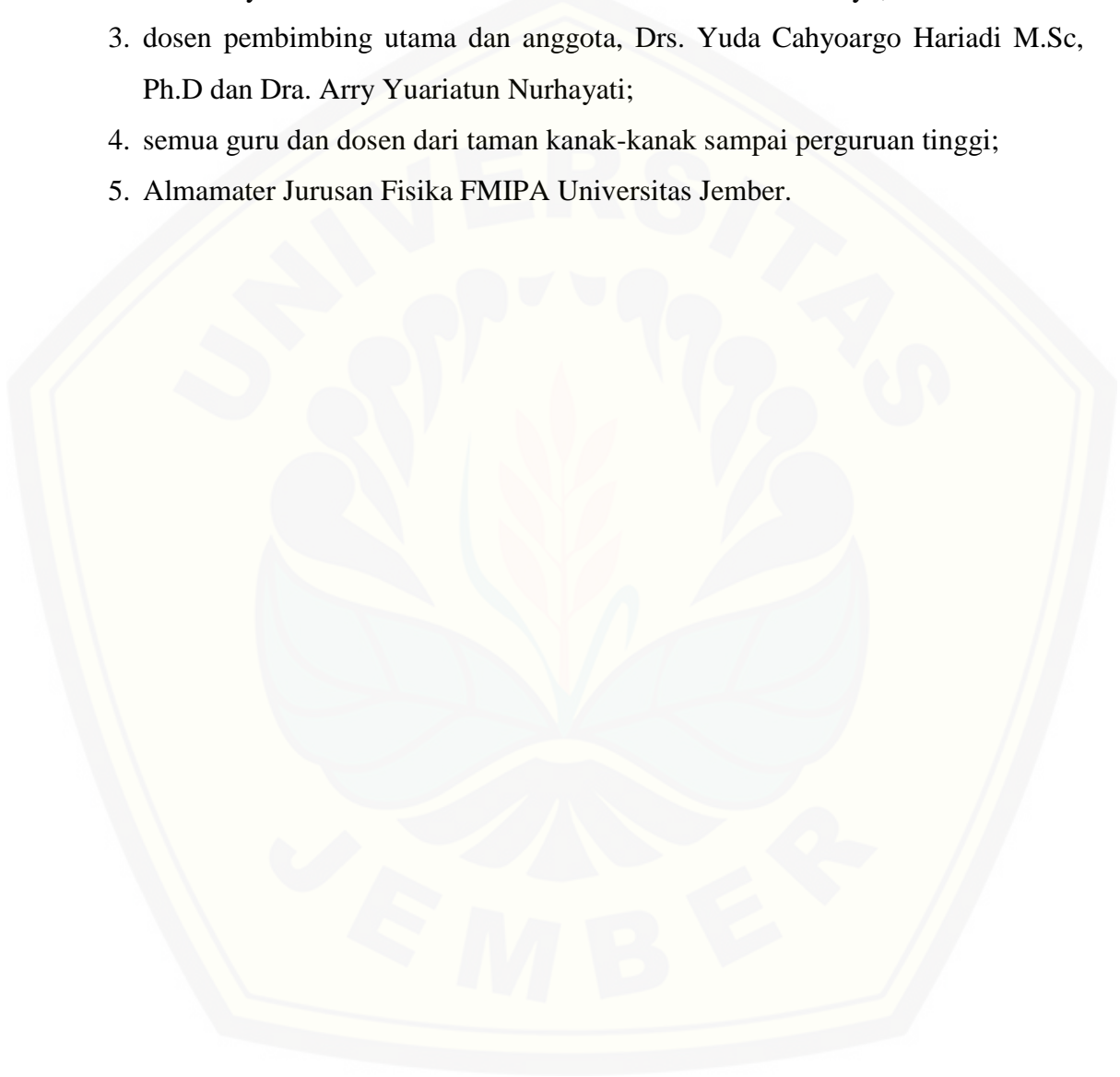
**Miftahul Jannah  
NIM 111810201035**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. kedua orang tua tercinta Bapak Ali Mahsun dan Ibu Rumilah;
2. kakak saya Moh. Khoirul Wafa beserta istri dan anak-anaknya;
3. dosen pembimbing utama dan anggota, Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi M.Sc, Ph.D dan Dra. Arry Yuariatun Nurhayati;
4. semua guru dan dosen dari taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi;
5. Almamater Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember.



### MOTTO

Katakanlah, apakah sama antara orang yang mengetahui dengan  
orang yang tidak mengetahui.  
(terjemahan Surat Az Zumar ayat 9)<sup>\*)</sup>

*I have tried 99 times and have failed, but on the 100<sup>th</sup> time came success*  
(Albert Einstein)<sup>\*\*)</sup>



---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

\*\*\*) Vilord T. J. 2011. *1001 Motivational Quotes for Success*. Austin: Garden State Publishing.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Miftahul Jannah

NIM : 111810201035

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Rancang Bangun Rumah Tanaman dengan Sistem Kontrol Temperatur dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa, dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, April 2017

Yang menyatakan,

Miftahul Jannah  
NIM 111810201035

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN RUMAH TANAMAN DENGAN SISTEM  
KONTROL TEMPERATUR DAN KELEMBABAN  
BERBASIS ARDUINO UNO R3**

Oleh

**Miftahul Jannah**  
**NIM 111810201035**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc., Ph.D

Dosen Pembimbing Anggota : Dra. Arry Yuariatun Nurhayati

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Rancang Bangun Rumah Tanaman dengan Sistem Kontrol Temperatur dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3”, karya Miftahul Jannah telah diuji dan disahkan secara akademis pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas MIPA Universitas Jember

**Tim Penguji:**

**Ketua**

**Anggota I**

Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc, Ph.D  
NIP 19620311 198702 1 001

Dra. Arry Yuariatun Nurhayati  
NIP 19610909 198601 2 001

**Anggota II**

**Anggota III**

Dr. Lutfi Rohman, S.Si., M.Si  
NIP 19720820 199802 1 001

Ir. Misto M.Si  
NIP 19591121 199103 1 002

Mengesahkan  
Dekan Fakultas MIPA,

Drs. Sujito, Ph.D  
NIP 19610204 198711 1 001

## RINGKASAN

**Rancang Bangun Rumah Tanaman dengan Sistem Kontrol Temperatur dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3;** Miftahul Jannah, 111810201035; 2017; 69 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Sebagian besar pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan yang memiliki peranan penting adalah temperatur dan kelembaban udara. Temperatur dan kelembaban udara memengaruhi aktifitas tanaman seperti proses fotosintesis, respirasi, pertumbuhan, pembuahan maupun proses lainnya. Temperatur dan kelembaban udara yang mampu dikontrol dalam kondisi optimum (sesuai kebutuhan tanaman) akan memberikan dampak positif pada tanaman. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem kontrol temperatur dan kelembaban pada rumah tanaman.

Pada penelitian ini dirancang miniatur rumah tanaman dengan sistem kontrol yang mampu mengontrol temperatur dan kelembaban tetap dalam kondisi ideal. Sistem juga dirancang memiliki bukaan ventilasi yang dapat dioperasikan dengan mudah. Penelitian ditujukan untuk menghasilkan sebuah konstruksi sistem kontrol temperatur dan kelembaban yang diaplikasikan pada rumah tanaman. Sistem mampu mendeteksi, memperlihatkan, dan mengontrol temperatur serta kelembaban di dalamnya. Dengan memanfaatkan Arduino Uno R3, sensor DHT11 dan modul relay, dibuat sebuah rancang bangun rumah tanaman dengan sistem kontrol temperatur dan kelembaban.

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengujian pada seluruh komponen dan subsistem serta rancang bangun keseluruhan. Pengujian rancang bangun keseluruhan dilakukan dengan 2 kondisi lingkungan yaitu lingkungan yang berubah-ubah dan lingkungan tetap. Pengujian pada kondisi lingkungan berubah-ubah menggunakan 2 *set point*. *Set point* pertama dengan temperatur (27-32)°C dan kelembaban (40-90)%. *Set point* kedua dengan temperatur 29°C dan kelembaban (60-70)%. Pengujian pada kondisi lingkungan tetap dilakukan dengan *set point* temperatur 28°C dan kelembaban (40-50)%. Mengacu pada hasil perancangan dan pengujian sistem secara umum telah didapatkan konstruksi sebuah sistem kontrol yang mampu memberikan informasi dan mengontrol temperatur dan kelembaban serta menggerakkan ventilasi dengan mudah. Secara umum, sistem kontrol telah memenuhi kriteria kinerja saat diaplikasikan pada miniatur rumah tanaman dengan skala perbandingan 1:10.

Hasil pengujian rancang bangun keseluruhan didapatkan karakteristik sistem kontrol temperatur dan kelembaban yaitu mampu mengontrol temperatur rumah tanaman yang berkisar 24°C - 42°C tetap dalam kondisi 27°C - 32°C. Sistem juga mampu mengontrol kelembaban udara mulai dari 31% tetap dalam kondisi 40% - 90%. Sistem kontrol memiliki *time respon* untuk temperatur 6 menit dan kelembaban 4 menit. Hasil tersebut telah menunjukkan bahwa sistem yang dibuat telah sesuai dengan yang diharapkan. Untuk pengaplikasian pada skala besar, membutuhkan penyesuaian dengan alat-alat subsistem.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan hidayah dan rahmat-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Rumah Tanaman dengan Sistem Kontrol Temperatur dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi fisika (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, MSc., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Dra. Arry Y. Nurhayati, selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah memberikan waktu, nasihat dan bimbingan sampai selesainya skripsi ini;
2. Dr. Lutfi Rohman, S.Si., M.Si, selaku Dosen Penguji I, dan Ir. Misto M.Si, selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam skripsi ini;
3. dosen pembimbing akademik, Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si. yang telah membimbing penulis dengan sabar selama masa studi;
4. seluruh dosen Jurusan Fisika yang telah memberikan pendidikan dengan sebaiknya;
5. Program Beasiswa Bidik Misi Pemerintah Republik Indonesia yang sangat membantu dalam pemenuhan kebutuhan biaya perkuliahan;
6. Jurusan Fisika, Fakultas MIPA Universitas Jember yang telah memberikan fasilitas selama masa studi hingga menyelesaikan skripsi ini;
7. teman-teman angkatan 2011, Gold Physics 2011 (GP'11), yang memberikan pelajaran berharga tentang kekeluargaan;
8. Pengurus HIMAFI periode 2013/2014 dan masa bakti 2014 yang telah memberikan banyak pelajaran berharga dan membuat penulis menjadi lebih bermanfaat;



9. semua teknisi dan karyawan jurusan fisika, Edy Sutrisno, Taufik Usman, Budi, Sunarto, Ansori, dan Pak Ji, yang telah memberikan bantuan selama penelitian;
10. semua kakak dan adik angkatan yang selalu memberi semangat dan bantuan selama masa studi dan penelitian;
11. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis mengharapkan agar skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada semua pihak. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca demi kesempurnaan skripsi ini.

Jember, April 2017

Penulis

**DAFTAR ISI**

	<i>Halaman</i>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan</b> .....	4
<b>1.4 Manfaat</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>1.1 Rumah Tanaman (<i>Greenhouse</i>)</b> .....	5
1.1.1 Kondisi Iklim Tanaman dalam <i>Greenhouse</i> .....	5
1.1.2 Kontrol Iklim dalam <i>Greenhouse</i> .....	8
1.1.3 Bentuk Rumah Tanaman .....	11
<b>1.2 Sensor</b> .....	12
1.2.1 Sensor Temperatur dan Kelembaban DHT11.....	13
<b>1.3 Arduino</b> .....	16
1.3.1 Bagian – bagian Arduino .....	16
1.3.2 Arduino Uno .....	18
<b>1.4 Bahasa C</b> .....	20
<b>1.5 Gerbang Logika</b> .....	21

1.5.1 Gerbang OR .....	21
1.5.2 Gerbang AND .....	22
1.5.3 Gerbang NOT .....	23
<b>1.6 Liquid Crystal Display (LCD).....</b>	<b>23</b>
<b>1.7 Motor Servo .....</b>	<b>25</b>
<b>1.8 Termoelektrik .....</b>	<b>25</b>
<b>1.9 Humidifier .....</b>	<b>26</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>28</b>
3.2.1 Alat .....	28
3.2.2 Bahan .....	29
<b>3.3 Tahap Penelitian.....</b>	<b>30</b>
3.3.1 Perancangan Alat .....	31
3.3.2 Observasi .....	34
3.3.3 Pembuatan Miniatur Rumah Tanaman .....	34
3.3.4 Pengujian Tiap Komponen dan Subsistem .....	34
3.3.5 Perakitan Keseluruhan Komponen dan Subsistem .....	38
3.3.6 Pengujian Keseluruhan Rangkaian .....	38
3.3.7 Pemasangan Keseluruhan Sistem pada Rumah Tanaman .....	38
3.3.8 Pengujian Rancang Bangun Keseluruhan.....	39
3.3.9 Analisis Data.....	40
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 Hasil Pengujian dan Analisis Data Penelitian .....</b>	<b>41</b>
4.1.1 Pengujian Tiap Komponen dan Subsistem .....	41
4.1.2 Pengujian Keseluruhan Rangkaian .....	51
4.1.3 Pengujian Rancang Bangun Keseluruhan .....	51
<b>4.2 Pembahasan .....</b>	<b>58</b>
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	<b>66</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>66</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>66</b>

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	67
<b>LAMPIRAN</b> .....	70



**DAFTAR TABEL**

	<i>Halaman</i>
2.1 Spesifikasi detail sensor DHT11 .....	15
2.2 Karakteristik elektrik sensor DHT11 .....	16
2.3 Fungsi tombol pada <i>software</i> Arduino IDE .....	17
2.4 Spesifikasi Arduino Uno R3 .....	20
2.5 Simbol-simbol dasar bahasa pemrograman C.....	21
2.6 Tabel kebenaran gerbang OR 2 input.....	22
2.7 Tabel kebenaran gerbang AND 2 input .....	23
2.8 Tabel kebenaran gerbang NOT .....	23
2.9 Interface pin LCD dengan koneksi eksternal .....	24
4.1 Data pengujian Arduino Uno R3.....	42
4.2 Data mingguan pengujian DHT11 .....	43
4.3 Data pengujian motor servo .....	45
4.4 Data pengujian LCD .....	46
4.5 Data pengujian pemanas .....	47
4.6 Data pengujian pendingin .....	48
4.7 Data pengujian <i>humidifier</i> .....	49
4.8 Data pengujian keseluruhan rangkaian .....	51
4.9 Nilai setiap jam kondisi saat dikontrol, tanpa dikontrol, dan <i>set point</i> .....	55

**DAFTAR GAMBAR**

	<i>Halaman</i>
2.1 Grafik hubungan temperatur udara, kelembaban relatif dan kelembaban mutlak .....	6
2.2 Iklim mikro di sekitar tanaman akibat pergerakan udara.....	10
2.3 Tipe <i>greenhouse freestanding</i> .....	12
2.4 <i>Digital Humidity and Temperature</i> (DHT11).....	14
2.5 Rangkaian dasar DHT11 .....	14
2.6 Proses komunikasi DHT11 dengan mikrokontroler.....	15
2.7 Tampilan <i>Software Arduino IDE</i> .....	17
2.8 Diagram blok sederhana Atmega328 .....	18
2.9 Pin out Atmega 328P .....	19
2.10 Arduino Uno R3 Board .....	19
2.11 Simbol gerbang OR.....	22
2.12 Simbol gerbang AND.....	22
2.13 Simbol gerbang NOT .....	23
2.14 Blok diagram.....	24
2.15 Pin kaki motor servo .....	25
2.16 Pendingin termoelektrik.....	26
3.1 Bagan tahapan penelitian .....	30
3.2 Rangkaian sensor DHT11 .....	31
3.3 Rangkaian motor servo .....	31
3.4 Rangkaian LCD.....	32
3.5 Rangkaian pemanas.....	32
3.6 Rangkaian pendingin.....	32
3.7 Rangkaian <i>humidifier</i> .....	33
3.8 Rangkaian arduino uno R3 dengan keseluruhan sistem pengontrol .....	33
3.9 Diagram blok program LCD .....	36
3.10 Diagram alir program Arduino.....	37
3.11 Diagram blok rangkaian keseluruhan alat.....	38

3.12 Blok desain penempatan alat pada miniatur rumah tanaman.....	39
4.1 Pengujian output Arduino saat kondisi rendah dan kondisi tinggi .....	42
4.2 Perbandingan nilai temperatur dari DHT11 dan HTC-2.....	43
4.3 Perbandingan nilai kelembaban dari DHT11 dan HTC-2.....	44
4.4 Pengujian sensor DHT11 dengan alat HTC-2.....	44
4.5 Pengujian motor servo.....	45
4.6 Tampilan LCD dan serial monitor .....	46
4.7 Pengujian pemanas pada malam hari .....	47
4.8 Pengujian pendingin dan penempatannya.....	48
4.9 Pengujian <i>humidifier</i> .....	49
4.10 Tampilan program yang telah berhasil berjalan.....	50
4.11 Grafik pengujian dengan <i>set point</i> temperatur (27-32)°C dan perbandingan dengan kondisi tanpa dikontrol setiap menit .....	52
4.12 Grafik pengujian dengan <i>set point</i> kelembaban (40-90)% dan perbandingan dengan kondisi tanpa dikontrol setiap menit .....	53
4.13 Grafik pengujian dengan <i>set point</i> temperatur 29°C dan perbandingan dengan kondisi tanpa dikontrol setiap menit .....	54
4.14 Grafik pengujian dengan <i>set point</i> kelembaban (60-70)% dan perbandingan dengan kondisi tanpa dikontrol setiap menit .....	55
4.15 Grafik hubungan temperatur saat kondisi dikontrol, tanpa dikontrol, dan <i>set point</i> setiap jam .....	55
4.16 Grafik mingguan hubungan kelembaban saat kondisi dikontrol, tanpa dikontrol, dan <i>set point</i> setiap jam.....	56
4.17 Proses pengujian keseluruhan rancang bangun.....	56
4.18 Grafik pengujian <i>time respon</i> temperatur .....	57
4.19 Grafik pengujian <i>time respon</i> kelembaban .....	57

DAFTAR LAMPIRAN

	<i>Halaman</i>
3.1 Data temperatur dan kelembaban di lingkungan terbuka dan rindang.....	70
4.1 Data pengujian Arduino Uno R3 .....	71
4.2 Data pengujian sensor DHT11 .....	72
4.3 Data pengujian motor servo .....	73
4.4 Data pengujian LCD .....	73
4.5 Data pengujian pemanas .....	74
4.6 Data pengujian pendingin .....	75
4.7 Data pengujian humidifier.....	76
4.8 Pengujian keseluruhan rangkaian.....	77
4.9 Pengujian keseluruhan rancang bangun dengan <i>set point</i> temperatur (27-32)°C dan kelembaban (40-90)% .....	79
4.10 Dokumentasi penelitian.....	96



## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proses pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim. Sebagian besar tanaman, bahkan hampir seluruh tanaman membutuhkan lingkungan ideal untuk tumbuh. Syarat lingkungan ideal adalah memerhatikan ketinggian tempat, temperatur, kelembaban, cahaya, kandungan air, dan kandungan unsur hara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman (Lestari, 2008). Dari beberapa syarat lingkungan ideal tersebut, yang sangat berkontribusi besar terhadap pertumbuhan tanaman adalah temperatur dan kelembaban udara.

Temperatur udara memengaruhi aktifitas kehidupan tanaman, antara lain pada proses fotosintesis, respirasi, transpirasi, pertumbuhan, penyerbukan, pembuahan, dan keguguran buah. Besar kecilnya pengaruh ini terkait dengan faktor yang lain seperti kelembaban, tersedianya air, dan jenis tanaman (Hariadi, 2007). Temperatur dipengaruhi oleh kerapatan tanaman dan distribusi cahaya dalam tajuk tanaman. Kisaran temperatur yang optimal untuk pertumbuhan sebagian besar tanaman yaitu (5 - 35)°C (Redaksi, Tanpa Tahun).

Secara tidak langsung, temperatur turut memengaruhi kestabilan kelembaban. Temperatur yang terlalu rendah akan menyebabkan kelembaban semakin tinggi. Sebaliknya, temperatur yang semakin tinggi akan menyebabkan peningkatan jumlah air yang diuapkan (Redaksi, Tanpa Tahun). Kelembaban yang dibutuhkan tiap tanaman berbeda-beda. Rata-rata kelembaban optimum sekitar 40%. Kelembaban di sekitar tanaman dapat ditingkatkan dengan penyemprotan air. Sebaliknya kadar kelembaban yang terlalu tinggi dapat dikurangi dengan pengaturan sirkulasi udara (Lestari, 2008). Kondisi lingkungan yang tidak stabil dapat menghambat pertumbuhan tanaman, yang berdampak pada produksi hasil. Oleh karena itu diperlukan *greenhouse* yang dapat menjaga kisaran temperatur dan kelembaban agar sesuai dengan tanaman yang akan dikembangkan.

Di dalam *greenhouse*, terdapat beberapa parameter yang harus diperhatikan, diantaranya adalah temperatur ruangan, temperatur tanah, kelembaban udara, pengairan, intensitas cahaya, dan pergerakan sirkulasi udara

(ventilasi) (Yahya, 2011). Saat ini rumah tanaman dapat terbuat dari plastik ataupun kaca. Untuk memenuhi kebutuhan lingkungan ideal bagi tanaman, *greenhouse* harus memiliki sistem terpadu seperti sistem kendali temperatur dan kelembaban. Sedangkan di Indonesia masih jarang ditemui pembuatan dan pengelolaan rumah tanaman yang telah menerapkan sistem kendali atau kontrol. Kebanyakan masih menerapkan cara pengontrolan manual. Pengendalian temperatur dan kelembaban sangat dimungkinkan seiring dengan perkembangan teknologi elektronika saat ini.

Sebuah metode yang tepat untuk menyesuaikan kondisi temperatur dan kelembaban yang dibutuhkan tanaman di dalam *greenhouse* adalah pembuatan sistem kendali temperatur dan kelembaban. Sistem kendali yang dibuat menggunakan sebuah mikroprosesor yaitu Arduino dan sensor kelembaban dan temperatur. Sistem kendali dihubungkan dengan *humidifier*, sistem pemanas, sistem pendingin, dan sistem penggerak ventilasi. Sehingga ketika temperatur dan kelembaban berada pada keadaan di luar kondisi optimum (*set point*), sistem akan bekerja untuk mengembalikan temperatur dan kelembaban pada kondisi optimum.

Penggunaan Arduino sebelumnya pernah dilakukan oleh Peryoga (Tanpa Tahun) untuk mengendalikan temperatur dan kelembaban ruang. Namun alat yang dibuat menggunakan Arduino Mega2560 dan diterapkan pada ruang ekstraksi. Pembuatan alat otomatisasi kendali temperatur dan kelembaban juga pernah dilakukan oleh Yahya (2011) untuk rumah tanaman. Namun alat yang telah dibuat menggunakan mikrokontroler berbasis logika *Fuzzy* dan belum melakukan pengontrolan pada sistem buka tutup ventilasi. Rumah tanaman sangat membutuhkan ventilasi. Ventilasi sangat diperlukan agar udara yang ada di dalam *greenhouse* dapat diperbaharui dengan udara luar. Sehingga unsur-unsur yang terkandung di dalam udara dan dibutuhkan tanaman seperti oksigen maupun karbondioksida dapat terus terpenuhi. Oleh karena itu, dalam penelitian yang didesain sistem pengontrol temperatur dan kelembaban di dalam rumah tanaman dengan sistem penggerak ventilasi.

Di dalam penelitian ini dirancang sebuah miniatur rumah tanaman yang dilengkapi dengan sistem pengontrol temperatur dan kelembaban. Sistem ini

menggunakan Arduino UNO R3 yang merupakan sistem berbasis mikrokontroler 328P. Hal ini juga yang menjadi pembeda dengan penelitian Peryoga (Tanpa Tahun) maupun Yahya (2011). Arduino Uno R3 merupakan salah satu arduino yang dapat digunakan sebagai prosesor untuk berbagai sistem otomatisasi. Bahasa yang digunakan adalah bahasa C yang mudah untuk dipahami. Modul Arduino UNO R3 dihubungkan dengan sensor temperatur dan kelembaban (*Digital Humidity Temperature*) DHT11. Temperatur dan kelembaban di dalam *greenhouse* ditampilkan pada LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2. Rentang temperatur dan kelembaban yang dikendalikan sebelumnya telah diprogram pada *software* Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino IDE merupakan *software open source*, sehingga dapat digunakan oleh siapapun tanpa pembelian. Jika temperatur dan kelembaban di dalam rumah tanaman tidak sesuai dengan *set point* yang diprogram, maka output dari Arduino UNO akan memberikan perintah untuk menghidupkan pemanas, pendingin, dan *humidifier*. Sedangkan penggerak ventilasi diatur untuk dapat terbuka jika pemilik ingin membuka ventilasi, yaitu cukup memencet tombol *restart* pada papan Arduino.

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rancang bangun rumah tanaman dengan sistem kontrol temperatur dan kelembaban. Sehingga dengan adanya sistem kontrol, pengaturan temperatur dan kelembaban pada rumah tanaman yang biasanya dilakukan manual dapat dengan mudah dikontrol sesuai kondisi lingkungan ideal tanaman. Sistem ini juga dapat dikembangkan menjadi sebuah sistem kontrol dalam *greenhouse* skala besar dan akan mempermudah pengelolaan *greenhouse*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana konstruksi sistem kontrol temperatur dan kelembaban pada rumah tanaman?
2. Bagaimana karakteristik sistem kontrol temperatur dan kelembaban pada rumah tanaman?

### 1.3 Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang disampaikan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengonstruksi sistem kontrol temperatur dan kelembaban pada rumah tanaman
2. Mengetahui karakteristik sistem kontrol temperatur dan kelembaban pada rumah tanaman

### 1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Secara otomatis dapat menjaga kondisi lingkungan ideal di dalam rumah tanaman.
2. Hasil keluarannya dapat dikembangkan sebuah *greenhouse* pada skala yang lebih besar.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Materi dasar yang digunakan sebagai acuan ataupun perbandingan dalam proses penelitian harus diketahui dengan jelas. Materi diperoleh berdasarkan kajian pustaka terhadap beberapa literatur. Materi yang dicantumkan tidak lepas dari topik penelitian sebagaimana yang dituliskan pada judul penelitian.

### 1.1 Rumah Tanaman (*Greenhouse*)

Istilah *greenhouse* yang berasal dari kata *green* (hijau) dan *house* (rumah) diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia sebagai rumah hijau (Lingga, 1984). *Greenhouse* adalah sebuah struktur, biasanya tertutup oleh kaca atau plastik. Penutup ini membantu *greenhouse* untuk menjaga temperatur yang sesuai sepanjang tahun. Karena memberikan kondisi iklim yang menguntungkan untuk pertumbuhan, lingkungan *greenhouse* mendukung semua jenis tanaman, sayuran, bunga, dan buah-buahan (Baird, 2011).

*Greenhouse* merupakan rumah tanaman yang ideal untuk memelihara tanaman hias. *Greenhouse* dapat melindungi tanaman hias dari guyuran hujan dan cuaca panas dari luar. Hal itu karena kondisi di dalam ruangan *greenhouse* bisa diatur sesuai dengan kebutuhan hidup tanaman hias. Dengan *greenhouse*, pemeliharaan tanaman hias dapat dilakukan dengan baik. Jadwal penyiraman dan pemupukan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan tanaman hias. Serangan hama dan penyakit juga dapat diminimalisir (Redaksi, 2007).

#### 1.1.1 Kondisi Iklim Tanaman dalam *Greenhouse*

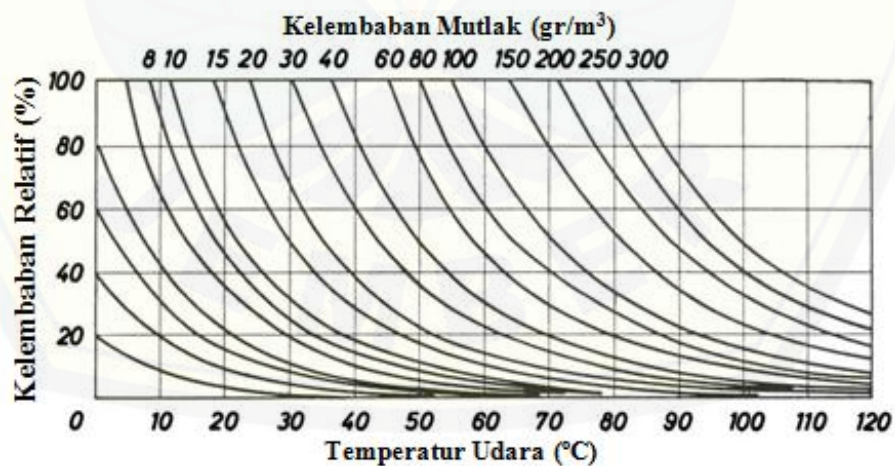
Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor fisis yang memengaruhi diantaranya temperatur dan kelembaban udara.

##### a. Kelembaban Udara

Kelembaban adalah ukuran dari jumlah uap air di udara (Robertson, 2005). Kelembaban udara dibagi menjadi dua yaitu kelembaban mutlak dan kelembaban relatif. Kelembaban mutlak menyatakan banyaknya uap air maksimum dalam gram untuk tiap 1 m<sup>3</sup> udara pada temperatur tertentu. Kelembaban mutlak

merupakan batas terjadinya kondensasi pada temperatur tertentu. Apabila kondensasi terjadi maka ada perubahan fase dari uap air menjadi air. Kondensasi ini biasanya terjadi pada pembentukan air hujan di awan. Semakin naik temperatur udara maka semakin besar jumlah uap air maksimum yang dapat berada di udara. Jadi semakin tinggi temperatur udara nilai kelembaban mutlak juga semakin besar. Kelembaban mutlak untuk tiap temperatur perlu diketahui sebab apabila jumlah uap air tetap tapi temperatur berubah maka kelembaban relatif berubah (Dewi, Tanpa Tahun).

Kelembaban relatif adalah jumlah uap air di udara dibagi dengan jumlah uap air di udara saat udara jenuh. Kelembaban relatif berubah seiring dengan perubahan temperatur. Ketika temperatur mengalami kenaikan saat jumlah uap air di udara tetap, maka kelembaban relatif menurun. Sedangkan ketika temperatur mengalami penurunan saat jumlah uap air di udara tetap, maka kelembaban relatif meningkat. Hubungan ini sangat berkaitan dengan fakta bahwa udara panas mengandung lebih banyak molekul uap air (sebelum molekul-molekul kondensasi menjadi hujan) daripada udara dingin (Robertson, 2005). Hubungan temperatur, kelembaban relatif dan kelembaban mutlak ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut,



Gambar 2.1 Grafik hubungan temperatur udara, kelembaban relatif dan kelembaban mutlak (Sumber: Budiando, 1996)

Kelembaban udara biasanya dinyatakan sebagai kelembaban relatif. Kelembaban relatif antara (60-90)% memiliki pengaruh kecil terhadap tanaman.

Nilai di bawah 60 persen dapat terjadi selama iklim kering, hal ini dapat menyebabkan stres air. Permasalahan serius dapat terjadi jika kelembaban relatif melebihi 95 persen untuk waktu yang lama, terutama pada malam hari karena hal ini mendukung perkembangan yang cepat dari penyakit jamur seperti *Botrytis cinerea*. Pada siang hari, kelembaban biasanya dapat dikurangi dengan menggunakan ventilasi. Namun, pada malam hari temperatur internal dan eksternal mungkin sama; jika kelembaban eksternal yang tinggi, mengurangi kelembaban *greenhouse* tidak mudah (Kittas, 2013).

#### b. Temperatur

Selain kelembaban relatif udara, temperatur udara merupakan salah satu variabel paling penting dari iklim di dalam *greenhouse* yang dapat dikontrol. Temperatur udara memengaruhi aktifitas kehidupan tanaman, antara lain pada proses fotosintesis, respirasi, transpirasi, pertumbuhan, penyerbukan, pembuahan, dan keguguran buah. Besar kecilnya pengaruh ini terkait dengan faktor yang lain seperti kelembaban, tersedianya air, dan jenis tanaman (Hariadi, 2007). Kondisi tersebut tidak hanya membantu perkembangan dan produksi tanaman tetapi juga membantu kebutuhan energi. Kebanyakan tanaman yang tumbuh di dalam *greenhouse* adalah tanaman musim panas, disesuaikan pada temperatur rata-rata antara  $(17-27)^{\circ}\text{C}$ , dengan perkiraan batas temperatur terendah dan tertinggi adalah  $10^{\circ}\text{C}$  dan  $35^{\circ}\text{C}$ . Jika temperatur rata-rata di luar *greenhouse*  $< 10^{\circ}\text{C}$ , *greenhouse* cenderung membutuhkan pemanasan, terutama pada malam hari. Ketika temperatur rata-rata di luar *greenhouse*  $< 27^{\circ}\text{C}$ , ventilasi akan mencegah temperatur internal yang berlebihan pada siang hari; namun, jika temperatur maksimum rata-rata  $> (27-28)^{\circ}\text{C}$ , pendinginan buatan mungkin dibutuhkan. Temperatur maksimum di dalam *greenhouse* tidak boleh melebihi  $(30-35)^{\circ}\text{C}$  untuk jangka waktu yang lama (Kittas, 2013).

Temperatur maksimum dengan ventilasi normal pasif dapat sekitar  $10^{\circ}\text{C}$  lebih tinggi daripada di luar, melibatkan peningkatan temperatur rata-rata sekitar  $5^{\circ}\text{C}$ . Dengan pertimbangan ini, batas iklim panas untuk tanaman budidaya yang dilindungi tanpa peralatan kontrol iklim aktif  $(12-22)^{\circ}\text{C}$  di wilayah pesisir dan  $(12-17)^{\circ}\text{C}$  di daerah pedalaman. Di luar batas-batas ini, perlindungan tanaman

budidaya membutuhkan sistem pengendali iklim aktif seperti pemanasan, ventilasi mekanis dan pendinginan (Castilla, 2013).

### 1.1.2 Kontrol Iklim dalam *Greenhouse*

Perpindahan kalor adalah perhatian utama dalam manajemen iklim *greenhouse* dalam kondisi iklim kering dan semi-kering. Hal ini dapat dicapai dengan:

- a. Mengurangi *solar radiation* yang datang;
- b. Memindahkan panas berlebih dengan pertukaran udara, dan
- c. Meningkatkan pergeseran energi terpartisi menjadi panas laten.

Layar kasa merupakan tindakan yang digunakan untuk mengurangi *solar radiation*; ventilasi *greenhouse* adalah cara efektif untuk memindahkan panas berlebih melalui pertukaran udara antara di dalam dan di luar (ketika temperatur udara di luar lebih rendah); dan pendinginan evaporatif adalah teknik umum untuk mengurangi beban kalor dengan meningkatkan fraksi panas laten energi yang terdisipasi.

#### 1) Ventilasi

Temperatur musim panas yang tinggi berarti panas harus dipindahkan secara konstan dari *greenhouse*. Sebuah cara yang simpel dan efektif untuk mengurangi perbedaan temperatur udara antara di dalam dan di luar adalah dengan meningkatkan ventilasi. Ventilasi alami atau pasif memerlukan energi eksternal sangat sedikit. Hal ini berdasarkan tekanan yang berbeda antara *greenhouse* dan lingkungan luar, yang dihasilkan dari angin luar atau temperatur *greenhouse*. Jika *greenhouse* dilengkapi dengan bukaan ventilasi, keduanya sisi bawah dan pada atap, udara dalam yang panas diganti dengan udara luar yang dingin selama cuaca cerah dan terdapat sedikit angin. Udara dingin dari luar memasuki *greenhouse* melalui ventilasi sisi bawah sedangkan udara panas keluar melalui ventilasi atap karena perbedaan kerapatan antara massa udara dari temperatur yang berbeda; hasilnya adalah penurunan temperatur *greenhouse*. Ketersediaan ventilasi sangat penting bagi pertumbuhan tanaman yang optimal, terutama dalam hal temperatur luar yang tinggi dan *solar radiation*. Beberapa

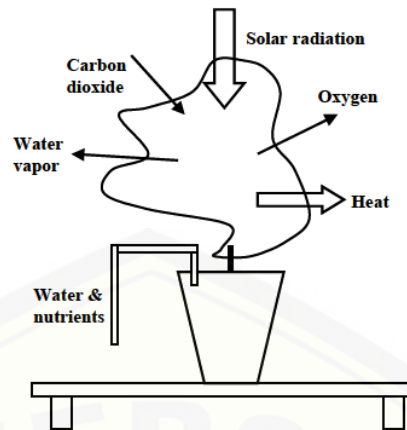


sistem, termasuk *exhaust fan* dan *blower*, memiliki peran besar dalam pertukaran udara ketika dibutuhkan. Sistem sederhana dan kuat secara signifikan meningkatkan laju perpindahan udara dari *greenhouse*; akibatnya, temperatur di dalam dapat disimpan pada tingkat yang sedikit di atas temperatur luar (Kittas, 2013).

Ventilasi *greenhouse* diperlukan untuk mengontrol tingkat temperatur dan kelembaban dan memberikan CO<sub>2</sub> untuk produksi tanaman yang baik. Ada dua sistem ventilasi dasar yang digunakan dalam sistem produksi *greenhouse*, sistem ventilasi alami dan mekanik. Ventilasi alami tergantung pada pergerakan udara normal yang diciptakan oleh tekanan angin atau dengan gradien yang disebabkan oleh perbedaan temperatur udara antara daerah pertumbuhan dan lingkungan luar. Ventilasi mekanis didefinisikan sebagai gerakan udara yang diciptakan oleh kipas yang membawa udara ke daerah tumbuh melalui bukaan yang dapat dikontrol yang dibangun ke dinding *greenhouse* dan pembuangan melalui unit kipas. Kemampuan untuk mengubah ukuran bukaan penting untuk didesain secara tepat dari sistem ventilasi mekanis. Ventilasi kipas biasanya dikendalikan oleh termostat dan dalam beberapa kasus oleh perangkat penginderaan kelembaban ketika kelembaban relatif sebagai parameter kontrol (Roberts, 2005).

Ventilasi mekanis disebut juga dengan ventilasi paksa. Prinsip ventilasi paksa adalah untuk membuat aliran udara melalui rumah. Kipas menyedot udara keluar di satu sisi, dan bukaan di sisi lain membiarkan udara masuk. Ventilasi paksa dengan kipas adalah langkah paling efektif untuk ventilasi *greenhouse* (Kittas, 2013).

Kipas aliran udara horizontal sering digunakan untuk mengedarkan udara melalui kanopi *greenhouse*. Manfaat terbesarnya adalah menciptakan temperatur yang seragam dalam *greenhouse* jika ada sistem pemanas non-seragam dan meningkatkan serapan CO<sub>2</sub> dan transpirasi tanaman dengan mengurangi (membatasi) lapisan batas yang mengelilingi permukaan daun. Gambar 2.2 menunjukkan iklim mikro di sekitar tipe tanaman dalam pot di atas sebuah bangku *greenhouse*.



Gambar 2.2 Iklim mikro di sekitar tanaman akibat pergerakan udara  
(Sumber: Roberts, 2005)

Kipas dapat meningkatkan keseragaman lingkungan di seluruh area produksi tanaman dengan mencampur udara di seluruh daerah pertumbuhan. Gerakan udara horizontal dibuat dalam *greenhouse* dengan penempatan strategis kipas (Roberts, 2005).

## 2) Pendinginan Evaporatif

Salah satu solusi paling efektif untuk mengurangi kondisi iklim adalah menggunakan sistem pendinginan evaporatif (pengkabutan). Sistem berdasarkan konversi panas menjadi panas laten melalui penguapan air yang dipasok langsung ke atmosfer *greenhouse* (sistem pengkabut, *sprinkler*). Pendinginan evaporatif memungkinkan penurunan temperatur dan defisit tekanan uap secara serentak, dan efisiensi yang lebih tinggi dalam lingkungan yang kering. Keuntungan sistem kabut adalah keseragaman kondisi seluruh *greenhouse*, mengurangi kebutuhan ventilasi paksa dan penutup kedap udara. Sebelum memasang sistem, tingkat udara dan aliran air yang diperlukan harus diperhitungkan (Kittas, 2013).

Penguapan air memerlukan energi konversi dari cairan ke uap air, yang membutuhkan sekitar 1.050 Btu/pound air. Dalam sistem pendinginan evaporatif, energi ini diambil dari udara, yang didinginkan sebagai uap air yang disediakan oleh sistem. Pendingin evaporatif telah berhasil digunakan selama bertahun-tahun (Roberts, 2005).

### 1.1.3 Bentuk Rumah Tanaman

Menurut Roberts (2005), keuntungan dari *greenhouse* adalah dapat mengatur temperatur pada musim dingin, berkat efek penahan angin dan efek rumah kaca. Selama musim panas, terutama di daerah tropis, di mana ada radiasi matahari tinggi dan temperatur melebihi ambang batas maksimum yang disarankan, efek rumah kaca memiliki dampak negatif terhadap iklim mikro dan kinerja tanaman. Namun, efek negatif ini sampai tingkat tertentu diimbangi dengan efek *shading* dan dapat diatur sampai batas tertentu dengan ventilasi yang tepat dan atau pendinginan *greenhouse*.

Kehilangan panas dari *greenhouse* tergantung pada tiga parameter: (1) luas permukaan *greenhouse*, (2) lokasi *greenhouse* dan tanaman yang akan ditanam, dan (3) tingkat kehilangan panas *greenhouse* yang sebagian besar tergantung pada bahan kaca/plastik. Dua dari hal tersebut mudah diterapkan, dan yang ketiga adalah sebuah pendekatan tergantung pada kaca/plastik dan kondisinya dan apakah terdapat layar termal atau tidak. Kehilangan panas ke tanah biasanya diabaikan relatif terhadap kehilangan ke atmosfer. Hal ini biasanya diabaikan karena perbedaan temperatur antara *greenhouse* dan tanah kecil dan koefisien perpindahan panas relatif kecil (Roberts, 2005).

*Greenhouse* dapat dibagi menjadi dua tipe dasar: *attached* dan *freestanding*. Sesuai namanya, sebuah *greenhouse attached* adalah *greenhouse* yang strukturnya bersandar, yang melekat pada rumah atau bangunan lain, seperti garasi atau rumah utama. *Greenhouse freestanding* berdiri sendiri; sesuai keinginan. Dalam *greenhouse freestanding* memungkinkan untuk dibangun sebuah ruang kecil sebagai ruang properti (Baird, 2011).

*Greenhouse freestanding* memiliki sebuah struktur yang independen, tidak melekat pada rumah. Memiliki dinding dan atap independen. Dapat dibuat dalam berbagai ukuran, bentuk, dan model sesuai dengan yang diinginkan. Jumlah cahaya yang masuk dalam *greenhouse* bergantung pada beberapa faktor konstruksi. Sistem pemanas tambahan akan diperlukan jika *greenhouse freestanding* benar-benar terpisah dari bangunan pemanas. *Greenhouse freestanding* memiliki lebar kurang lebih 17-18 kaki, dapat mengakomodasi dua

tempat berjalan, dua bangku samping, dan bangku pusat. *Greenhouse attached* terhubung langsung ke bangunan utama. *Greenhouse* seperti ini menerima panas yang terpancar dari bangunan utama. Selain itu, dapat mengatur untuk setiap panas yang diperlukan dan infrastruktur cahaya dari rumah juga. Harus dipastikan untuk mempertimbangkan pembatasan bangunan khusus yang ada sebelum membangun sebuah *greenhouse attached* (Clarke, 2011). Gambar 2.3 menunjukkan salah satu contoh tipe *greenhouse freestanding*.



Gambar 2.3 Tipe *greenhouse freestanding*  
(Sumber: Moines, 2001)

## 1.2 Sensor

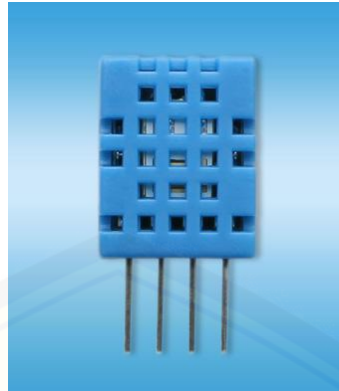
Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi dan sering berfungsi untuk mengukur *magnitude* sesuatu. Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan listrik. Sensor biasanya dikategorikan melalui pengukuran dan memegang peranan penting dalam pengendalian proses pabrikasi modern. Sensor memberikan ekivalen mata, pendengaran, hidung, lidah untuk menjadi otak mikroprosesor dari sistem otomatis industri (Petruzella dalam Jiwa, 2013).

Sensor memiliki banyak fungsi yang salah satunya sebagai sensor temperatur. Terdapat 4 jenis utama sensor temperatur yang umum digunakan, yaitu *thermocouple* (T/C), *resistance temperature detector* (RTD), termistor dan IC sensor. IC sensor adalah sensor temperatur dengan rangkaian terpadu yang menggunakan chipsilikon untuk kelemahan penginderanya. Mempunyai konfigurasi output tegangan dan arus yang sangat *linear* (Setiawan dalam Jiwa, 2013).

### 1.2.1 Sensor Temperatur dan Kelembaban DHT11

DHT11 atau *digital temperature and humidity sensor* merupakan sebuah sensor gabungan yang terkalibrasi dengan output sinyal digital dari temperatur dan kelembaban. Penerapan modul digital berdedikasi terhadap kumpulan teknologi dan teknologi sensor temperatur dan kelembaban, untuk memastikan bahwa produk tersebut memiliki keandalan yang tinggi dan stabilitas jangka panjang yang sangat baik. Sensor termasuk dalam sebuah sensor resistif komponen basah dan perangkat pengukuran temperatur NTC, dan terhubung dengan kinerja tinggi mikrokontroler 8-bit (Aosong (Guangzhou) Electronics Co., Tanpa Tahun).

Setiap elemen DHT11 secara ketat dikalibrasi di laboratorium yang sangat akurat dalam kalibrasi kelembaban. Koefisien kalibrasi disimpan sebagai program dalam memori OTP, yang digunakan oleh sinyal internal sensor mendeteksi proses. Kabel-tunggal antarmuka serial membuat integrasi sistem cepat dan mudah. Ukurannya yang kecil, konsumsi daya yang rendah dan transmisi sinyal lebih dari 20 meter yang menjadikannya pilihan terbaik untuk berbagai aplikasi. Komponennya memiliki 4 pin dalam satu baris. Hal ini memudahkan untuk menghubungkan dengan komponen lain (D-Robotics, 2010). Bentuk fisik dan rangkaian dasar sensor DHT11 diperlihatkan pada Gambar 2.4.

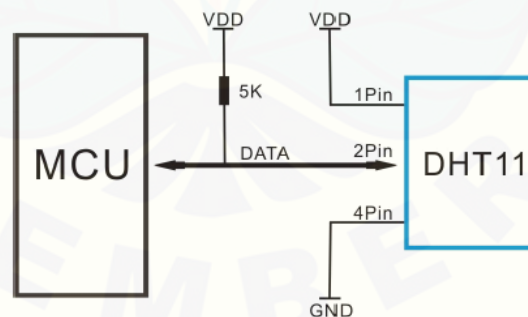


Gambar 2.4 *Digital Humidity and Temperature* (DHT11)  
(Sumber: Aosong (Guangzhou) Electronics Co., Tanpa Tahun)

a. Deskripsi Pin

- 1) VDD : *power supply 3.5~5.5V DC*
- 2) DATA : *serial data, a single bus*
- 3) NC : *empty pin*
- 4) GND : *ground, the negative power*

b. Rangkaian Dasar



MCU = Micro-computer Unite atau single chip computer

Gambar 2.5 Rangkaian dasar DHT11  
(Sumber: D-Robotics, 2010)

Ketika menghubungkan kabel kurang dari 20 meter, direkomendasikan resistor 5K; ketika lebih dari 20 meter, dapat digunakan resistor sesuai kebutuhan. Sumber tegangan yang digunakan untuk DHT11 adalah (3-5,5)V DC. Bila daya

disuplai ke sensor, dilarang mengirim instruksi apapun pada sensor selama satu detik untuk melewati status tidak stabil (D-Robotics, 2010).

### c. Spesifikasi

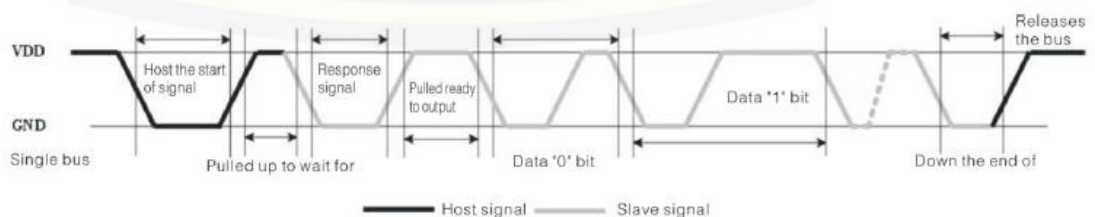
Menurut D-Robotics (2010), rentang pengukuran sensor DHT11 terhadap kelembaban adalah (20-90)%RH dan terhadap temperatur (0-50)°C. Akurasi pengukurannya masing-masing  $\pm 5\%$ RH dan  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Sedangkan untuk spesifikasi detail mengenai sensor DHT11 ditampilkan pada Tabel 2.1,

Tabel 2.1 Spesifikasi detail sensor DHT11

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
Repeatability			8 Bit	
Accuracy	25°C		$\pm 1\%$ RH	
	0-50°C		$\pm 4\%$ RH	$\pm 5\%$ RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25°C, 1 m/s Air	6 s	10 s	15 s
Hysteresis			$\pm 1\%$ RH	
Long-Term Stability	Typical		$\pm 1\%$ RH/year	
Temperature				
Resolution		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			$\pm 1^\circ\text{C}$	
Accuracy		$\pm 1^\circ\text{C}$		$\pm 2^\circ\text{C}$
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 s		30 s

Sumber: D-Robotics (2010).

### d. Proses Komunikasi secara Keseluruhan dalam DHT11



Gambar 2.6 Proses komunikasi DHT11 dengan mikrokontroler (Sumber: Aosong (Guangzhou) Electronics Co., Tanpa Tahun)

## e. Karakteristik Elektrik

Tabel 2.2 Karakteristik elektrik sensor DHT11

	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Power Supply	DC	3V	5V	5.5V
Current Supply	Measuring	0.5mA		2.5mA
	Average	0.2mA		1mA
	Standby	100 $\mu$ A		150 $\mu$ A
Sampling period	Second	1		

VDD=5 V, T=25°C (*unless otherwise stated*)

Sumber: D-Robotics (2010).

### 1.3 Arduino

Arduino merupakan mikrokontroler yang memang dirancang agar dapat digunakan dengan mudah oleh para seniman dan desainer (yang memang bukan orang teknik). Meskipun tidak mengetahui bahasa pemrograman, Arduino dapat digunakan untuk menghasilkan karya yang canggih. Arduino merupakan sebuah *platform hardware open source* yang mempunyai input/output (I/O) sederhana. Arduino sangat membantu dalam pembuatan suatu *prototyping* ataupun untuk melakukan pembuatan proyek. Arduino memberikan I/O yang sudah fix dan bisa digunakan dengan mudah. Arduino dapat digabungkan dengan modul elektro yang lain sehingga proses perakitan jauh lebih efisien. Para desainer hanya tinggal membuat *software* untuk mendayagunakan rancangan H/D yang ada. *Software* jauh lebih mudah untuk dimodifikasi tanpa harus memindahkan kabel (Dinata, 2014).

#### 1.3.1 Bagian – bagian Arduino

Menurut Dinata (2014), secara umum Arduino memiliki dua bagian utama,

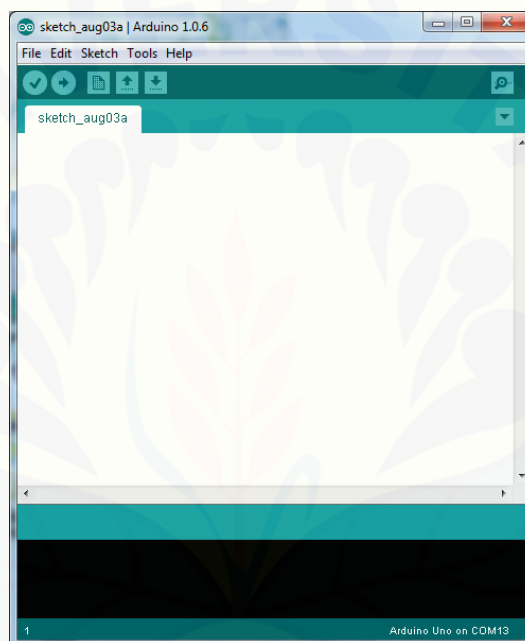
##### a. Bagian H/D

Bagian H/D merupakan papan yang berisi I/O. Pada bagian H/D nampak komponen-komponen penyusun papan Arduino. Arduino memiliki berbagai macam rancangan H/D dengan spesifikasi yang berbeda-beda. Salah satu tipe Arduino adalah Arduino Uno sebagaimana pada Gambar 2.10.



### b. Bagian *Software*

Berupa *software* Arduino yang meliputi *Integrated Development Environmet* (IDE) untuk menulis program. Arduino memerlukan instalasi driver untuk menghubungkan dengan komputer. Pada IDE terdapat contoh program dan *library* untuk pengembangan program. *Software* Arduino IDE yang digunakan diberi nama *Sketch*. Tampilan *software* Arduino seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Tampilan *Software* Arduino IDE

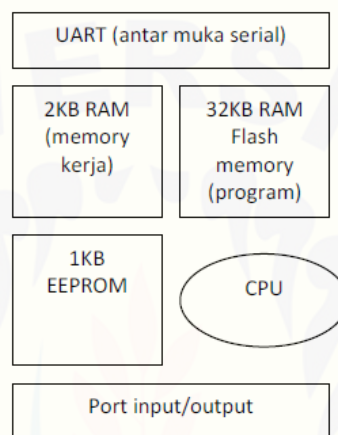
Tabel 2.3 Fungsi tombol pada *software* Arduino IDE

	Tombol <i>Verify</i> , untuk mengkompilasi kode dan memeriksa kesalahan
	Tombol <i>Upload</i> , untuk mengkompilasi kode dan jika tidak ada kesalahan dalam kode, akan diupload ke papan Arduino
	Tombol <i>New</i> , untuk memulai program baru. Dalam dunia Arduino, program disebut <i>sketches</i>
	Tombol <i>Open</i> , memungkinkan untuk membuka <i>sketches</i> yang telah disimpan
	Tombol <i>Save</i> , menyimpan <i>sketches</i> yang sedang dibuat
	Tombol ini membuka jendela <i>Serial Monitor</i> yang memungkinkan untuk berkomunikasi dengan papan Arduino. Hal ini sangat membantu ketika men-debug program.

Sumber: Ameriai (2015)

### 1.3.2 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan salah satu tipe Arduino yang menggunakan *interface* USB sebagai antarmuka pemrograman atau komunikasi komputer. Komponen utama Arduino Uno adalah mikrokontroler 8 bit yang diproduksi oleh ATMEL Corporation yaitu Atmega328. Gambaran mengenai bagian-bagian yang terdapat dalam Atmega328 diperlihatkan seperti Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Diagram blok sederhana Atmega328  
(Sumber: Djuandi, 2011).

- UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*) adalah antarmuka yang digunakan untuk komunikasi serial.
- 2KB RAM pada memori kerja bersifat *volatile* (hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variabel-variabel di dalam program.
- 32KB ROM *flash* memori bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang dimuat dari komputer. Selain program, *flash memory* juga menyimpan *bootloader*. *Bootloader* adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh CPU saat daya dihidupkan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.
- 1KB EEPROM bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino.

- e. *Central Processing Unit* (CPU), bagian dari mikrokontroler untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
- f. Port input/output (I/O), pin-pin untuk menerima data (input) digital atau analog, dan mengeluarkan data (output) digital atau analog (Dinata, 2014).

Deskripsi pin kaki Atmega328P dan tampilan papan Arduino Uno R3 ditunjukkan pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10,

(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Gambar 2.9 Pin out Atmega 328P  
(Sumber: Corporation, 2009)



Gambar 2.10 Arduino Uno R3 Board  
(Sumber: Arduino, 2015)

Arduino Uno R3 merupakan jenis Arduino Uno revisi terakhir. Jenis ini yang paling umum digunakan di berbagai kalangan karena spesifikasinya yang mencukupi untuk berbagai aplikasi. Spesifikasi Arduino Uno R3 ditunjukkan pada Tabel 2.4,

Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Uno R3

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14
PMW Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB
Flash Memory for Bootloader	0.5 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Sumber: Arduino (2015).

#### 1.4 Bahasa C

Bahasa pemrograman merupakan kumpulan aturan yang disusun sedemikian rupa sehingga memungkinkan pengguna komputer membuat program yang dapat dijalankan dengan aturan tersebut. Bahasa pemrograman dapat dikelompokkan dalam berbagai macam sudut pandang. Salah satu pengelompokan bahasa pemrograman adalah pendekatan dari notasi bahasa pemrograman tersebut, lebih dekat ke bahasa mesin atau ke bahasa manusia. Dengan cara ini, bahasa pemrograman dapat dikelompokkan menjadi dua yakni bahasa tingkat rendah (*low-level languages*) dan bahasa tingkat tinggi (*high-level languages*) (Utami, 2005). Bahasa yang mudah dipahami oleh manusia adalah bahasa tingkat tinggi, salah satunya adalah bahasa C. Simbol dasar dari bahasa C diperlihatkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Simbol-simbol dasar bahasa pemrograman C

Umum		
Simbol	Preseden	Deskripsi
[ ]	1	Braket, digunakan untuk mengelompokkan pernyataan program
()	1	Kurung, digunakan untuk menetapkan preseden
=	12	Penetapan

Operasi Aritmatik		
Simbol	Preseden	Deskripsi
*	3	Perkalian
/	3	Pembagian
+	4	Penjumlahan
-	4	Pengurangan

Operasi Logika		
Simbol	Preseden	Deskripsi
<	6	Kurang dari
<=	6	Kurang dari atau sama dengan
>	6	Lebih dari
>=	6	Lebih dari atau sama dengan
==	7	Sama dengan
!=	7	Tidak sama dengan
&&	9	Logika AND
	10	Logika OR

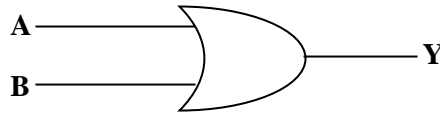
Sumber: Barret (2012).

## 1.5 Gerbang Logika

Gerbang logika merupakan elemen penyusun rangkaian logika. Gerbang logika memiliki 3 jenis gerbang dasar yaitu gerbang OR, gerbang AND, dan gerbang NOT.

### 1.5.1 Gerbang OR

Menurut Muchlas (2013), gerbang OR didefinisikan sebagai gerbang logika yang memberikan keadaan logika 1 (tinggi) pada outputnya, jika keadaan salah satu atau lebih inputnya berlogika 1 (tinggi). Simbol gerbang OR dan tabel kebenarannya diperlihatkan pada Gambar 2.11 dan Tabel 2.6 berikut ini,



Gambar 2.11 Simbol gerbang OR  
(Sumber: Muchlas, 2013)

Tabel 2.6 Tabel kebenaran gerbang OR 2 input

INPUT		Output Y
A	B	
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Sumber: Muchlas (2013)

Persamaan logika atau ekspresi Boole output gerbang OR dinyatakan dengan persamaan:

$$Y = A + B \quad (2.1)$$

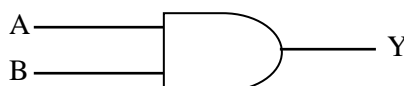
Tanda “+” merupakan simbol untuk operasi OR.

### 1.5.2 Gerbang AND

Gerbang logika AND didefinisikan sebagai gerbang logika yang memberikan keadaan level logika 1 (tinggi) pada outputnya, jika dan hanya jika semua keadaan inputnya berlevel logika 1 (tinggi). Persamaan Boole untuk gerbang logika AND sebagaimana persamaan 2.2 berikut:

$$Y = A \cdot B \quad \text{atau} \quad Y = AB \quad (2.2)$$

Operasi AND sering kali disimbolkan dengan tanda titik ( $\cdot$ ). Sedangkan simbol dan tabel kebenaran gerbang AND 2 input seperti Gambar 2.12 dan Tabel 2.7,



Gambar 2.12 Simbol gerbang AND  
(Sumber: Muchlas, 2013)

Tabel 2.7 Tabel kebenaran gerbang AND 2 input

INPUT		Output Y
A	B	
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Sumber: Muchlas (2013)

### 1.5.3 Gerbang NOT

NOT merupakan gerbang logika yang memberikan keadaan level logika 1 (tinggi) pada outputnya, jika keadaan inputnya berlevel logika 0 (rendah). Sebaliknya, gerbang NOT memberikan keadaan level logika 0 (rendah), jika keadaan inputnya berlevel 1 (tinggi). Persamaan logika gerbang NOT adalah:

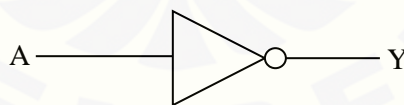
$$Y = \bar{A} \quad (2.3)$$

Sedangkan tabel kebenaran dan simbol gerbang NOT sebagai berikut:

Tabel 2.8 Tabel kebenaran gerbang NOT

INPUT	OUTPUT
A	Y
0	1
1	0

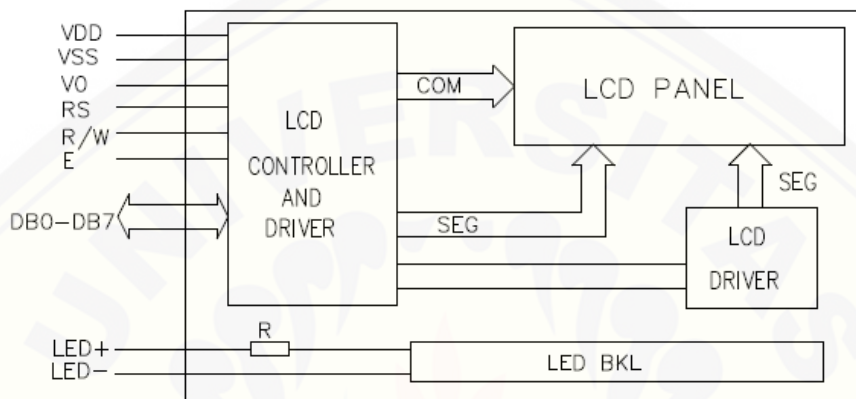
Sumber: Muchlas (2013)

Gambar 2.13 Simbol gerbang NOT  
(Sumber: Muchlas, 2013)

## 1.6 Liquid Crystal Display (LCD)

*Liquid Crystal Display* adalah modul tampilan yang mempunyai konsumsi daya relatif rendah dan terdapat sebuah *controller* CMOS di dalamnya. *Controller* tersebut sebagai pembangkit ROM/RAM dan display data RAM. Semua fungsi tampilan dikontrol oleh suatu instruksi modul LCD dapat dengan mudah diinterfacekan dengan MPU (Widodo, 2002).

LCD memiliki beberapa jenis seperti *seven segmen* dan dot matrik. Jenis LCD yang diperlihatkan pada blok diagram seperti pada Gambar 2.14 adalah termasuk jenis dot matrik. Dot matrik dapat memperlihatkan variasi huruf abjad dibandingkan dengan *seven segmen*. Sedangkan koneksi eksternal dan fungsi dari setiap pin tertera pada Tabel 2.9.



Gambar 2.14 Blok diagram  
(Sumber: Xiamen Amotec Display CO., 2008)

Tabel 2.9 *Interface* pin LCD dengan koneksi eksternal

No. PIN	Simbol	Koneksi Eksternal	Fungsi
1	Vss		Sinyal ground untuk LCM
2	VDD	Power Supply	<i>Power supply</i> untuk logika pada LCM
3	Vo		Menyesuaikan kontras
4	RS	MPU	Sinyal <i>register select</i>
5	R/W	MPU	Membaca/menulis sinyal terpilih
6	E	MPU	Operasi (data terbaca/tertulis) sinyal yang memungkinkan
7~10	DB0~DB3	MPU	Empat perintah rendah <i>bi-directional</i> tiga keadaan jalur data bus. Digunakan untuk transfer data antara MPU dan LCM tersebut. Empat perintah ini tidak digunakan selama operasi 4-bit.
11~14	DB4~DB7	MPU	Empat perintah tinggi <i>bi-directional</i> tiga keadaan jalur data bus. Digunakan untuk transfer data antara MPU.
15	LED+	LED BKL	Sumber tegangan untuk <i>backlight</i>
16	LED-	Power Supply	Sumber tegangan untuk <i>backlight</i>

Sumber: Xiamen Amotec Display CO. (2008).



### 1.7 Motor Servo

Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah yaitu CW (*clockwise*) dan CCW (*counterclockwise*). Arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan pemberian pengaturan *duty cycle* sinyal PWM (*Pulse-Width Modulation*) pada bagian pin kontrolnya. Motor servo memiliki 3 pin yaitu *power*, *ground*, dan kontrol (MDP, 2011). Setiap pin diwakili dengan warna yang berbeda untuk mempermudah dalam pemasangan dengan rangkaian. Ketiga pin motor servo sebagaimana gambar Gambar 2.15.



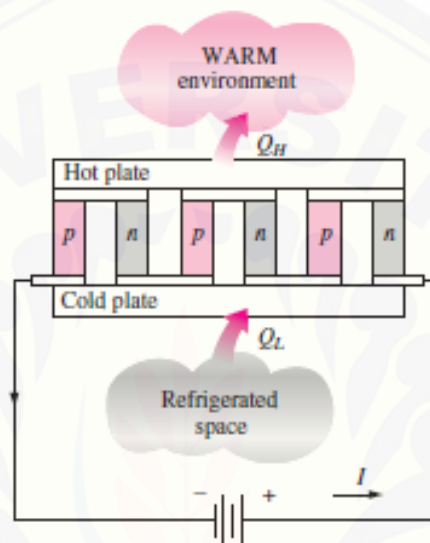
Gambar 2.15 Pin kaki motor servo  
(Sumber: Anonim, 2014)

Perputaran motor servo antara CW dan CCW berdasarkan dengan proses pensinyalan yang diberikan. Proses pensinyalan yang ada di dalam motor servo berupa sinyal PWM dimana periode sinyal memiliki besar yang berbeda dalam dua kondisi.

### 1.8 Termoelektrik

Dua kabel yang terbuat dari logam yang berbeda bergabung di kedua ujungnya (persimpangan) membentuk sirkuit tertutup, biasanya tidak akan terjadi apapun. Namun, ketika salah satu ujung dipanaskan, sesuatu yang menarik terjadi. Sebuah arus mengalir terus-menerus di sirkuit. Hal ini disebut efek Seebeck, untuk menghormati Thomas Seebeck, yang membuat penemuan ini pada tahun 1821. Rangkaian yang menggabungkan efek baik termal dan listrik disebut rangkaian termoelektrik, dan perangkat yang beroperasi di rangkaian ini disebut perangkat termoelektrik. Selanjutnya Jean Charles Athanase Peltier melakukan hal sebaliknya. Dia mencoba membalikkan arah aliran elektron dalam sirkuit termoelektrik (dari luar menerapkan perbedaan potensial di arah sebaliknya) untuk

menciptakan efek pendinginan. Fenomena ini ditemukan pada tahun 1834. Dia melihat selama percobaan bahwa ketika arus kecil melewati persimpangan dua kawat yang berbeda, sambungan menjadi dingin. Hal ini disebut efek Peltier, dan itu merupakan dasar untuk pendingin termoelektrik (Cengel, 2011). Pendingin termoelektrik dapat ditunjukkan pada Gambar 2.16,



Gambar 2.16 Pendingin termoelektrik  
(Sumber: Cengel, 2011)

### 1.9 Humidifier

Pengatur Kelembaban terdiri dari dua jenis yaitu *humidifier* dan *dehumidifier*. *Dehumidifier* digunakan untuk menurunkan kelembaban udara, sedangkan *humidifier* digunakan untuk meningkatkan kelembaban udara. Salah satu jenis *humidifier* adalah menggunakan transduser ultrasonik. Menurut Sitompul dalam Dewi (Tanpa Tahun), gelombang ultrasonik yang merambat ke dalam suatu zat cair dapat menimbulkan efek kavitasi. Efek kavitasi terjadi karena tekanan lokal pada zat cair di sekitar transduser ultrasonik menurun sampai harga yang cukup rendah di bawah tekanan uap jenuh zat cair. Akibat adanya semua ini timbul gelembung-gelembung kecil yang hampir tidak dapat dilihat dengan mata telanjang.

Gelombang yang dipancarkan oleh transduser berupa gelombang longitudinal. Lalu gelombang tersebut mampu menggetarkan partikel air dengan kecepatan rambat yaitu sekitar 1500 m/s sehingga memungkinkan tekanan air di sekitar transduser ultrasonik besarnya di bawah tekanan uap jenuh dari zat cair tersebut. Apabila kondisi ini terpenuhi, efek kavitasi dapat terjadi dengan ditandai adanya banyak gelembung-gelembung kecil yang bergerak naik menuju permukaan air. Kemudian gelembung-gelembung tersebut lepas ke udara menjadi uap air. Gelembung-gelembung kecil ini sulit dilihat dengan mata telanjang atau hampir tidak tampak (Chaoqun Wu, 2006).



## BAB 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan bagian yang harus diperhatikan dengan seksama. Waktu, tempat, alat, bahan, dan tahapan-tahapan disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Penjelasan secara menyeluruh mengenai metode penelitian dijelaskan sebagai berikut.

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian keseluruhan telah dilaksanakan pada bulan Februari 2016 sampai selesai di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Observasi untuk mendapatkan data awal input temperatur dan kelembaban telah dilakukan pada bulan Oktober-November 2015 di halaman Laboratorium Fisika Dasar dan observasi persiapan program untuk setiap blok rangkaian telah dilakukan pada bulan Juli-September 2015.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.2.1 Alat

Beberapa alat yang dibutuhkan untuk membuat keseluruhan rancang bangun adalah:

- |                                                  |                                  |
|--------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Arduino Uno R3                                | 8. Kipas DC                      |
| 2. <i>Software</i> Arduino IDE 1.0.6             | 9. Termoelektrik                 |
| 3. Sensor temperatur dan kelembaban DHT11        | 10. <i>Humidifier</i>            |
| 4. Alat pengukur temperatur dan kelembaban HTC-2 | 11. <i>Project Board 400 tie</i> |
| 5. LCD 16 x 2                                    | 12. Kabel USB                    |
| 6. Modul relay                                   | 13. Kabel <i>Jumper</i>          |
| 7. Motor servo                                   | 14. Kabel                        |
| 17. Kotak plastik                                | 15. USB terminal                 |
| 18. Pipa                                         | 16. Botol plastik                |
|                                                  | 19. <i>Styrofoam</i>             |
|                                                  | 20. Capit buaya                  |

- |                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| 21. Roda kecil                  | 37. Triplek          |
| 22. Potensiometer 10 k $\Omega$ | 38. LED              |
| 23. Resistor 10 k $\Omega$      | 39. Saklar           |
| 24. Resistor 270 $\Omega$       | 40. PCB              |
| 25. Transformator 2 buah        | 41. Transistor 2955  |
| 26. Dioda 1N4002                | 42. <i>Heatsink</i>  |
| 27. Kapasitor 330 $\mu$ F       | 43. Solder listrik   |
| 28. Kapasitor 1000 $\mu$ F      | 44. Timah            |
| 29. Regulator 7805              | 45. Lem tembak       |
| 30. Regulator 7812              | 46. Baut             |
| 31. Resistor 47 $\Omega$        | 47. Busur            |
| 32. Resistor 100 $\Omega$       | 48. <i>Stopwatch</i> |
| 33. Resistor 680 $\Omega$       | 49. Bor PCB          |
| 34. Adaptor                     | 50. Bor listrik      |
| 35. Baterai 9 V                 | 51. Multimeter       |
| 36. Kabel <i>Power</i>          | 52. Paku             |

### 3.2.2 Bahan

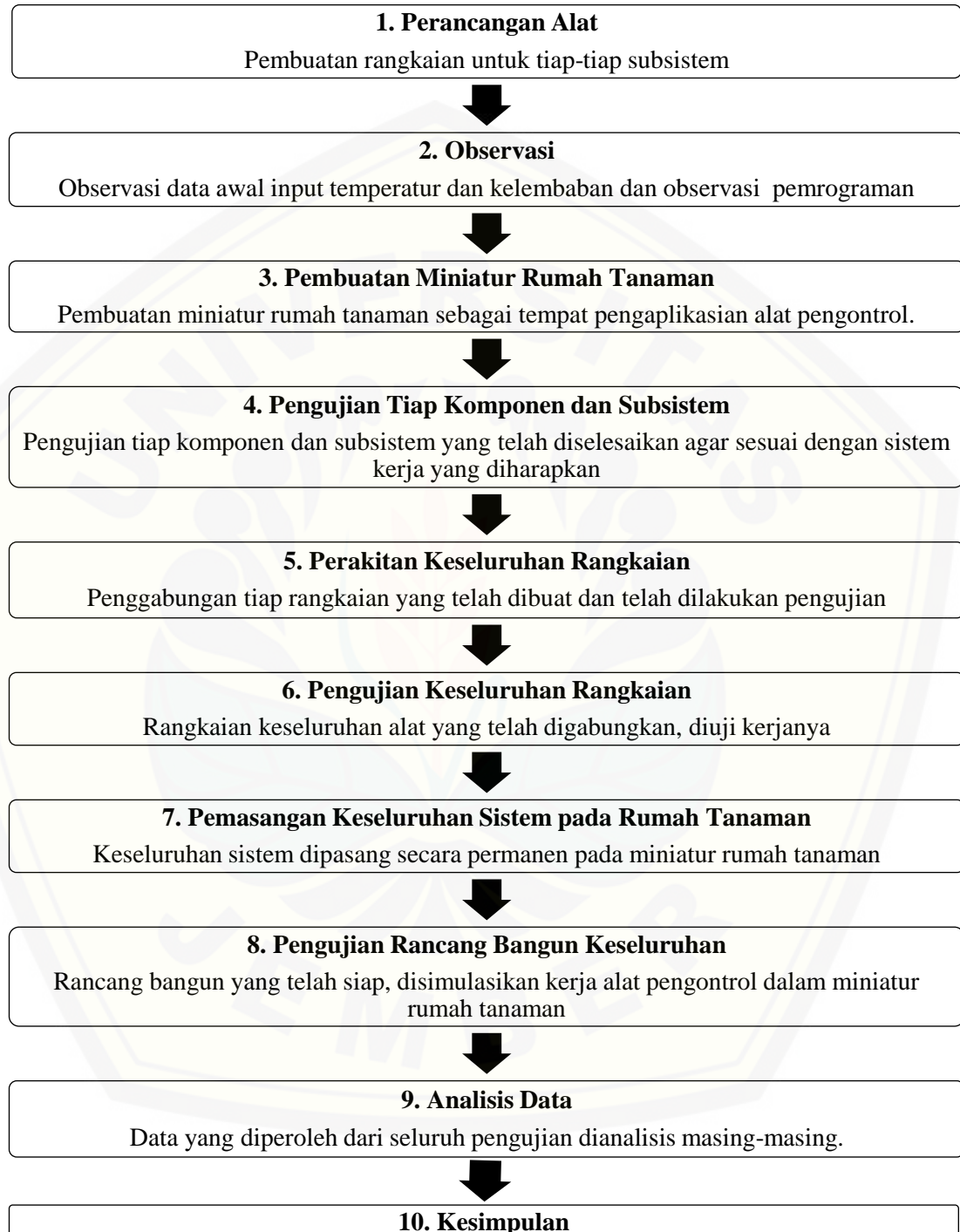
Bahan yang digunakan adalah:

1. Air  
Bahan pengkabut
2. Plastik *polyetylen*  
Penutup dinding miniatur rumah tanaman
3. Kayu  
Kerangka miniatur rumah tanaman
4. Es Batu  
Bahan pendingin

Alat dan bahan yang digunakan sesuai dengan perancangan alat yang dibuat dan beberapa alat tambahan yang dibutuhkan untuk mendukung kebutuhan keseluruhan sistem.

### 3.3 Tahap Penelitian

Tahap-tahap penelitian digambarkan seperti bagan berikut:

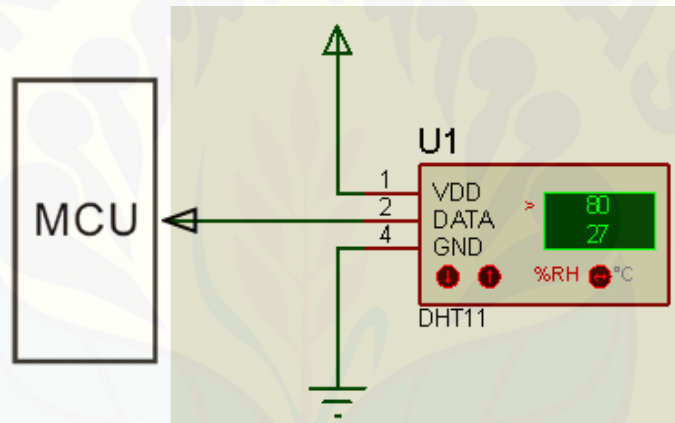


Gambar 3.1 Bagan tahapan penelitian

### 3.3.1 Perancangan Alat

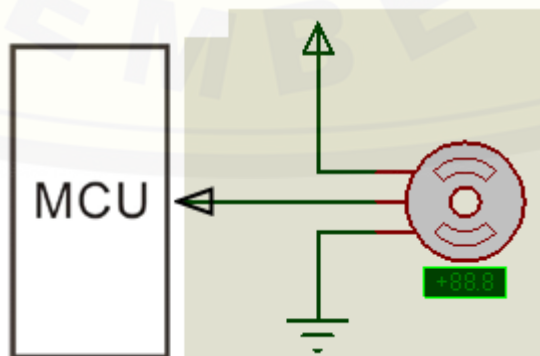
Perancangan alat meliputi pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras terdiri dari perancangan rangkaian sensor DHT11, rangkaian motor servo, rangkaian pemanas, rangkaian pendingin, rangkaian *humidifier*, rangkaian LCD, dan rangkaian Arduino Uno R3 dengan keseluruhan sistem pengontrol. Sedangkan perangkat lunak yaitu perancangan program untuk Arduino Uno R3 dalam bentuk bahasa C sebagai masukan memori Arduino Uno R3. Program dibuat dengan menggunakan *software* Arduino IDE 1.0.6.

#### a. Rangkaian Sensor DHT11



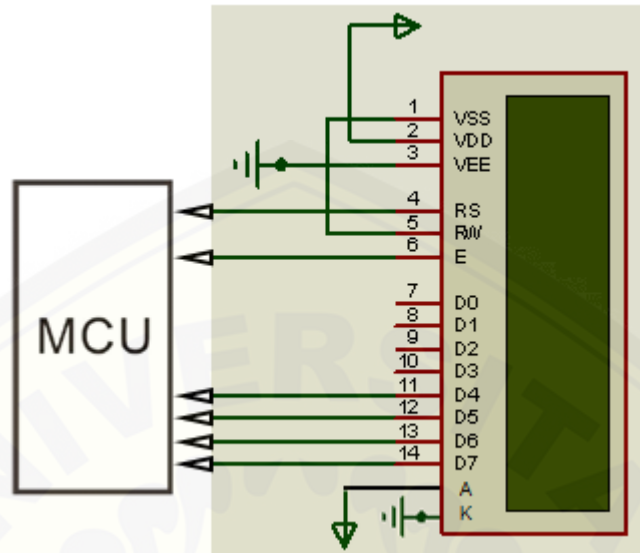
Gambar 3.2 Rangkaian sensor DHT11

#### b. Rangkaian Motor Servo



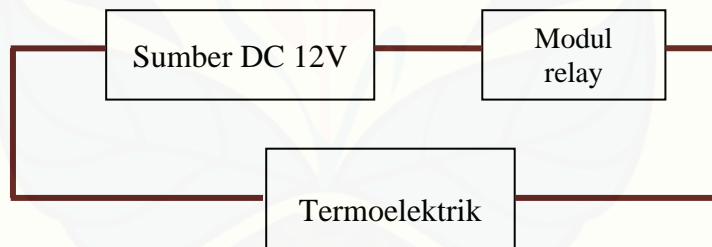
Gambar 3.3 Rangkaian motor servo

c. Rangkaian LCD



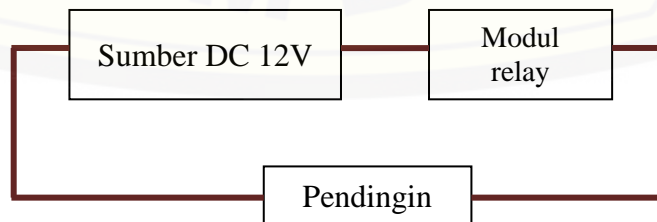
Gambar 3.4 Rangkaian LCD

d. Rangkaian Pemanas



Gambar 3.5 Rangkaian pemanas

e. Rangkaian Pendingin



Gambar 3.6 Rangkaian pendingin



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah menghasilkan konstruksi sebuah sistem kontrol temperatur dan kelembaban yang diaplikasikan pada miniatur rumah tanaman. Sistem mampu membaca dan memperlihatkan kondisi temperatur dan kelembaban udara di dalam miniatur rumah tanaman. Secara garis besar, sistem yang dibuat telah mampu menjaga kondisi temperatur dan kelembaban pada *set point* (kondisi optimum) yang diinginkan yaitu 27°C - 32°C dan 40% - 90%.

Sistem kontrol temperatur dan kelembaban yang dibuat mampu mengontrol temperatur terendah 24°C dan temperatur tertinggi 42°C. Sedangkan kelembaban udara yang mampu dikontrol mulai 31%. *Time respon* sistem kontrol untuk temperature adalah 6 menit, sedangkan untuk kelembaban 4 menit, dan sistem buka tutup ventilasi dapat digerakkan sesuai keinginan pengguna. Rancang bangun rumah tanaman dengan sistem kontrol temperatur dan kelembaban dapat diaplikasikan dalam skala lebih besar dengan penyesuaian alat-alat subsistem yang dibutuhkan.

### 5.2 Saran

Adapun beberapa saran untuk penyempurnaan penelitian yaitu sistem kontrol diuji selama 24 jam. Sistem kontrol juga akan lebih baik diterapkan pada rumah tanaman yang lebih besar lagi, sehingga sistem memiliki pendekatan lebih baik dengan rumah tanaman sesungguhnya. Sistem kontrol akan menjadi lebih sempurna jika dilengkapi dengan sensor kandungan oksigen di udara, sehingga dapat dijadikan acuan untuk sistem buka tutup ventilasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, U. 2012. Interfacing Tower Pro SG90 9G Servo Motor with 8051(89c51, 89c52) Microcontroller. <http://www.microcontroller-project.com/servo-motor-sg90-9g-with-89c51-microcontroller.html>. [Diakses pada 11 September 2016].
- Ameriai, C. 2015. *Arduino Development Cookbook*. Brimingham: Packt Publishing.
- Anonim. 2014. Servo SG90 Datasheet - Tower Pro. <http://www.datasheetpdf.com/PDF/SG90/791970/1>. [Diakses pada 10 November 2015].
- Aosong (Guangzhou) Electronics CO., L. Tanpa Tahun. Temperature and Humidity Module DHT11 Product Manual. [www.aosong.com](http://www.aosong.com). [Diakses pada 06 Juli 2015].
- Arduino. 2015. Arduino UNO Rev3. [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc). [Diakses pada 22 September 2015].
- Baird, C. 2011. *The Complete Guide to Building Your Own Greenhouse*. Ocala: Atlantic Publishing Group.
- Barret, S. F. 2012. *Arduino Microcontroller: Processing for Everyone!* Wyoming: Morgan & Claypool Publisher.
- Budianto, D. 1996. *Sistem Pengeringan Kayu*. Yogyakarta: Kanisius.
- Cahyono, B. 2002. *Wortel: Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Yogyakarta: Kanisius.
- Castilla, N. 2013. *Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops: Greenhouse Site Selection*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Cengel, Y. A. 2011. *Thermodynamics an Engineering Approach 7 th Edition*. New York: Mc Graw Hill.
- Chaoqun Wu, N. N., dan Yasuhisa Sekiguchi. 2006. Observation of Multibubble Phenomena in an Ultrasonic Reactor. *Elsevier: Experimental Thermal and Fluid Science* 31: 1083-1089.
- Clarke, M. 2011. *The Complete Guide to Building Your Own Greenhouse*. eBookwholesaler

- Corporation, A. 2009. ATmega48PA/88PA/168PA/328P - Complete. [www.atmel.com](http://www.atmel.com). [Diakses pada 24 Juni 2015].
- D-Robotics. 2010. DHT11 Humidity & Temperature Sensor. [www.droboticsonline.com](http://www.droboticsonline.com). [Diakses pada 06 Juli 2015].
- Dewi, M. P. Tanpa Tahun. Pengaturan Laju Kavitas Ultrasonik untuk Mengatur Kelembaban Ruangan Berbasis PID. *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Surabaya.
- Dinata, Y. M. 2014. *Arduino itu Mudah*. Surabaya: Elex Media Komputindo.
- Djuandi, F. 2011. Pengenalan Arduino. [www.tobuku.com](http://www.tobuku.com). [Diakses pada 28 April 2015].
- Gabriel, J. F. 1996. *Fisika Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Hariadi, T. K. 2007. Sistem Pengendali Suhu, Kelembaban dan Cahaya dalam Rumah Kaca. *Ilmiah Semesta Teknika*, 10 (1): 82 - 93.
- Jiwa, M. A. K. 2013. Alat Pendeteksi Kadar Gas CO dengan Sensor TGS 2442 Berbasis Mikrokontroler. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Kittas, C. 2013. *Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops: Greenhouse Climate Control and Energy Use*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Lestari, G. 2008. *Galeri Tanaman Hias Lanskap*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Lingga, P. 1984. *Hidroponik: Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- MDP, S. G. M. S. 2011. Motor Servo. [www.mdp.ac.id](http://www.mdp.ac.id). [Diakses pada 12 Agustus 2015].
- Moines, D. 2001. *All About Greenhouse*. China: Meredith Publishing.
- Muchlas. 2013. *Dasar-dasar Rangkaian Digital*. Yogyakarta: UAD Press.
- Peryoga, L. W. Tanpa Tahun. Pengendalian Suhu Kelembaban Ruang Ekstraksi Metode Maserasi Minyak Atsiri Melati Kontroler PID Berbasis Arduino Mega. *Jurnal Penelitian*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Redaksi, T. 2007. *Media Tanam untuk Tanaman Hias*. Depok: Penebar Swadaya.

- Redaksi, T. Tanpa Tahun. *Sukses memulai Bisnis Tanaman Hias*. Depok: Penebar Swadaya.
- Roberts, E. W. J. 2005. Environmental Control of Greenhouse. *Center for Controlled Environment Agriculture*,
- Robertson, W. C. 2005. *Air, Water, and Weather (Stop Faking It!: Finally Understanding Science So You Can Teach It)*. United States: NSTA Press.
- Utami, E. S. 2005. *10 Langkah Belajar Logika dan Algoritma Menggunakan Bahasa C dan C++ di GNU/Linux*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Widodo, S. 2002. *Elektronik Digital dan Mikroprosesor*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Xiamen Amotec Display CO., L. 2008. Specification of LCD Module. [www.sparkfun.com](http://www.sparkfun.com). [Diakses pada 24 Juni 2015].
- Yahya, S. 2011. Desain Otomatisasi Sistem Pengendalian Temperatur dan Kelembaban *Greenhouse*. *Laporan Penelitian*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.

## LAMPIRAN

Lampiran 3.1 Data temperatur dan kelembaban di lingkungan terbuka dan rindang

Jam (WIB)	Hari 1		Hari 2		Hari 3	
	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)
05:00	23.8	82.0	23.2	89.0	22.2	71.0
07:00	27.3	69.0	27.2	68.0	25.8	76.0
09:00	30.5	62.0	30.7	67.0	30.1	59.0
11:00	36.8	39.0	35.1	47.0	34.5	46.0
12:00	37.1	46.0	36.9	50.0	35.4	47.0
13:00	34.5	45.0	35.1	60.0	33.7	52.0
15:00	33.3	67.0	33.5	59.0	31.6	59.0
17:00	27.1	88.0	30.1	63.0	29.4	72.0
19:00	27.1	80.0	27.9	68.0	27.4	68.0
21:00	26.5	85.0	26.9	72.0	26.2	72.0

Jam (WIB)	Hari 4		Hari 5		Hari 6	
	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)
05:00	23.4	77.0	22.5	68.0	22.4	66.0
07:00	27.2	75.0	25.9	62.0	26.8	70.0
09:00	30.9	61.0	29.1	60.0	31.7	61.0
11:00	33.0	52.0	34.0	47.0	35.0	37.0
12:00	35.1	52.0	35.0	40.0	35.7	37.0
13:00	34.9	47.0	35.2	42.0	34.8	41.0
15:00	32.1	42.0	32.6	51.0	31.5	60.0
17:00	29.0	70.0	30.2	64.0	30.9	60.0
19:00	27.5	60.0	28.1	69.0	28.6	69.0
21:00	26.3	63.0	27.1	70.0	27.7	72.0

Lampiran 4.1 Data pengujian Arduino Uno R3

PIN Kaki	Logika Tinggi (Volt)					Rata-rata	St. Error
	Cek 1	Cek 2	Cek 3	Cek 4	Cek 5		
13	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000
12	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000
11	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000
10	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000
9	5.000	5.000	5.010	5.010	5.000	5.004	0.003
8	5.010	5.010	5.010	5.010	5.010	5.010	0.000
7	5.000	5.000	5.010	5.010	5.010	5.006	0.003
6	5.010	5.010	5.010	5.000	5.010	5.008	0.002
5	4.990	4.990	4.990	4.990	4.990	4.990	0.000
4	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000
3	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000
2	5.000	5.000	4.990	5.000	5.000	4.998	0.002
1	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000
0	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000
5 V	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	0.000
3,3 V	3.270	3.270	3.270	3.270	3.270	3.270	0.000

PIN Kaki	Logika Rendah (Volt)					Rata-rata	St. Error
	Cek 1	Cek 2	Cek 3	Cek 4	Cek 5		
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.000
3	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.000
2	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.000
1	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.000
0	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.110	0.000
5 V							
3,3 V							

Lampiran 4.2 Data pengujian sensor DHT11

Jam (WIB)	Hari 1				Hari 2			
	DHT11		HTC-2		DHT11		HTC-2	
	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)
07.00	24.0	77.0	23.9	77.0	25.0	73.0	24.8	74.0
09.00	41.0	42.0	39.9	47.0	38.0	33.0	36.9	35.0
11.00	43.0	30.0	43.1	34.0	43.0	31.0	42.5	37.0
12.00	32.0	51.0	33.1	56.0	31.0	50.0	32.3	56.0
13.00	31.0	56.0	31.9	60.0	31.0	62.0	32.3	67.0
15.00	30.0	64.0	30.7	70.0	29.0	67.0	29.6	71.0

Jam (WIB)	Hari 3				Hari 4			
	DHT11		HTC-2		DHT11		HTC-2	
	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)
07.00	23.0	72.0	23.3	74.0	25.0	60.0	25.6	66.0
09.00	40.0	31.0	40.6	36.0	42.0	40.0	43.2	44.0
11.00	39.0	30.0	39.4	33.0	45.0	28.0	46.1	31.0
12.00	33.0	39.0	34.4	41.0	31.0	55.0	31.7	58.0
13.00	30.0	53.0	30.4	58.0	30.0	53.0	31.5	57.0
15.00	30.0	54.0	30.5	59.0	27.0	75.0	27.2	81.0

Jam (WIB)	Hari 5				Hari 6			
	DHT11		HTC-2		DHT11		HTC-2	
	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)
07.00	25.0	82.0	25.3	88.0	24.0	81.0	24.7	86.0
09.00	27.0	74.0	27.2	77.0	25.0	79.0	25.6	79.0
11.00	31.0	60.0	30.6	66.0	35.0	43.0	35.2	48.0
12.00	28.0	74.0	28.3	74.0	32.0	45.0	32.1	45.0
13.00	30.0	66.0	30.1	67.0	29.0	67.0	29.9	70.0
15.00	29.0	75.0	29.1	75.0	26.0	90.0	27.2	89.0

Lampiran 4.3 Data pengujian motor servo

<b>Perintah</b>	<b>&gt; Set point</b>	<b>&lt; Set point</b>
	0-90	90-0
	0-90	90-0
0-90	0-90	90-0
	0-90	90-0
	0-90	90-0
	0-45	45-0
	0-45	45-0
0-45	0-45	45-0
	0-45	45-0
	0-45	45-0
	0-30	30-0
	0-30	30-0
0-30	0-30	30-0
	0-30	30-0
	0-30	30-0

Lampiran 4.4 Data pengujian LCD

<b>Waktu (s)</b>	<b>LCD</b>		<b>Serial Monitor</b>	
	<b>H (%)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>H (%)</b>	<b>T (°C)</b>
0	56	31	56	31
5	56	31	56	31
10	56	31	56	31
15	57	31	57	31
20	57	31	57	31
25	59	31	59	31
30	59	31	59	31
35	60	32	60	32
40	62	32	62	32
45	62	32	62	32
50	63	32	63	32
55	64	32	64	32
60	63	33	63	33



Lampiran 4.5 Data pengujian pemanas

Waktu (Menit)	Uji Coba 1		Uji Coba 2		Uji Coba 3		Uji Coba 4	
	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)
0	26	73	26	80	26	86	26	90
1	26	73	26	80	26	85	26	90
2	26	73	26	80	26	86	26	90
3	27	72	26	82	26	86	26	90
4	27	72	27	82	26	86	26	90
5	27	72	27	82	27	87	26	90
6	27	72	27	81	27	87	27	90
7	27	72	27	81	27	87	27	90
8	27	72	27	83	27	87	27	90
9	27	72	27	82	27	87	27	90
10	27	72	27	82	27	87	27	90
11	27	72	27	83	27	89	27	90
12	27	72	27	82	27	88	27	90
13	27	72	27	82	27	87	27	90
14	27	72	27	82	27	87	27	90
15	27	72	27	82	27	86	27	90

Lampiran 4.6 Data pengujian pendingin

Waktu (Menit)	Uji Coba 1		Uji Coba 2		Uji Coba 3	
	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)
0	34	52	34	42	33	52
1	34	43	34	42	32	51
2	33	41	33	43	32	52
3	33	40	33	43	32	52
4	33	40	32	44	32	52
5	33	40	32	44	31	53
6	33	39	32	44	32	53
7	33	39	32	44	32	53
8	32	40	32	44	32	53

Waktu (detik)	Uji Coba 4		Uji Coba 5	
	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)
0	33	60	33	60
1	33	60	33	60
2	33	60	33	60
3	33	60	33	60
4	33	59	32	60
5	33	59	32	60
6	33	59	33	59
7	33	59	33	59
8	32	59	33	61
9	32	59	33	61
10	32	59	33	58
11	32	59	33	58
12	33	59	32	60
13	33	59	32	60
14	32	60	32	60
15	32	60	32	60

Lampiran 4.7 Data pengujian humidifier

Waktu (Menit)	Uji Coba 1		Uji Coba 2		Uji Coba 3	
	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)
0	55	32	55	32	57	31
1	57	32	57	32	58	31
2	58	32	58	32	59	31
3	59	32	59	32	60	31
4	60	32	59	32	60	31
5	60	32	60	31	60	31

Waktu (Menit)	Uji Coba 4		Uji Coba 5		Uji Coba 6	
	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)	H (%)	T (°C)
0	42	34	52	33	52	33
1	43	34	53	33	52	33
2	42	33	54	32	53	33
3	43	33	55	32	54	32
4	44	32	56	32	56	32
5	45	32	57	32	57	32
6	46	32	58	32	58	32
7	48	32	59	32	59	31
8	49	32	60	31	59	31
9	51	32	59	32	60	31
10	52	32	60	31	60	31
11	53	31	60	31	60	31
12	54	32	60	31	60	31
13	55	31	60	31	60	31
14	57	31	59	32	60	31
15	58	31	60	32	60	32
16	59	31	60	32	59	32
17	60	31	60	32	60	32
18	60	31	60	32	60	31
19	60	31	60	32	60	31
20	60	31	60	32	60	31

## Lampiran 4.8 Pengujian keseluruhan rangkaian

## Pengujian 1

Kondisi		Subsistem		
T	H	Pemanas	Pendingin	Humidifier
> set point	= set point	mati	hidup	mati
> set point	< set point	mati	hidup	hidup
< set point	= set point	hidup	mati	mati
= set point	= set point	mati	mati	mati

Restart	Kondisi Ventilasi	Delay terbuka (s)
1	terbuka	60
2	terbuka	60
3	terbuka	60
4	terbuka	60
5	terbuka	60

## Pengujian 2

Kondisi		Subsistem		
T	H	Pemanas	Pendingin	Humidifier
> set point	= set point	mati	hidup	mati
> set point	< set point	mati	hidup	hidup
< set point	= set point	hidup	mati	mati
= set point	= set point	mati	mati	mati

Restart	Kondisi Ventilasi	Delay terbuka (s)
1	terbuka	60
2	terbuka	60
3	terbuka	60
4	terbuka	60
5	terbuka	60

## Pengujian 3

Kondisi		Subsistem		
T	H	Pemanas	Pendingin	Humidifier
> set point	= set point	mati	hidup	mati
> set point	< set point	mati	hidup	hidup
< set point	= set point	hidup	mati	mati
= set point	= set point	mati	mati	mati

Restart	Kondisi Ventilasi	Delay terbuka (s)
1	terbuka	60
2	terbuka	60
3	terbuka	60
4	terbuka	60
5	terbuka	60

## Pengujian 4

Kondisi		Subsistem		
T	H	Pemanas	Pendingin	Humidifier
> set point	= set point	mati	hidup	mati
> set point	< set point	mati	hidup	hidup
< set point	= set point	hidup	mati	mati
= set point	= set point	mati	mati	mati

Restart	Kondisi Ventilasi	Delay terbuka (s)
1	terbuka	60
2	terbuka	60
3	terbuka	60
4	terbuka	60
5	terbuka	60

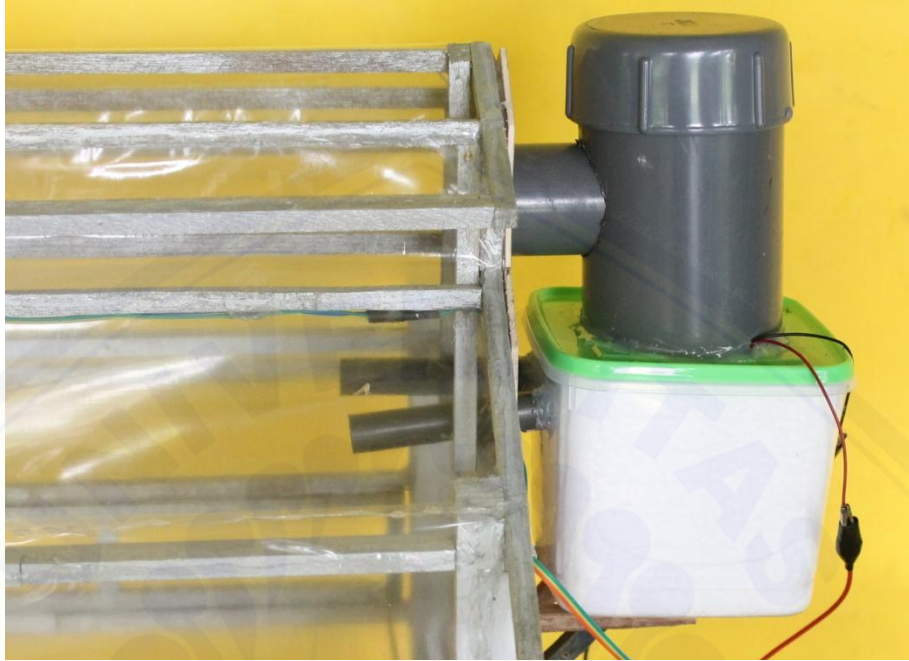
## Pengujian 5

Kondisi		Subsistem		
T	H	Pemanas	Pendingin	Humidifier
> set point	= set point	mati	hidup	mati
> set point	< set point	mati	hidup	hidup
< set point	= set point	hidup	mati	mati
= set point	= set point	mati	mati	mati

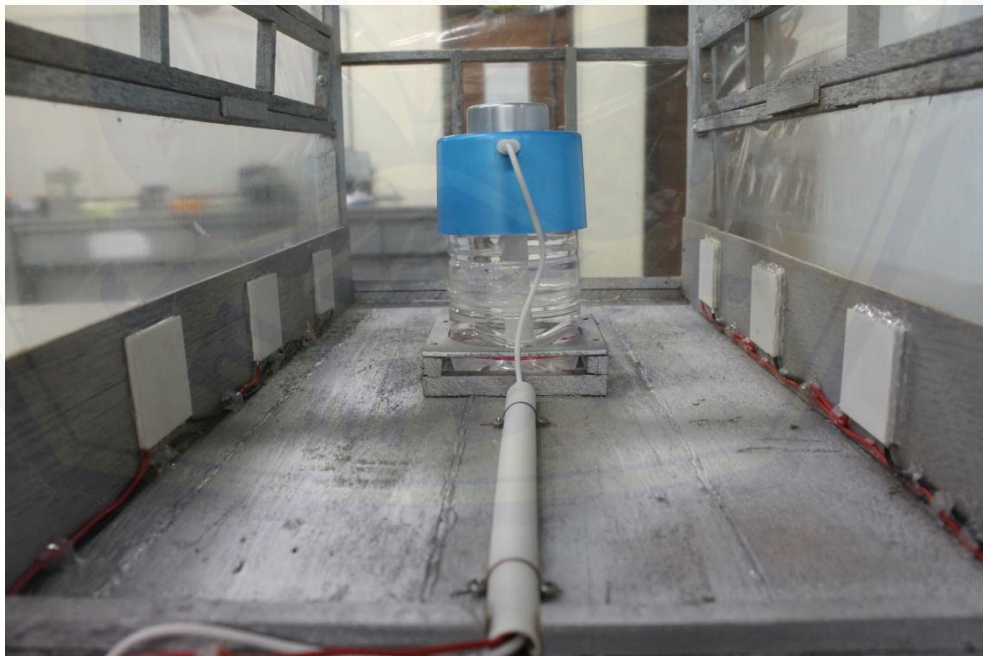
Restart	Kondisi Ventilasi	Delay terbuka (s)
1	terbuka	60
2	terbuka	60
3	terbuka	60
4	terbuka	60
5	terbuka	60

Lampiran 4.10 Dokumentasi penelitian

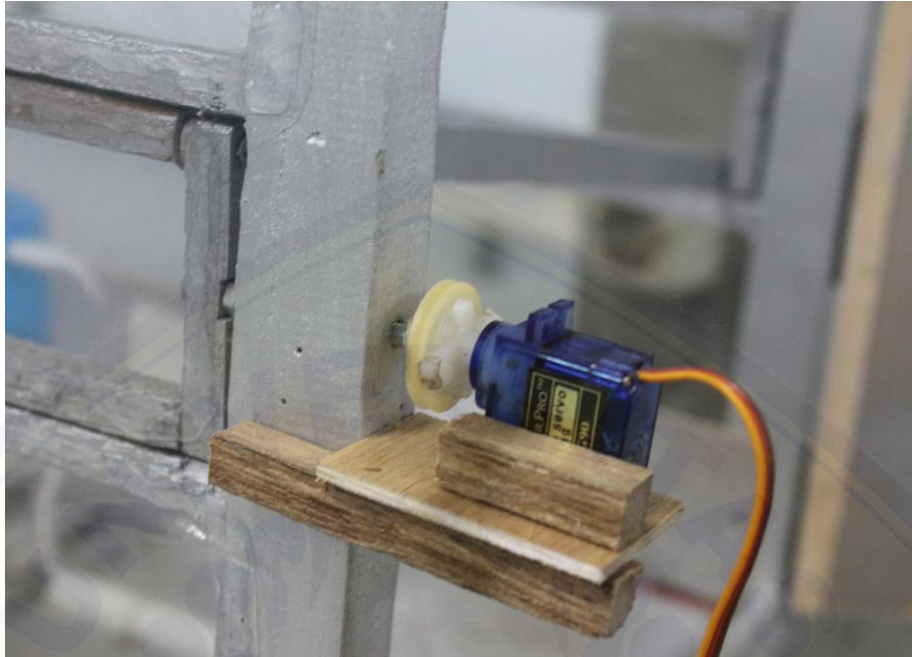
1. Penempatan Sistem Pendingin pada Rumah Tanaman



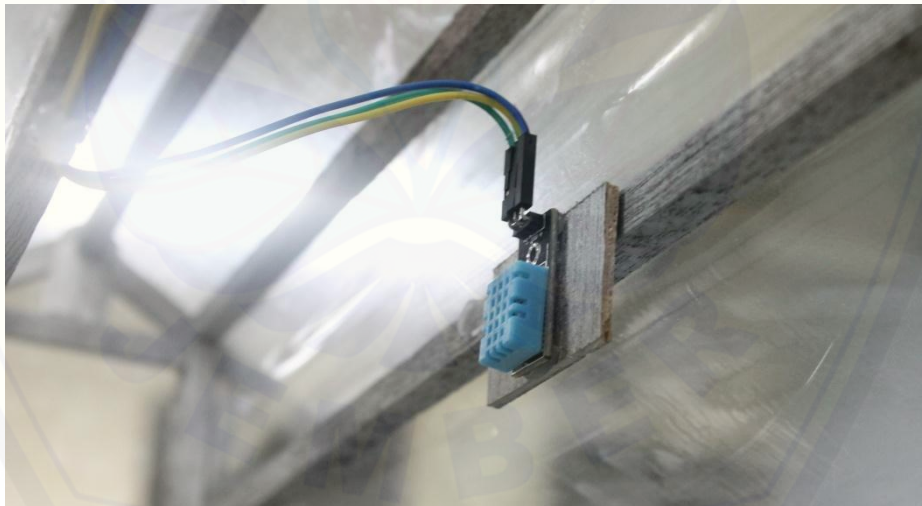
2. Posisi *Humidifier* dan Termoelektrik pada Rumah Tanaman



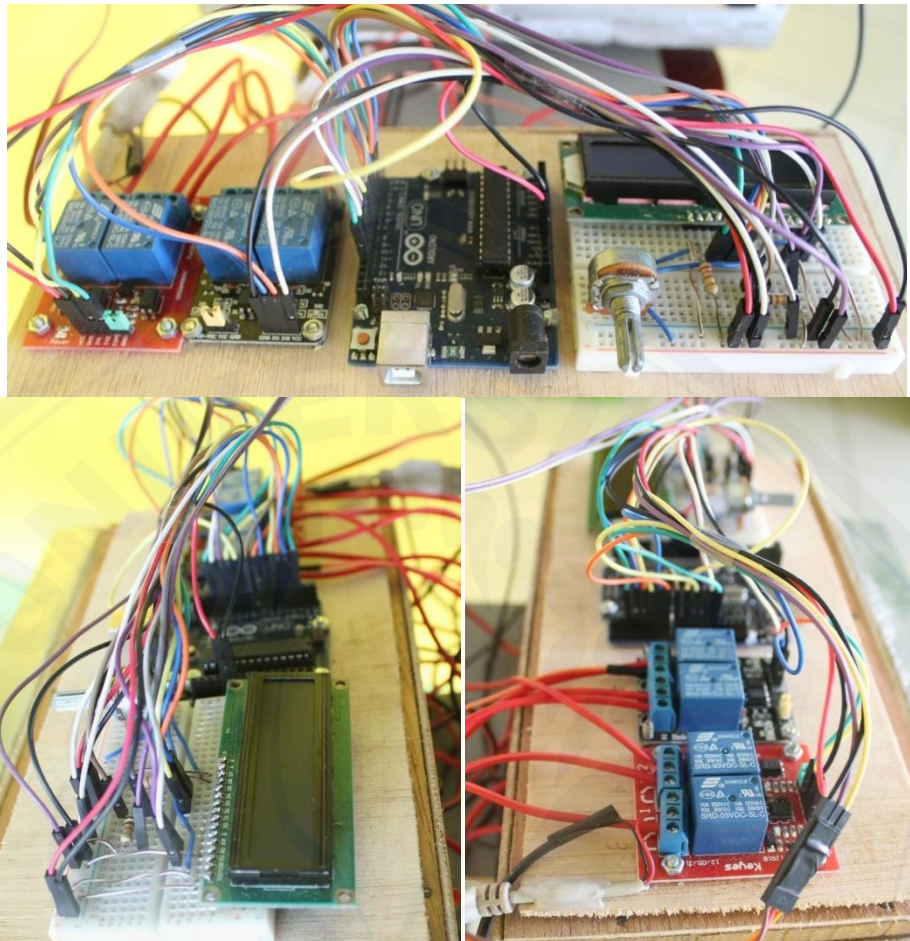
### 3. Pemasangan Motor Servo di Sisi Rumah Tanaman



### 4. Penempatan Sensor DHT11 di Dalam Rumah Tanaman



### 5. Rangkaian Sistem Kontrol

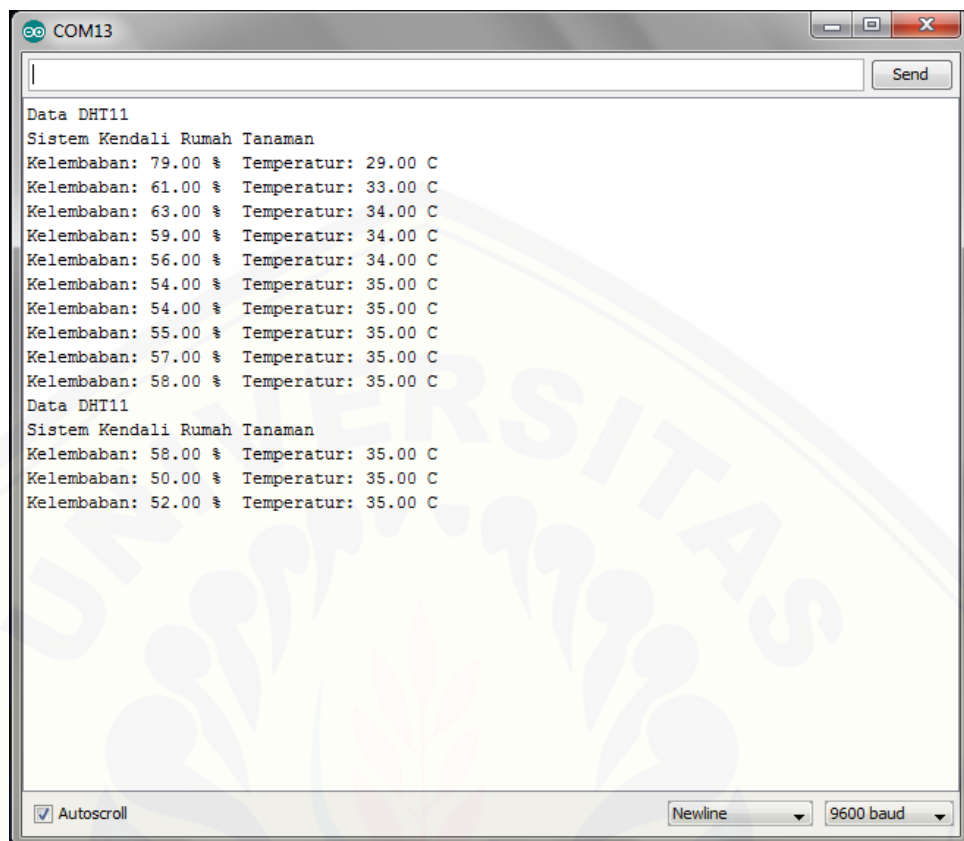


### 6. Keseluruhan Sistem Kontrol





## 8. Tampilan Serial Monitor saat Pengujian Sistem



```
COM13
Data DHT11
Sistem Kendali Rumah Tanaman
Kelembaban: 79.00 % Temperatur: 29.00 C
Kelembaban: 61.00 % Temperatur: 33.00 C
Kelembaban: 63.00 % Temperatur: 34.00 C
Kelembaban: 59.00 % Temperatur: 34.00 C
Kelembaban: 56.00 % Temperatur: 34.00 C
Kelembaban: 54.00 % Temperatur: 35.00 C
Kelembaban: 54.00 % Temperatur: 35.00 C
Kelembaban: 55.00 % Temperatur: 35.00 C
Kelembaban: 57.00 % Temperatur: 35.00 C
Kelembaban: 58.00 % Temperatur: 35.00 C
Data DHT11
Sistem Kendali Rumah Tanaman
Kelembaban: 58.00 % Temperatur: 35.00 C
Kelembaban: 50.00 % Temperatur: 35.00 C
Kelembaban: 52.00 % Temperatur: 35.00 C
```