



**TUGAS AKHIR - TF 145565**

**RANCANG BANGUN PENGENDALIAN *RELATIVE HUMIDITY* UNTUK OPTIMALISASI PEMBUATAN PUPUK KOMPOS PADA *FERTILIZER MAKER***

Aris Syaiful Utama  
NRP. 2413 031 008

Dosen Pembimbing  
Detak Yan Pratama, ST, MSc

PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI  
JURUSAN TEKNIK FISIKA  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



**FINAL PROJECT - TF 145565**

***RELATIVE HUMIDITY CONTROL DESIGN TO  
OPTIMIZE MANUFACTURE COMPOST OF  
FERTILIZER MAKER***

**Aris Syaiful Utama**  
NRP. 2413 031 008

Supervisor  
Detak Yan Pratama, ST, MSc

**DIPLOMA OF METROLOGY AND INSTRUMENTATION ENGINEERING**  
Department Of Engineering Physics  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2016

**RANCANG BANGUN PENGENDALIAN *RELATIVE HUMIDITY* UNTUK OPTIMALISASI PEMBUATAN PUPUK KOMPOS PADA *FERTILIZER MAKER***

**TUGAS AKHIR**

**Oleh :**

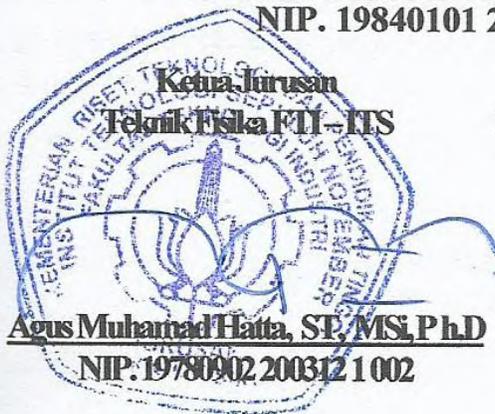
**Aris Syaiful Utama  
NRP. 2413 031 008**

**Surabaya, 29 Juli 2016  
Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing**



**Detak Yan Pratama, ST, MSc  
NIP. 19840101 201212 1 002**



**Agus Muhamad Hatta, ST, MSI, PhD  
NIP. 19780902 200312 1 002**

**Ketua Program Studi  
DIII Metrologi dan Instrumentasi**



**Dr. Ir. Purwadi Agus D, MSc.  
NIP. 19620822 198803 1 001**

**RANCANG BANGUN PENGENDALIAN *RELATIVE HUMIDITY* UNTUK OPTIMALISASI PEMBUATAN PUPUK KOMPOS PADA *FERTILIZER MAKER***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada  
Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi  
Jurusan Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :  
**Aris Syaiful Utama**  
NRP. 2413 031 008

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Detak Yan Pratama, ST, MSc .....  ..... (Pembimbing I)
2. Ir. Roekmono, MT .....  ..... (Ketua Penguji)
3. Dr. Ir. Purwadi Agus D, MSc .....  ..... (Penguji I)
4. Ir. Harsono Hadi, MT, Ph.D .....  ..... (Penguji II)
5. Arief Abdurrakhman, ST, MT .....  ..... (Penguji III)
6. Murry R, ST, MT .....  ..... (Penguji IV)

**SURABAYA**  
**JULI 2016**

## **RANCANG BANGUN PENGENDALIAN *RELATIVE HUMIDITY* UNTUK OPTIMALISASI PEMBUATAN PUPUK KOMPOS PADA *FERTILIZER MAKER***

**Nama Mahasiswa** : Aris Syaiful Utama  
**NRP** : 2413 031 008  
**Program Studi** : D3-Metrologi dan Instrumentasi  
**Jurusan** : Teknik Fisika FTI-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Detak Yan Pratama, ST, MSc

### **Abstrak**

*Pemanasan global merupakan pemanasan suhu atmosfer secara menyeluruh banyak faktor yang menyebabkan terjadinya pemanasan global contohnya efek rumah kaca, asap kendaraan bermotor hingga penebangan pohon tanpa melakukan reboisasi. Jumlah pohon berbanding lurus dengan penambahan oksigen atau udara bersih. Cara paling mudah untuk memperbaiki kondisi ini dengan cara memperbanyak RTH ( Ruang terbuka hijau ).Pertumbuhan lahan hijau lambat dikarenakan pembuatan pupuk secara konvensional terlalu lama (3-4 bulan), Pembuatan pupuk dengan cara campur tangan manusia lebih cepat, dari persiapan bahan baku hingga pengontrolan suhu dan relative humidity. Relative Humidity( kelembaban) mempunyai peranan penting dalam proses metabolisme mikroba, kelembaban yang optimal adalah 40%-60%. Oleh karena itu rancang bangun pengendalian relative humidity dibutuhkan. Apabila nilai pembacaan sensor dibawah 40% aktuator yang nyala adalah pompa dan bila nilai pembacaan diatas 60% aktuator kipas yang menyala.*

*Rancang bangun pengendalian relative humidity menggunakan sensor soil moisture menggunakan mikrokontroler Arduino dan ditampilkan di lcd atau visual basic. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kalibrasi  $UA_1$  (ketidakpastian pengukuran)=1,535  $UA_2$  (ketidakpastian Regresi)=0,352,  $UB_1$  (Ketidakpastian resolusi)= 0,003,  $U_c$ (ketidakpastian cakupan)= 1,575 dan  $U_{expan}$  (ketidakpastian diperluas)= 2,690, Risetime=80s dan settling time=21s.*

***Kata kunci: Pengendalian relative humidity , kelembaban optimal, uji respon sistem pengendalian.***

## **RELATIVE HUMIDITY CONTROL DESIGN TO OPTIMIZE MANUFACTURE COMPOST OF FERTILIZER MAKER**

**Nama Mahasiswa** : Aris Syaiful Utama  
**NRP** : 2413 031 008  
**Program Studi** : D3-Metrologi dan Instrumentasi  
**Jurusan** : Teknik Fisika FTI-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Detak Yan Pratama,ST , MSc

### **Abstract**

*Global warming is heating atmospheric temperatures thoroughly many factors that causing global warming for example the greenhouse effect, vehicle emissions to the tree without making reforestation. The number of trees is directly proportional with the number of oxygen or clean air. The easiest way to improve this condition by means of more space ( green space .pertumbuhan green ) land slow because the manufacture of fertilizers conventionally too long ( 3-4 ) month, The manufacture of fertilizers by means of human intervention faster, from the preparation of raw materials to control temperature and relative humidity. Relative humidity ( moisture ) have an important role in the process of metabolism microbes, moisture model is 40 % -60 %. Hence designed up control relative humidity needed. When the sensor reading under 40 % actuator that pumps on and if the sensor reading over 60 % actuator fa non.*

*Designed wake up control relative humidity means of sensors soil moisture use mikrokontroller arduino and displayed in lcd or visual basic .From the testing obtained value calibration  $ua1$ ( measurement uncertainty) = 1,535  $ua2$ (uncertainty regression) = 0,352 ,  $ub1$ (uncertainty resolution) = 0,003 ,  $uc$ (uncertainty coverage) = 1,575 and  $uexpan$ (uncertainty expanded)= 2,690*

**Keywords** : *Relative humidity control, optimize relative humidity response test control system.*

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Laporan .....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Kelembaban.....	7
2.2 Kelembaban Optimal Untuk Pupuk.....	8
2.3 Sistem Kontrol .....	9
2.4 Sensor .....	11
2.5 Mikrokontroler .....	12
2.6 LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ).....	14
2.7 Relay.....	15
2.8 Pompa.....	16
2.9 Catu Daya .....	17
2.10 <i>Software</i> Arduino IDE.....	17
2.11 Alat Ukur.....	18
<b>BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT</b> ..	<b>23</b>
3.1 Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ) .....	23
3.2 Studi Literatur .....	24

3.3 Perancangan Sistem Pengendalian Kelembaban.....	24
3.4 Perancangan dan Pembuatan Alat ( <i>Hardware</i> ) .....	25
3.5 Perancangan dan Pembuatan Alat ( <i>Software</i> ).....	28
3.6 Pembuatan mekanik.....	30
3.7 Perancangan <i>LCU (Local Control Unit)</i> .....	31
3.8 Perancangan Display LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) .....	31

**BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....33**

4.1 Hasil Rancang Bangun .....	33
4.2. Pengujian <i>Setpoint</i> .....	33
4.3 Pengujian Sistem .....	34
4.4 Data Pengujian Kalibrasi Sensor .....	35
4.5 Respon Kipas Terhadap Perubahan RH Sebagai Fungsi Waktu.....	40
4.6 Respon Kelembaban dengan Waktu.....	43
4.7 Hubungan Kelembaban dengan Suhu.....	45
4.8 Konversi Perhitungan .....	46
4.9 Hubungan Arus dengan Rshunt.....	49

**BAB V. PENUTUP .....53**

5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran .....	54

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN A (*Listing Program di Mikrokontroller* )**

**LAMPIRAN B (*Datasheet*)**

**BIOGRAFI PENULIS**

## DAFTAR TABEL

	Hal
<b>Tabel 2.1</b> Konfigurasi Pin LCD 16x2	14
<b>Tabel 4.1</b> Data Respon Sensor Terhadap Waktu	34
<b>Tabel 4.2</b> Data Pengujian Sistem	35
<b>Tabel 4.3</b> Kalibrasi Pemeriksaan Skala	37
<b>Tabel 4.4</b> Perhitungan Untuk Nilai UA1	38
<b>Tabel 4.5</b> Perhitungan Untuk Nilai UA2	39
<b>Tabel 4.6</b> Respon Kipas Terhadap Perubahan Rh Sebagai Fungsi Waktu	40
<b>Tabel 4.7</b> Tabel Lanjutan Respon Kipas Terhadap Perubahan Sebagai Fungsi Rh	41
<b>Tabel 4.8</b> Tabel Lanjutan Respon Kipas Terhadap Perubahan Sebagai Fungsi Rh	42
<b>Tabel 4.9</b> Respon kelembaban dengan waktu	43
<b>Tabel 4.10</b> Tabel Lanjutan Respon Kelembaban dengan waktu	44
<b>Tabel 4.11</b> Tabel Lanjutan Respon Kelembaban dengan waktu	45
<b>Tabel 4.12</b> Hubungan Kelembaban dan Suhu	46
<b>Tabel 4.13</b> Konversi Perhitungan	48

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
<b>Gambar 2.1</b> Saturasi Tekanan Uap Air Terhadap Temperatur	7
<b>Gambar 2.2</b> Sistem Kontrol <i>Open Loop</i>	9
<b>Gambar 2.3</b> Sistem kontrol <i>Close Loop</i>	10
<b>Gambar 2.4</b> Sensor <i>Soil Moistuer YL-69</i>	12
<b>Gambar 2.5</b> Contoh Arduino Jenis UNO	13
<b>Gambar 2.6</b> LCD 16x2	14
<b>Gambar 2.7</b> Struktur Relay	15
<b>Gambar 2.8</b> Ilustrasi Cara Kerja Relay	16
<b>Gambar 2.9</b> Pompa Sentrifugal	17
<b>Gambar 2.10</b> Arduino IDE	18
<b>Gambar 2.11</b> Pengukuran Langsung	19
<b>Gambar 2.12</b> Pengukuran Tidak Langsung	19
<b>Gambar 3.1</b> <i>Flowchart</i> Tugas Akhir	23
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Blok Sistem Pengendalian Alat	24
<b>Gambar 3.3</b> Rangkaian Modul Sensor <i>Soil Moisture</i>	26
<b>Gambar 3.4</b> Modul Rangkaian LCD	27
<b>Gambar 3.5</b> Skematik Arduino dengan LCD	27
<b>Gambar 3.6</b> Software Arduino	28
<b>Gambar 3.7</b> <i>Flowchart</i> Program	29
<b>Gambar 3.8</b> Perancangan Mekanik	30
<b>Gambar 3.9</b> Perancangan Desain	30
<b>Gambar 4.1</b> Respon Kipas Terhadap Perubahan RH sebagai Fungsi Waktu	43
<b>Gambar 4.2</b> Hubungan Rh dan waktu	45
<b>Gambar 4.3</b> Hubungan Suhu dan kelembaban	44
<b>Gambar 4.4</b> Hubungan volt dan Rh	49
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Pembacaan Standart dibanding Pembacaan Sensor	51

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Global warming* atau pemanasan global adalah suatu proses peningkatan suhu *atmosfer*, laut, dan daratan bumi. Pemanasan global tiap tahunnya mengalami peningkatan dan dampaknya semakin dirasakan. Banyak faktor yang menyebabkan pemanasan global antara lain efek rumah kaca, polusi udara yang berasal dari pabrik-pabrik industri atau asap kendaraan bermotor, penebangan hutan atau pohon secara liar tanpa melakukan penanaman kembali (*reboisasi*). Salah satu cara paling mudah dilakukan untuk mengurangi pemanasan global adalah meningkatkan lahan hijau atau ruang terbuka hijau (RTH). Dengan harapan semakin banyak jumlah lahan hijau berbanding lurus dengan penambahan oksigen atau udara bersih yang dihasilkan oleh suatu pohon.

Dalam periode tahun 2000-2009, luas hutan Indonesia yang mengalami penebangan hutan (*deforetasi*) adalah sebesar 15,6 juta ha. (Isnenti Apriani) Apabila 1 ha RTH ditanami pepohonan, perdu, semak, dan penutup tanah maka sekitar 900 Kg CO<sub>2</sub> yang diserap dari udara dan melepaskan sekitar 600 Kg O<sub>2</sub> dalam waktu 12 jam dan 1 pohon menghasilkan 20,4 kg/hari O<sub>2</sub> dan menyerap 28,2 kg/hari CO<sub>2</sub>. (Achmad Zubair)

Pertumbuhan lahan hijau lambat dikarenakan pembuatan pupuk secara konvensional ( secara alami ) atau tanpa adanya campur tangan manusia. Pembuatan pupuk dengan cara ini membutuhkan waktu selama 3-4 bulan. Pembuatan pupuk yang dilakukan dengan campur tangan manusia lebih cepat, dimulai dari penyiapan bahan, perlakuan terhadap bahan, pengaturan suhu, pengaturan kelembaban (*relative humidity*), penambahan bio-aktivator , semua proses diatas dalam pengawasan manusia. Bio-aktivator sendiri berupa *mikroorganism* yang dapat

mempercepat proses pembusukan. Kelembaban mempunyai peranan sangat penting dalam proses metabolisme mikroba. Kelembaban 40-60% adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba, Apabila kelembaban dibawah 40% aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kelembaban 15% dan apabila kelembaban lebih besar dari 60% hara akan tercuci , volume udara akan berkurang mengakibatkan aktivitas mikroba menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobic yang menimbulkan bau tidak sedap. (Herlina)

Pada program D3 Metrologi dan Instrumentasi terdapat mata kuliah mikrokontroller dan teknik otomasi, dua mata kuliah ini saling berkaitan dan dapat memberikan solusi untuk permasalahan pembuatan pupuk secara konvensional. Solusi yang diberikan adalah membuat rancang bangun yang memiliki pengendalian kelembaban( *relative humidity*). Rancang bangun ini mempunyai *setpoint* kelembaban ( *relative humidity*) yaitu pada *range* 40-60%. Rancang bangun alat ini mempunyai *feedback* yang menjalankan *aktuator* yang berupa pompa, fluida yang dipompa adalah air. Tujuan memompa *fluida* air adalah agar kelembaban tidak keluar dari *range*. Solusi ini dapat dijadikan judul tugas akhir, dengan judul “RANCANG BANGUN PENGENDALIAN *RELATIVE HUMIDITY* UNTUK OPTIMALISASI PEMBUATAN PUPUK KOMPOS PADA *FERTILIZER MAKER*”

## 1.2 Permasalahan

Permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini yaitu:

1. Bagaimana merancang cara kerja pengendalian *relative humidity* unruk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada *fertilizer maker*
2. Bagaimana merancang pengendalian *relative humidity* untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada *fertilizer make*

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang cara kerja pengendalian *relative humidity* untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada *fertilizer maker*
2. Merancang pengendalian *relative humidity* untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada *fertilizer maker*

### 1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penyelesaian masalah pada penelitian tugas akhir ini, maka batasan masalah yang diangkat adalah sebagai berikut :

1. Mengendalikan merancang (*relative humidity*) pada bahan baku pembuatan pupuk pada *fertilizer maker*
2. Sensor yang digunakan adalah jenis *Soil Moisture*
3. Mikrokontroler yang digunakan adalah arduino

### 1.5 Metodologi Penelitian

Penyelesaian tugas akhir ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu:

- Studi Literatur  
Sebagai upaya pemahaman terhadap materi yang menunjang tugas akhir dilakukan studi literatur mengenai sensor *Soil Moisture*, Mikrokontroler Arduino dan prinsip-prinsip tentang elektronika. Literatur yang digunakan diambil dari buku pendukung dan dari jurnal penelitian sejenis yang telah dilakukan
- Pembuatan mekanik rancang bangun pengendalian *relative humidity* untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada *Fertilizer Maker*
- Pembuatan elektrik rancang bangun pengendalian *relative humidity* untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada *fertilizer maker*

Dibuat pemrograman agar sistem pengendalian dapat berjalan, kemudian dibuat rangkaian switch untuk aktuatur agar dapat menerima perintah pemrograman.

- Pengintegrasian antara *software* dan *hardware*
- Pengintegrasian antara *software* dan *hardware* merupakan langkah terakhir dalam pembuatan alat rancang bangun pengendalian *relative humidity* untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada *fertilizer maker*. Ditahap ini pasti akan terjadi banyak *trial* dan *error* dalam penyelesaian dan analisis data
- Pengambilan data pengujian dan analisis alat  
Pengujian dilakukan untuk keperluan analisa keseluruhan sistem meliputi pengujian *hardware* dan *software*, hal ini diharapkan dapat diketahui sistem bekerja dengan baik atau tidak.
- Pembuatan laporan tugas akhir

## 1.6 Sistematika Laporan

Laporan penelitian tugas akhir ini dibagi dalam beberapa bab dengan rincian sebagai berikut :

BAB I	Pendahuluan Bab ini berisi penjelasan tentang latar belakang, permasalahan, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika laporan.
BAB II	Teori Penunjang Berisi teori- teori yang menunjang tugas akhir diantaranya tentang sensor <i>relative humidity</i> yaitu sensor <i>Soil Moisture</i> , mikrokontroler Arduino, sistem pengendalian <i>relative humidity</i> , dan prinsip prinsip dasar elektronika
BAB III	Perancangan Sistem Bab ini membahas tentang langkah langkah yang harus dilakukan dalam pembuatan <i>hardware</i> sistem pengendalian <i>relative humidity</i> untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada <i>fertilizer maker</i> .

- BAB IV** Pengujian dan Analisa  
Bab ini berisikan analisa dan pembahasan dari hasil pengujian.
- BAB V** Kesimpulan dan Saran  
Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan saran unntuk pengembangan dan penelitian selanjutnya.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB II TINJUAN PUSTAKA

### 2.1 Kelembaban

Kelembaban merupakan suatu tingkat keadaan lingkungan udara basah yang disebabkan oleh adanya uap air. Tingkat kejenuhan sangat dipengaruhi oleh temperatur. Grafik tingkat kejenuhan tekanan uap air terhadap temperatur diperlihatkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Saturasi tekanan uap air terhadap Temperatur

Ada tiga macam kelembaban udara antara lain:

- **Kelembaban nisbi (*Relative Humidity*):**  
Kelembaban nisbi merupakan perbandingan antara massa uap air yang terkandung dalam satu satuan volume udara dengan massa uap air maksimum yang dapat dikandung pada suhu dan tekanan yang sama. Sehingga dapat dikatakan bahwa kelembaban nisbi merupakan perbandingan antara tekanan uap air dengan tekanan uap air jenuh pada suhu yang sama. Dimana satuan dari *Relative Humidity* dinyatakan dalam bentuk %.

$$RH(\%) = \frac{Puap}{Puap \text{ Air Jenuh}} \times 100\%$$

- **Kelembaban spesifik:**

Kelembaban spesifik merupakan metode mengukur jumlah uap air di udara dengan rasio terhadap uap air di udara kering. Kelembaban spesifik dinyatakan dalam rasio kilogram uap air ( $m_w$ ), per kilogram udara, ( $m_a$ ).

- **Kelembaban mutlak:**

Kelembaban mutlak merupakan massa uap air yang terkandung dalam satu satuan udara yang dinyatakan dalam satuan gram/ $m^3$ . (Firmansyah)

## 2.2 Kelembaban optimal untuk pupuk

Banyak literatur yang menjelaskan mengenai kelembaban mempunyai peranan penting dalam pembuatan pupuk kompos. Setiap literatur atau jurnal mempunyai *range* pengukuran kelembaban yang berbeda-beda, kelembaban harus tetap dijaga dalam *range* agar menghasilkan pupuk kompos yang baik. Sebagai berikut beberapa contoh literature yang menunjukkan *range* kelembaban yang optimal untuk pembuatan pupuk kompos:

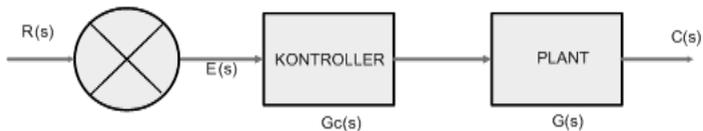
- Kelembaban mempunyai peranan penting dalam proses metabolisme mikroba dan secara tidak langsung berpengaruh pada *supply* oksigen. *Mikroorganisme* dapat memanfaatkan bahan *organik* apabila bahan *organik* tersebut dalam air. Kelembaban 40%-60% adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban dibawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan lebih rendah lagi pada kelembaban 15%. Apabila kelembaban lebih besar 60%, hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktifitas mikroba akan menurun dan terjadi fermentasi anaerobic yang menimbulkan bau tidak sedap
- Kelembaban memegang peranan penting dalam metabolisme mikroba. Kelembaban dengan kisaran 40%-60% merupakan kisaran optimum (Yandra Arkeman)

## 2.3 Sistem Kontrol

Sistem adalah susunan dari beberapa bagian yang saling bekerja sama dan menghasilkan suatu keluaran. Jadi sistem pengendalian atau sistem kontrol adalah suatu susunan dari beberapa bagian yang saling bekerja sama untuk mengendalikan, memerintah, dan mengatur untuk menghasilkan suatu keluaran. Tujuan adanya sistem kontrol otomatis adalah mengendalikan proses tanpa adanya campur tangan manusia. Secara dasar sistem kontrol terdapat 2 macam yaitu:

### 2.3.1 Sistem kontrol *open loop* ( loop terbuka )

Suatu sistem yang keluarannya tidak berpengaruh terhadap aksi pengontrolan. Dengan demikian sistem ini tidak adanya umpan-balik ke parameter pengendalian.



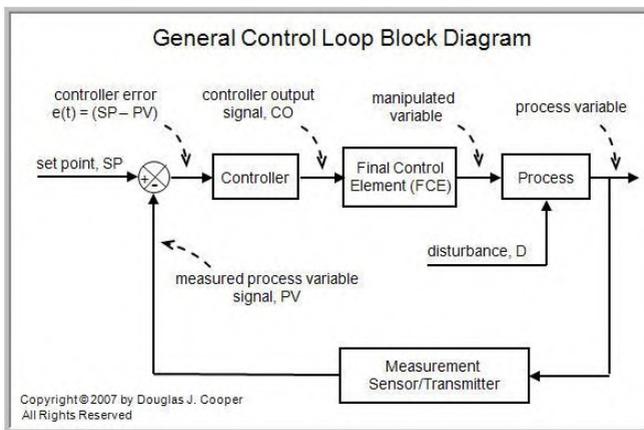
**Gambar 2.2** Sistem kontrol *open loop*

Adapun elemen pada sistem kontrol *open loop* sebagai berikut :

- Elemen kontrol  
Elemen ini akan menentukan aksi aksi atau tindakan yang harus diambil sebagai akibat dari diberikannya masukan berupa sinyal dengan nilai yang di inginkan kedalam sistem.
- Elemen koreksi  
Elemen ini mendapat masukan dari pengontrol dan mengendalikan keluaran berupa tindakan untuk mengubah variabel yang sedang dikontrol
- Proses  
Proses merupakan dimana suatu variabel kontrol

### 2.3.2 Sistem kontrol *close loop* ( loop tertutup )

Suatu sistem kontrol yang sinyal keluaran memiliki pengaruh langsung terhadap aksi pengendalian, yang menghasilkan nilai *error*. *error* adalah nilai yang didapat dari selisih antara sinyal masukan( *input* ) dan sinyal umpan balik , yang diumpankan ke mikrokontroler untuk memperkecil nilai *error* agar nilai keluaran sesuai dengan yang diinginkan.



**Gambar 2.3** Sistem kontrol *close loop*

Sistem kontrol tertutup dapat mengurangi pengaruh gangguan. Dari gangguan menyebabkan sinyal kesalahan (*error signal*) yaitu perbedaan nilai masukan dan keluaran. Oleh karena itu diperlukan pengontrol agar dapat membandingkan nilai keluaran dan masukan, pengontrol ini mengendalikan sistem dan melakukan manipulasi pada variable agar nilai keluaran sama dengan nilai masukan.

Berikut ini dapat diuraikan fungsi-fungsi dari masing-masing elemen tersebut yaitu :

- Elemen pembanding

Elemen ini berfungsi untuk membandingkan nilai yang dikehendaki dari *variable* yang sedang dikontrol dengan nilai yang terukur yang diperoleh yang menghasilkan nilai *error*

Rumus *error* = nilai yang diinginkan - nilai sebenarnya

- Elemen implementasi control  
Elemen control ini menentukan aksi atau tindakan apa yang akan dilakukan apabila menerima sinyal *error*. Unit control atau *controller* melakukan satu atau banyak aksi yang tujuan utamanya adalah menghilangkan atau mengurangi nilai *error*.
- Elemen koreksi  
Elemen koreksi atau sering pula disebut sebagai elemen control akhir, menghasilkan suatu perubahan kondisi yang dikontrol. Istilah *actuator* yang biasanya digunakan untuk menyatakan elemen dari sebuah unit koreksi yang membangkitkan daya untuk menjalankan aksi kontrol.
- Proses  
Proses adalah system dimana terdapat sebuah *variable* yang dikontrol.
- Elemen pengukuran  
Elemen pengukuran menghasilkan sebuah sinyal yang berhubungan dengan kondisi *variable* dari proses yang sedang dikontrol. (Bolton, 2006)

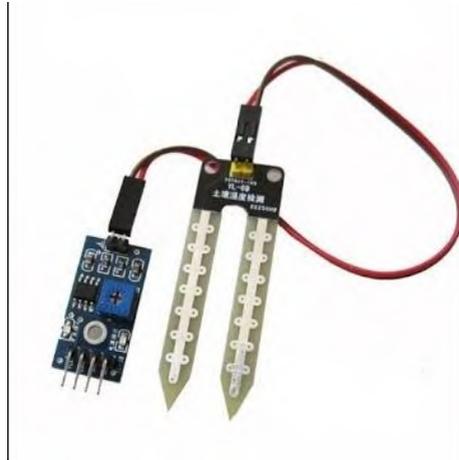
## 2.4 Sensor

Sensor adalah suatu alat yang mampu merubah besaran fisik seperti gaya, kecepatan perputaran dan penerangan menjadi besaran listrik yang sebanding. Sensor dapat digunakan sebagai sumber *input* bagi keseluruhan sistem. (Ratna Aisuwarya)

### 2.4.1 Sensor Soil Moisture

Sensor Soil Moisture adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini membantu memantau kadar air atau kelembaban tanah. Sensor ini terdiri dari dua *probe* untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca

resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin tanah mengandung banyak air lebih mudah menghantarkan listrik ( hambatan kecil ), apabila tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik ( hambatan besar). (Anis Nismayanti)



**Gambar 2.4** Sensor Soil Moisture YL-69

## 2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah prosesor yang digunakan untuk sistem pengontrolan , sama halnya dengan plc atau dcs. Hanya saja mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari pada suatu komputer pribadi dan komputer *mainframe*. Mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Dengan kata lain mikrokontroler adalah suatu sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam IC ( *integrated circuit*) sehingga biasa disebut mikrokontroler chip tunggal yang.

### 2.5.1 Arduino

Arduino adalah peralatan elektronik yang berupa *hardware* dan *software*. *Hardware* yang berupa papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya

terdapat sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel, dan *software* yang berupa aplikasi yang digunakan untuk mengontrol atau menjalankan arduino (memberikan skrip perintah pada arduino). Arduino dikatakan *open source* karena dapat dikembangkan oleh siapa pun. Penjelasan sederhananya adalah sebuah rangkaian elektronik berukuran kecil sebesar kartu nama, yang dapat deprogram untuk membaca sensor, mengendalikan aktuator dan juga berkomunikasi dengan komputer. Arduino mempunyai banyak jenisnya yang mempunyai spesifikasi yang berbeda-beda tergantung yang dibutuhkan *user*.



**Gambar 2.5** Contoh Arduino jenis UNO

Arduino mempunyai kelebihan sebagai berikut :

- Arduino lebih murah daripada mikrokontroler lainnya.
- Bahasa pemrograman relatif mudah dan sudah banyak tersedia *library*.
- *Open source* dapat dikembangkan semua orang.
- Memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa langsung ditancapkan pada *board* arduino contohnya *shield GPS*, *Ethernet*, *SD Card*, dll.

- Sudah memiliki sarana komunikasi USB sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *portserial* / RS323 bisa menggunakannya (Ratna Aisuwarya)

## 2.6 LCD ( *Liquid Crystal Display* )

LCD ( *Liquid Crystal Display* ) merupakan salah bentuk dari HMI ( *Human Machine interface* ) karena manusia perlu suatu *device* yang membantu untuk menampilkan atau mengartikan dari data digital menjadi bahasa yang dimengerti oleh manusia (angka atau huruf). Biasanya LCD yang dipasaran sudah dikemas beserta rangkaiannya. LCD digunakan untuk mempermudah untuk pengolahan data. Banyak jenis LCD yang ada dipasaran tetapi yang banyak dipakai adalah jenis 16x2 , yang mempunyai arti lebar *display* 2 baris dan 16 kolom. (agni, 2012) LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (*pixel*) terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik cahaya. (Riny Sulistyowati, 2012)



**Gambar 2.6** LCD 16x2

Adapun konfigurasi pin dari LCD 16x2 sebagai berikut:

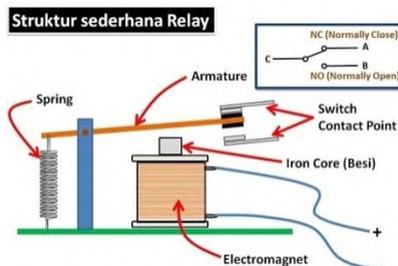
**Tabel 2.1** konfigurasi pin LCD 16x2

No	Simbol	Level	Fungsi
1	Vss	-	0 Volt
2	Vcc	-	5+10 % volt
3	Vee	-	Penggerak LCD

4	RS	H/L	H=Memasukan data L=Memasukan Ins
5	R/W	H/L	H= Baca L= Tulis
6	E		Enable signal
7	DB0	H/L	Data bus
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	
15	V+BL		Kecerahan LCD
16	V-BL		

## 2.7 Relay

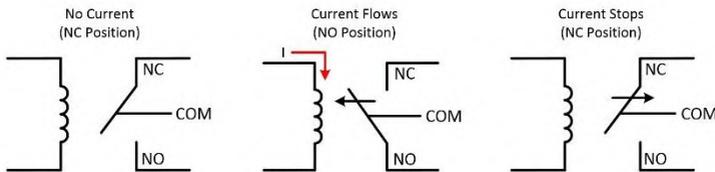
Relay adalah suatu rangkaian switch magnetik yang bekerja bila mendapat catu dan suatu rangkaian *trigger*. Relay terbentuk dari lilitan kawat ( *coil* ) yang dililitkan pada inti besi lunak. Jika lilitan kawat mendapatkan arus listrik , inti besi akan menghasilkan medan magnet dan menarik *switch* kontak. *Switch* kontak mengalami gaya listrik magnet sehingga berpindah posisi ke kutub lain atau terlepas dari kutub aslinya. Relay akan kembali keposisi semula, bila tidak ada lagi arus yang mengalir padanya atau tidak dialiri listrik.



**Gambar 2.7** struktur relay.

Menurut cara kerjanya relay dapat dibedakan menjadi:

- *Normally close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi tertutup.
- *Normally open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi terbuka.



**Gambar 2.8** ilustrasi cara kerja relay

## 2.8 Pompa

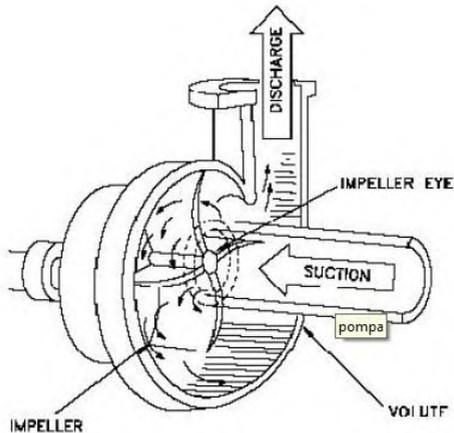
Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikan cairan dari daratan rendah menuju ke daratan tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari bertekanan rendah kedaerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran *fluida* pada perpipaan. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk( *suction* ) dan tekanan tinggi pada sisi keluar ( *discharge* ).

Pada prinsipnya pompa merubah energi mekanik motor menjadi energi aliran *fluida*. Energi yang diterima oleh *fluida* akan digunakan untuk menaikan tekanan dan mengatasi tahanan-tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui. (BAKTI, 2012)

### 2.8.1 Pompa *sentrifugal*

Pompa *sentrifugal* memiliki sebuah *impeller* (baling-baling) yang bertujuan untuk mengalirkan zat cair dari suatu tempat ketempat lain dengan mengubah energi zat cair yang dikandung menjadi lebih besar. Pompa digerakan oleh motor. Daya dari motor diberikan pada poros motor untuk memutar *impeller* yang dipasangkan pada poros tersebut. Akibat dari putaran *impeller* yang menimbulkan gaya *sentrifugal* maka zat cair akan mengalir dari tengah *impeller* keluar lewat

saluran diantara sudut dan meninggalkan *impeller* dengan kecepatan tinggi.



**Gambar 2.9** Pompa *Sentrifugal*

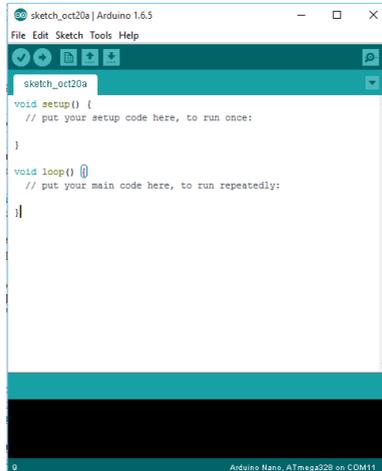
## 2.9 Catu daya( *Power Supply*)

Sebagian besar peralatan elektronik memerlukan arus searah untuk dapat bekerja. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah alat yang dapat berfungsi sebagai penyearah tegangan bolak-balik (AC) dari perusahaan PLN menjadi arus searah DC. Peralatan kecil portabel kebanyakan menggunakan baterai sebagai sumber dayanya. Didalam peralatan tersebut terdapat rangkaian yang penyearah. Peralatan elektronik memerlukan arus untuk dapat bekerja didalam hal ini yang dimaksud adalah *power supply*/ catu daya yang fungsinya sebagai rangkaian penyearah. (SARJONO)

## 2.10 *Software Arduino IDE*

Untuk menjalankan suatu sistem kontrol membutuhkan sebuah kontroler, dalam tugas akhir ini kontroler yang digunakan adalah Arduino. Arduino tidak dapat bekerja sendiri harus

deprogram terlebih dahulu, bahasa pemrograman yang digunakan adalah IDE Arduino ( *Integrated Development Environment*). Mikrokontroler berfungsi sebagai jembatan (*bridge*) antara perangkat peralatan listrik dengan peralatan mekanik. (M. Iqbal Ar Rasyid)



**Gambar 2.10** Arduino IDE

### 2.11 Alat ukur

Pengukuran merupakan suatu aktifitas tindakan yang membandingkan suatu besaran yang belum diketahui nilainya atau harganya terhadap besaran lain yang sudah diketahui nilainya, misalnya dengan besaran standart. Pekerjaan membandingkan tersebut adalah pekerjaan mengukur, sedangkan pembandingnya yang disebut sebagai alat ukur. Yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengukuran adalah:

- Standart yang dipakai harus memiliki ketelitian yang sesuai dengan standart yang telah ditentukan
- Tata cara pengukuran dan alat yang digunakan harus memenuhi standart

### 2.11.1 Metode pengukuran

Dalam pengukuran dapat dilakukan dengan dua metode yaitu :

a) Metode pengukuran langsung

Pengukuran dikatakan pengukuran langsung bila alat ukur atau pembandingnya standart mempunyai atau menampilkan nilai standart secara langsung atau tidak membutuhkan persamaan.



**Gambar 2.11** Pengukuran langsung

b) Pengukuran tidak langsung

Pengukuran tidak langsung bila pembandingnya adalah suatu yang telah dikalibrasikan terhadap suatu besaran standart.



**Gambar 2.12** Pengukuran tidak langsung

### 2.11.2 Karakteristik alat ukur

Mengetahui karakteristik alat ukur adalah penting agar pekerjaan secara menyeluruh dapat diandalkan keberhasilannya. Beberapa karakteristik dari alat ukur adalah :

a) Ketelitian atau keakuratan (*accuracy*)

Ketelitian atau akurasi didefinisikan sebagai ukuran seberapa jauh hasil pengukuran mendekati harga sebenarnya. Ukuran ketelitian sering dinyatakan dengan dua cara, atas dasar perbedaan atau kesalahan (*error*) terhadap harga yang sebenarnya yaitu:

- Kesalahan terhadap harga sebenarnya dalam proses

$$e_h = \frac{\text{harga terukur} - \text{harga sebenarnya}}{\text{harga sebenarnya}} \times 100\%$$

- Kesalahan dalam persen terhadap skala penuh

$$e_h = \frac{\text{harga terukur} - \text{harga sebenarnya}}{\text{skala maksimum}} \times 100\%$$

b) Kecermatan atau keterulangan (*precision*)

Presisi adalah yang menyatakan seberapa jauh alat ukur dapat mengulangi hasilnya dengan harga yang sama.

c) Resolusi

Resolusi adalah perubahan terkecil yang dapat dirasakan oleh alat ukur.

d) Sensitivitas

Sensitif adalah adalah rasio antara perubahan pada *output* terhadap perubahan pada *input*. Pada alat ukur yang linier, sensitif adalah tetap. Apabila sensor semakin sensitif harga sensor tersebut juga pasti mahal.

e) Span

Span merupakan selisih nilai maksimum dengan nilai minimum. Span terdiri dari span input dan span output

f) *Linieritas*

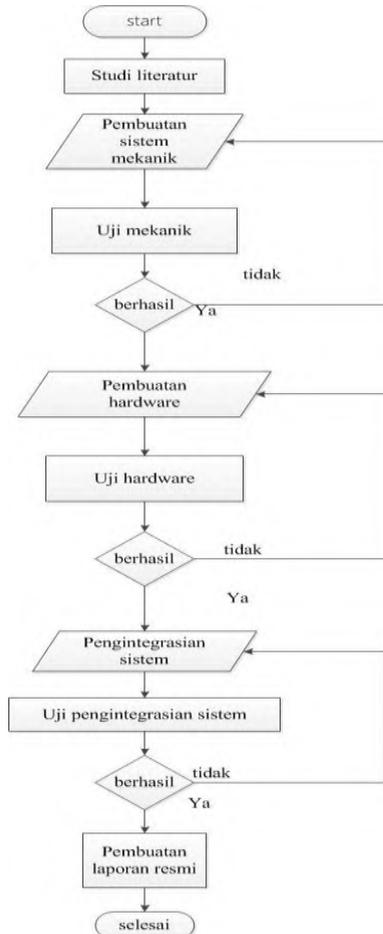
Pengukuran dapat dikatakan ideal saat hubungan antara *input* pengukuran ( nilai sesungguhnya) dengan *output* pengukuran ( nilai yang ditunjukkan alat) berbanding lurus. *Linieritas* merupakan hubungan nilai nilai *input* dan *output* alat ukur ketika terletak pada garis lurus (HUTAGAOL, 2008)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

### 3.1. Diagram Alir (*Flowchart*)

Tahapan penelitian Tugas Akhir ini, secara umum dapat digambarkan dalam *flowchart* seperti dibawah ini.



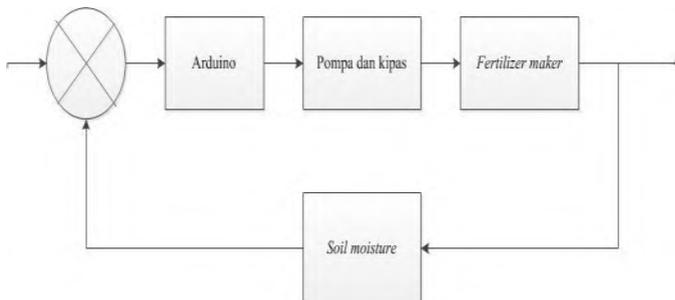
**Gambar 3.1** *Flowchart* Tugas Akhir

### 3.2. Studi Literatur

Dalam pembuatan sistem pengendalian *relative humidity* untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada *fertilizer maker* diawali dengan melakukan studi literatur mengenai perancangan alat dan beberapa teori penunjang seperti teori pengendalian, *range* kelembaban yang optimal bagi pembuatan pupuk kompos untuk menunjang tugas akhir. Sumber literatur didapatkan dari buku-buku pendukung, *website* resmi dan jurnal ilmiah sebagai media informasi penunjang tugas akhir.

### 3.3. Perancangan Sistem Pengendalian Kelembaban

Rancang bangun pengendalian *relative humidity* untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada *fertilizer maker* menggunakan sensor *soil moisture* dengan masukan nilai kelembaban pada pupuk kompos yang kemudian data tersebut dikelola oleh sebuah mikrokontroler. Mikrokontroler ini mempunyai peranan penting karena yang memegang semua kendali atas berjalannya suatu sistem pengendalian. Kontroler mengirimkan perintah kedalam aktuator yang berupa kipas dan pompa.



**Gambar 3.2** Diagram Block Sistem Pengendalian Alat

Dari gambar 3.2 diatas adalah diagram block sistem pengendalian *relative humidity* untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada *fertilizer maker* yang terdiri dari beberapa elemen yaitu kontroler , aktuator, sensor. Sensor yang digunakan adalah *Soil Moisture*, sensor ini akan membaca nilai presentasi kelembaban pada pupuk kompos kemudian keluaran sensor diteruskan ke mikrokontroler untuk diolah. Didalam mikrokontroler terdapat kodingan berupa *setpoint* kelembaban optimal untuk pembuatan pupuk kompos. Apabila pembacaan sensor melebihi atau kurang dari *setpoint* maka mikrokontroler akan memberikan aksi atau memerintahkan aktuator untuk nyala atau on. Mikrokontroler tidak dapat langsung memberikan sinyal kepada aktuator melainkan membutuhkan *driver relay*, *driver relay* sebagai jembatan antara mikrokontroler dengan aktuator.

*Setpoint* kelembabannya adalah 40%-60% apabila sensor membaca dibawah 40% mikrokontroler memberikan sinyal berlogika 1 (on) untuk mengaktifkan relay dan relay menjalankan pompa untuk menyemprotkan air, apabila diatas 60% mikrokontroler memberikan sinyal 1(on) untuk mengaktifkan relay dan relay menjalankan kipas untuk memeringkan atau membuang kadar air yang terdapat dalam pupuk.

Perancangan dan pembuatan sistem pengendalian *relative humidity* terdiri dari pembuatan mekanik, pembuatan *hardware* dan pembuatan *software* yang kemudian diintegrasikan melalui mikrokontroler. Kemudian diintegrasikan dengan mekanik agar sistem pengendalian *relative humidity* dapat bekerja dengan baik.

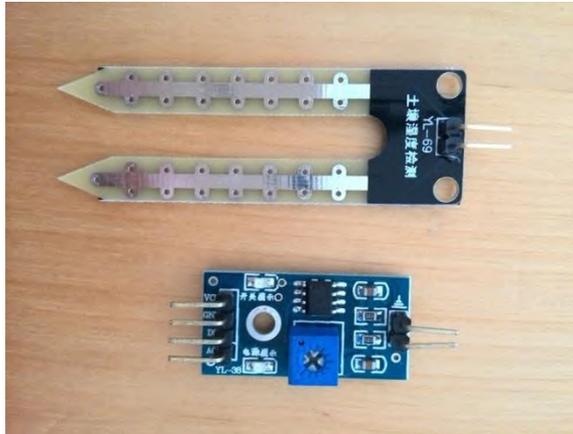
### **3.4 Perancangan dan Pembuatan Alat (*Hardware*)**

#### **3.4.1 Sistem Pengendalian *relative humidity***

Untuk pembuatan *hardware* sistem pengendalian *relative humidity* dimulai dengan mengintegrasikan sensor *Soil Moisture* dengan mikrokontroler Arduino. Keluaran

sensor berupa analog diolah dengan Mikrokontroler sesuai perintah yang dikoding. Kemudian keluaran Arduino diteruskan ke *driver relay* yang berfungsi *switch* dan menjalankan aktuator yang berupa pompa atau kipas. Apabila Arduino memberikan nilai 1 (on ) sekitar 5V akan menginduksi inti besi dan akan mengakibatkan medan magnet dan menarik *switch* ke kutub lainnya yang semula NC( *normally close*) menjadi NO ( *normally open*) begitu sebaliknya.

Didalam sistem pengendalian ini yang dibutuhkan adalah NO ( *normally open*) karena kondisi awalnya *off* dan *on* apabila diluar *setpoint*. Kemudian penampilan data menggunakan LCD( *Liquid Crystal Display*).

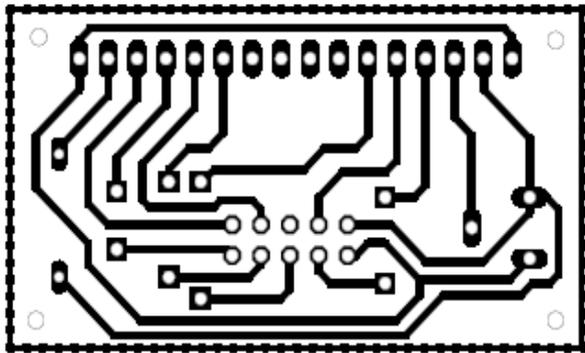


**Gambar 3.3** Rangkaian Modul Sensor *Soil Moisture*

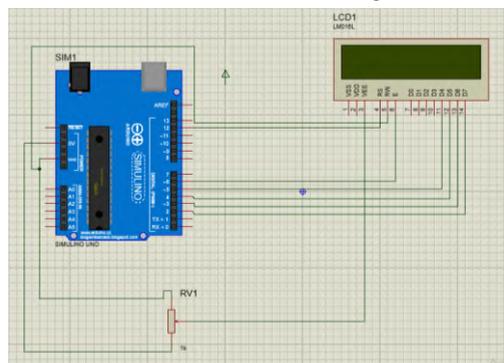
### 3.4.2 Pembuatan Rangkaian LCD

LCD yang digunakan adalah jenis LCD 16x2 yang mempunyai arti 16 kolom dan 2 baris. LCD dapat memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat

banyak titik cahaya (*pixel*) terdiri dari satu buah crystal cair sebagai titik cahaya. LCD hanya dapat menampilkan data atau karakter yang sesuai standart ASCII. LCD ini digunakan untuk menampilkan data yang yang tersensing atau yang dibaca oleh sensor. LCD tidak dapat langsung digunakan secara langsung untuk menggunakan harus menggunakan modul tambahan agar mempermudah dan harus dikoding di mikrokontroler terlebih dahulu agar dapat menampilkan gambar atau karakter yang diinginkan.



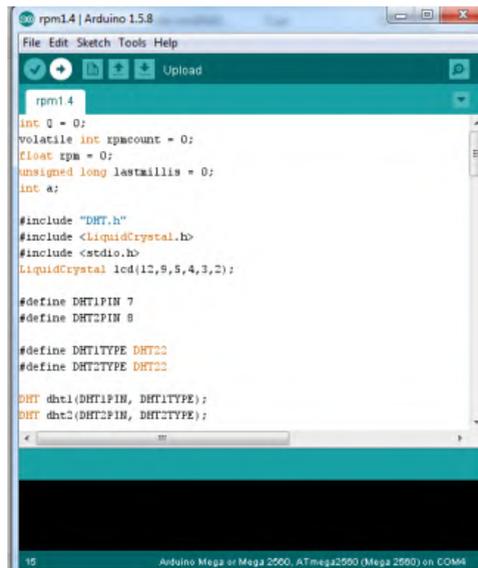
**Gambar 3.4** Modul Rangkaian LCD



**Gambar 3.5** Skematik Arduino dengan LCD

### 3.5 Perancangan dan Pembuatan Alat (*Software*)

Perancangan *software* pada tahap ini adalah untuk mengintegrasikan *software* dengan *hardware* dengan tujuan agar sistem pengendalian dapat bekerja dengan baik. Pembuatan *software* adalah memprogram atau mengkodekan untuk mengolah keluaran sensor yang berupa *analog* dan dikoding untuk menjalankan aktuator berupa pompa dan kipas. Penulisan logika kodingannya adalah apabila sensor membaca kelembaban diluar setpoint yaitu 40%-60% akan menjalankan aktuator dengan rincian dibawah 40% mengaktifkan pompa untuk menyemprotkan dan diatas 60% mengaktifkan kipas. Kodingan yang digunakan adalah logika *If* dan *if else*.



```

rpm1.4 | Arduino 1.5.8
File Edit Sketch Tools Help
Upload
rpm1.4
int i = 0;
volatile int rpmcount = 0;
float rpm = 0;
unsigned long lastmillis = 0;
int a;

#include "DHT.h"
#include <LiquidCrystal.h>
#include <stdio.h>
LiquidCrystal lcd(12,9,5,4,3,2);

#define DHT1PIN 7
#define DHT2PIN 8

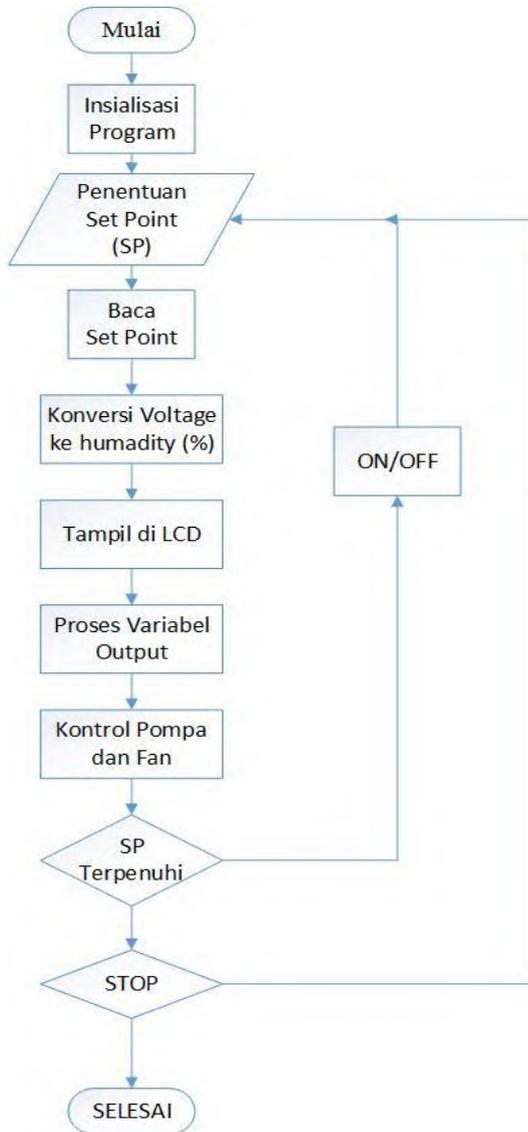
#define DHT1TYPE DHT22
#define DHT2TYPE DHT22

DHT dht1(DHT1PIN, DHT1TYPE);
DHT dht2(DHT2PIN, DHT2TYPE);

```

**Gambar 3.6** *Software* arduino

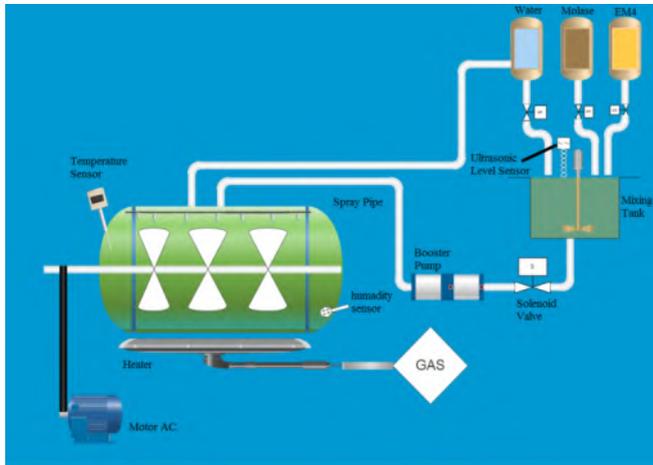
Adapun *flowchart* dari pemrograman untuk mempermudah proses mengkodekan karena sebagai berikut :



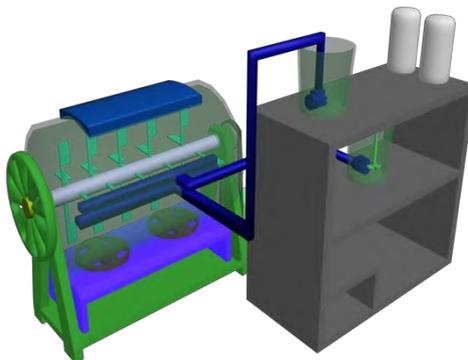
**Gambar 3.7** *flowchart* program

### 3.6 Pembuatan Mekanik

Perancangan mekanik meliputi pemasangan sensor *Soil Moisture* untuk membaca kelembaban, aktuator nya berupa pompa untuk menyemprotkan air dan kapas.



**gambar 3.8** Perancangan mekanik



**Gambar 3.9** Perancangan desain

### **3.7 Perancangan *Local Unit Control***

Perancangan *local unit control* terdiri dari perancangan *hardware* dan *software*. Perancangan *hardware* ini dimulai dengan perancangan *plant Fertilizer Maker*, catu daya, wiring antara mikrokontroler dengan aktuator dan sensor, sistem penyajian data (LCD) kemudian disambungkan dalam satu *plant* pengendalian.

### **3.8 Perancangan Display LCD (Liquid Crystal Display)**

LCD yang digunakan adalah jenis LCD 16x2 yang mempunyai arti 16 kolom dan 2 baris. LCD dapat memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak titik cahaya (*pixel*) terdiri dari satu buah crystal cair sebagai titik cahaya. LCD hanya dapat menampilkan data atau karakter yang sesuai standart ASCII. LCD ini digunakan untuk menampilkan data yang tersensing atau yang dibaca oleh sensor. LCD tidak dapat langsung digunakan secara langsung untuk menggunakan harus menggunakan modul tambahan agar mempermudah dan harus dikoding di mikrokontroler terlebih dahulu agar dapat menampilkan gambar atau karakter yang diinginkan.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Rancang Bangun**

Sistem pengendalian *relative humidity* untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada *fertilizer maker* sesuai dengan hasil rancangan yang menggunakan sensor *Soil Moisture* yang cara kerjanya membaca kadar kelembaban tanah. Cara kerja sistem pengendalian yang digunakan pengendalian otomatis yang yang bermode on-off. Mode ini berguna untuk mengaktifkan aktuator apabila nilai pembacaan sensor melebihi *set point*. *Set point* ini dibuat karena pada *range* ini merupakan *range* kelembaban optimal untuk pembuatan pupuk kompos. Apabila dibawah *set point* aktuator yang digunakan adalah pompa, dan bila melebihi *set point* aktuator yang digunakan kipas.

Agar sistem kelembaban ini dapat bekerja dengan baik membutuhkan komponen-komponen yang bekerja secara integrasi. Sistem ini terdiri dari sensor *Soil Moisture* pada tangki, Arduino sebagai kontroler, relay dan kipas dan pompa sebagai plant.

#### **4.2 Pengujian *set point***

Didalam suatu sistem pengendalian hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor merupakan bagian yang penting karena bagus tidaknya suatu sistem pengukuran dapat dilihat dari respon sensor dalam mencapai nilai *set point* yang diinginkan.

**Tabel 4.1** data respon sensor terhadap waktu

Waktu Settling (Second)	Set Point	Pembacaan Sensor	Selisih Pembacaan Sensor-Setpoint
3	60	60,16	0,16
9	60	60,06	0,06
4	60	61,6	1,6
4	60	61,22	1,28
5	60	61,02	1,02

Dari tabel diatas menjelaskan tentang respon sensor kelembaban terhadap waktu dan seberapa besar nilai *error*nya. Percobaan diatas dilakukan selama 5 kali pengujian dengan cara menentukan set point terlebih dahulu kemudian pembacaan sensor dilakukan dari *range* pengukuran terendah dan sampai pengukuran *set point*. Apabila nilai pengukuran diatas *set point* aktuatur akan *on*.

### 4.3 Pengujian Sistem

Sistem merupakan beberapa komponen-komponen yang saling berintegrasi untuk menjalankan suatu perintah. Untuk melakukan pengujian sistem pengendalian *relative humidity* dengan cara memberikan nilai sinyal input kepada *proses Variable* (PV) yang bekerja pengendalian *on/off*. istem akan bekerja apabila pembacaan sensor diluar *range set point* nya Apabila melebihi akan menyalakan kipas yang tujuannya untuk mengurangi kelembaban pada kompos dan dibawah *set point* pompa akan menyalah dan menyedot air dan menyemprotkan air agar kelembaban kembali ke *range* yang optimal untuk pembuatan kompos.

**Tabel 4.2** Data Pengujian Sistem

NO	Pembacaan <i>Soil Moisture</i>	Pompa	Kipas
1	59,71	<i>Off</i>	<i>Off</i>
2	74,78	<i>Off</i>	<i>On</i>
4	97,82	<i>Off</i>	<i>On</i>
6	32,64	<i>On</i>	<i>Of</i>
7	28,22	<i>On</i>	<i>Off</i>
8	36,38	<i>On</i>	<i>Off</i>

Pada data diatas merupakan uji sistem dari pengendalian *relative humidity* untuk mengetahui respon aktuator setelah nilai *setpoint* terbaca oleh sensor. Dimana aktuator aktif atau nyala bila diluar *setpoint*

#### 4.4 Data Pengujian Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sangat dibutuhkan karena setiap sensor mempunyai spesifikasi yang berbeda dan hal ini mempengaruhi hasil pembacaan. Tujuan kalibrasi agar mengetahui nilai penyimpangan hasil pembacaan antara sensor yang digunakan dengan alat ukur standart. Pada pengujian kalibrasi sensor ini menggunakan alat ukur PH meter dan *Soil Moisture* meter sebagai kalibratornya. Hasil pengujian ini merupakan kalibrasi dari sensor *Soil Moisture* dengan alat ukur PH dan *Soil Moisture* meter. Adapun perhitungan kalibrasi pada sensor dimulai dari mencari span sebagai berikut:

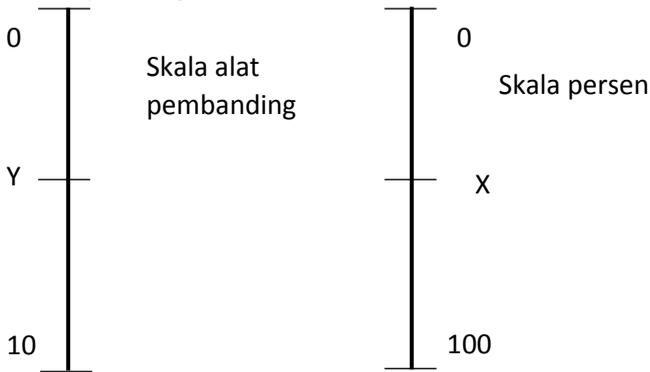
Span = nilai maximum pembacaan sensor – nilai minimum pembacaan sensor

Span = 100 % – 0%

Span = 100 %

Setelah mendapatkan hasil dari  $\text{span}(\text{range})$  yaitu 100 %, kemudian mencari nilai akurasi dan presisi dari sensor. Kemudian dilakukan perhitungan kalibrasi dengan metode pemeriksaan skala. Untuk melakukan perbandingan atau kalibrasi menggunakan alat ukur pembanding dengan skala 1-10.

Sebelum membandingkan alat ukur yang mempunyai skala 1-10,  $\text{range}$  1-10 ini di interpolasikan terlebih dahulu ke nilai 0-100 rumusnya sebagai berikut:



Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

Misalnya kan nilai y atau pembacaan alat 7,5 berapa persen ?

Jadi:

$$\frac{7.5}{10} = \frac{x}{100}$$

$$x = 75\%$$

Nilai skala 7.5 sama dengan nilai 75%

Skala yang digunakan adalah 0.50, 3, 5, 7,5

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

$$\frac{0.5}{10} = \frac{x}{100}$$

$$x = 5\%$$

$$\frac{3}{10} = \frac{x}{100}$$

$$x = 30\%$$

$$\frac{3}{10} = \frac{x}{100}$$

$$x = 50\%$$

Pertama adalah melakukan pemeriksaan skala dengan cara melakukan 5 kali pengambilan data di satu titik. Kemudian dihitung koreksi atau selisih antara pembacaan standart dengan pembacaan alat.

**Tabel 4.3** Kalibrasi pemeriksaan skala

No.	Pembacaan Alat(%)	Pembacaan Standart(%)	Koreksi(pembacaan standart-pembacaan alat)%
1	51.20	50	-1.2
2	50.30	50	-0.3
3	50.39	50	-0.39
4	50.26	50	-0.26
5	50.21	50	-0.21
Jumlah	252.36	250	-2.36
Rata-rata	50.47	50.00	-0.472
Standart Deviasi Koreksi			0.41
Ua1 =			0.18
Nilai Minimum Koreksi =			-1.2
Nilai Maksimum Koreksi =			-0.21

Kemudian dilakukan kalibrasi dengan metode pembacaan berulang yang mana dengan mengambil 10x pembacaan pada setiap titik pembacaan standart. Dimana data tersebut akan digunakan untuk mencari nilai UA<sub>1</sub> (Ketidakpastian Pengukuran), UA<sub>2</sub> (Ketidakpastian Regresi), UB<sub>1</sub> (Ketidakpastian Resolusi), Uc (Ketidakpastian Cakupan), dan Uexpan (Ketidakpastian

diperluas). Selanjutnya dapat diketahui kelayakan pakai dari sensor dengan membandingkan nilai Uexpan dengan range kelayakan pakai sebuah alat ukur yaitu tidak kurang dari 2%. pembacaan maksimum dan tidak lebih dari 5% pembacaan maksimum.

**Tabel 4.4** Perhitungan Untuk Nilai UA<sub>1</sub>

No.	Pembacaan Standart (%)	Pembacaan Alat(%)										Rata-Rata	Koreksi
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Pemb. Alat	(y)
1	5.00	3.4	2.3	2.4	2.4	2.3	2.4	2.3	2.3	2.4	2.4	2.46	2.54
2	30.00	30.13	30.18	30.23	28.5	30.08	30.03	30.09	30.11	29.94	30.4	29.97	0.03
3	50.00	51.5	51.3	48	50.8	50.2	52.4	51	52.1	51.7	51.3	51.03	-1.03
4	75.00	79.1	78.2	78.1	78	77	78.9	78.3	78.5	81.4	79.5	78.70	-3.70
Jumlah	160.00											162.16	-2.16
Rata-Rata	40.00											40.54	-0.54

Dilakukan pencarian nilai ketidakpastian (UA<sub>1</sub>) dengan mencari nilai standar deviasi terlebih dahulu dengan rumus :

$$\text{Standar Deviasi} = \sqrt{\frac{yi-yi^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{21.20}{3}} = 2.659$$

$$UA_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{2,659}{\sqrt{4}} = 1.535$$

Dimana :

$\sigma$  = Standar Deviasi

n = banyak data

UA<sub>1</sub> = Ketidakpastian pengukuran

Derajat Kebebasan (V) = n-1

Derajat Kebebasan (V) = 7-1

Derajat Kebebasan (V) = 6

Selanjutnya dilakukan pencarian nilai  $UA_2$ . Untuk mencari nilai  $UA_2$  membutuhkan nilai  $Y_{reg}$  dan nilai SSR. Mencari nilai  $Y_{reg}$  terlebih dahulu dilakukan pencarian nilai  $a$  dan  $b$ . Tabel berikut merupakan data untuk mencari nilai ketidakpastian pendekatan regresi atau  $UA_2$ .

**Tabel 4.5** Perhitungan Untuk Nilai  $UA_2$

$t_i^2$	$t_i * y_i$	$Y_{reg}$	Residu (R)	SSR	2(Kuadrat
25	12.7	2.48	0.06	0.00	6.45
900	0.93	0.32	-0.29	0.09	0.00
2500	-51.5	-1.40	0.37	0.14	1.06
5625	-277.5	-3.56	-0.14	0.02	13.69
9050	-315.37		SSR ==>	0.25	21.20
					5.30

Untuk mengetahui nilai  $Y_{reg}$  dengan persamaan :

$$Y_{reg} = a + (b * t_i)$$

$$a = \bar{y} - (b * t_{(rata\ rata)})$$

$$b = \frac{((n * \sum(t_i * y_i)) - (\sum y - \sum t))}{((n * \sum t_i^2) - \sum t^2)}$$

Dari persamaan di atas didapat nilai  $a = 0,112$  dan nilai  $b = -0,01427$ . Maka didapat nilai  $Y_{reg}$  seperti pada tabel. Nilai (R) Residu pada tabel didapatkan dari persamaan  $(y_i - Y_{reg})$  dan nilai SSR = 0,08 yang didapatkan dari persamaan  $[\sum R^2]$ .

$$UA_2 = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} = \sqrt{\frac{0.25}{3}} = 0.352$$

Dimana :

$UA_2$  = Ketidakpastian Regresi

$n$  = Jumlah data

SSR = Sum Square Residual

Setelah diketahui  $UA_2$ , dilakukan perhitungan untuk mencari nilai  $UB_1$ ,  $U_c$ , dan  $k$  agar dapat diketahui nilai dari  $U_{exp}$ .

$$UB_1 = \frac{\frac{1}{2} \text{Resolusi}}{\sqrt{3}} = \frac{\frac{1}{2} 1,00}{\sqrt{3}} = 0,003$$

$$U_c = \sqrt{(UA1^2 + UA2^2 + UB1^2)} = 1.575$$

$$U_{exp} = k \cdot U_c = 2,01 \cdot 0,323 = 2.690$$

Dimana:

$UB_1$  = Ketidakpastian Resolusi

$U_c$  = Ketidakpastian Kombinasi

$U_{exp}$  = Ketidakpastian Diperluas

#### 4.5 Respon Kipas Terhadap Perubahan RH Sebagai Fungsi Waktu

Apabila pembacaan alat ukur melebihi *range* yang ditentukan maka aktuatur akan bekerja sesuai kondisi, Seperti kondisi saat ini. Apabila pembacaan alat ukur diatas 60% maka aktuatur kipas akan bekerja. Berikut tabel respon kipas pada perubahan RH sebagai fungsi waktu.

**Tabel 4.6** Respon Kipas Terhadap Perubahan RH sebagai Fungsi Waktu

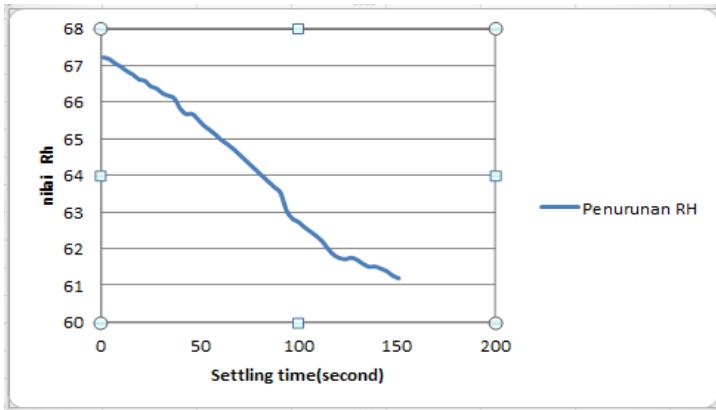
Settling time	Penurunan RH
1	67.22
4	67.17
7	67.05
10	66.96
13	66.84
16	66.75

**Tabel 4.7** Tabel Lanjutan Respon Kipas Terhadap Perubahan RH  
Sebagai Fungsi Waktu

19	66,62
22	66,58
25	66,43
28	66,37
31	66,24
34	66,17
37	66,1
40	65,82
43	65,67
46	65,68
49	65,53
52	65,36
55	65,24
58	65,11
61	64,96
64	64,85
67	64,72
70	64,57
73	64,42
76	64,27
79	64,12
82	63,97
85	63,82
88	63,67
91	63,52
94	63,04
97	62,82
100	62,73

**Tabel 4.8** Tabel Lanjutan Respon Kipas Terhadap Perubahan RH  
Sebagai Fungsi Waktu

103	62.59
106	62.47
109	62.35
112	62.21
115	62
118	61.83
121	61.74
124	61.71
127	61.75
130	61.69
133	61.58
136	61.5
139	61.51
142	61.45
145	61.38
148	61.26
151	61.19
153	61.2
155	61.15
157	61.08
160	61.02
163	60.98
166	60.86
169	60.75
172	60.63
175	60.42
178	60.38
181	60.29
183	60.11
186	60.04
189	59.97



**Gambar 4.1** Respon kipas terhadap perubahan RH sebagai fungsi waktu

#### 4.6 Respon Kelembaban dengan Waktu

Sensor tidak dapat langsung membaca *input* atau besaran fisis yang diukur, melainkan sensor membutuhkan waktu untuk membaca awal hingga pembacaan *steady*. Tabelnya sebagai berikut:

**Tabel 4.9** Respon kelembaban dengan waktu

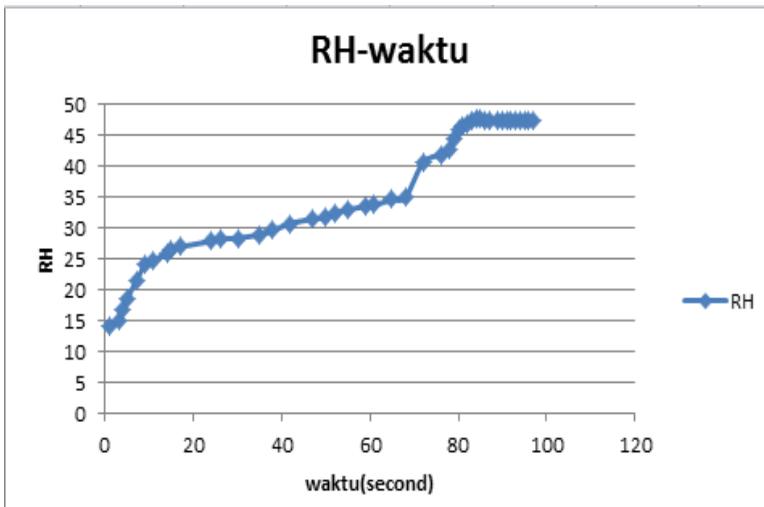
Waktu (Second)	Pembacaan RH
1	14.13
3	14.87
4	16.76
5	18.54
7	21.32
9	23.93
11	24.64
14	25.93
15	26.25
17	26.84

**Tabel 4.10** Tabel lanjutan Respon Kelembaban dengan waktu

20	27.34
24	27.75
26	28.08
30	28.29
35	28.84
38	29.49
42	30.63
47	31,35
50	31.64
52	32.23
55	32.86
59	33.40
61	33.59
65	34.47
68	34.83
72	40.42
76	41.76
78	42.54
79	44.34
80	45.76
81	46.23
82	46.76
83	47.21
84	47.54
85	47,50
86	47.24
87	47.23
89	47.23
90	47.23

**Tabel 4.11** Tabel Lanjutan Respon Kelembaban dengan waktu

91	47.24
92	47.23
93	47.24
94	47.23
95	47.25
96	47.23
97	47.23

**Gambar 4.2** Hubungan Rh dan waktu

Dari grafik diatas didapat :

Rise time = 80s

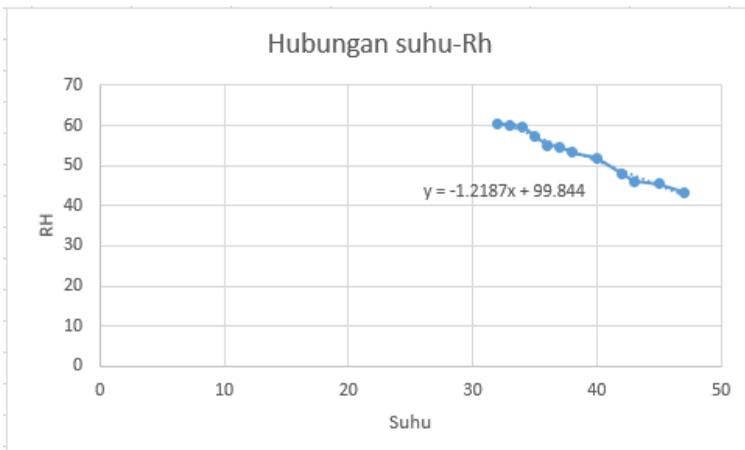
Settling time=21s

#### 4.7 Hubungan Kelembaban dengan Suhu

Kelembaban dan suhu berkaitan atau saling mempengaruhi setiap kenaikan. Suhu dan kelembaban berbanding terbalik, yang dimaksud adalah apabila nilai suhu meningkat, nilai kelembaban menurun seperti pada tabel 4.12 sebagai berikut

**Tabel.4.12** Hubungan RH dengan suhu

NO	Suhu	Rh
1	32	60.23
2	33	60.05
3	34	59.77
4	35	57.18
5	36	55.03
6	37	54.7
7	38	53.39
8	40	51.94
9	42	47.94
10	43	46.13
11	45	45.49
12	47	43.26

**Gambar 4.3** Hubungan suhu dan kelembaban

#### 4.8 Konversi Perhitungan

Nilai sensor tidak dapat langsung ditampilkan dalam LCD atau HMI (*Human Machine Interface*) lainnya melainkan diproses terlebih dahulu dalam mikrokontroler. Mikrokontroler ini

merubah pembacaan nilai analog (keluaran sensor) menjadi digital atau ADC (*analog digital converter*). Dari nilai ADC ini dapat dikonversi ke nilai presentase *relative humidity*, nilai konversinya sebagai berikut:

- Keluaran sensor volt dirubah ke ADC

$$\frac{\text{Resolusi ADC}}{\text{voltage}} = \frac{\text{Pembacaan ADC}}{\text{Pembacaan Analog Voltage}} \dots\dots\dots 4.1$$

$$\frac{1023}{5} = \frac{x}{2,8}$$

$$x = 572,88$$

$$\frac{1023}{5} = \frac{x}{1,99}$$

$$x = 409,2$$

- Pembacaan ADC di konversi ke perhitungan 1:

$$\text{erhitungan 1} = \frac{\text{Pembacaan ADC}}{\text{maks range ADC}} \times 5 \dots\dots\dots 4.2$$

$$\text{perhitungan 1} = \frac{572,88}{1023} \times 5$$

$$\text{perhitungan 1} = 2,8$$

$$\text{perhitungan 1} = \frac{409,2}{1023} \times 5$$

$$\text{perhitungan 1} = 2$$

Karena keluaran perhitungan 1 nilai maksimalnya menunjukkan keadaan kering pada saat tidak air atau kering yaitu 5 dan kondisi basah 0, karena kondisi yang diinginkan pada saat basah bernilai 5 dan kering 0 maka perhitungan harus dibalik dan dikali 10 agar menjadi presentase *relative humidity*.

- Perhitungan 1 ke presentase RH:

$$Rh = (10 - (\text{perhitungan 1} \times 2)) \times 10 \dots\dots\dots 4.3$$

$$Rh = (10 - 4) \times 10$$

$$Rh = 60$$

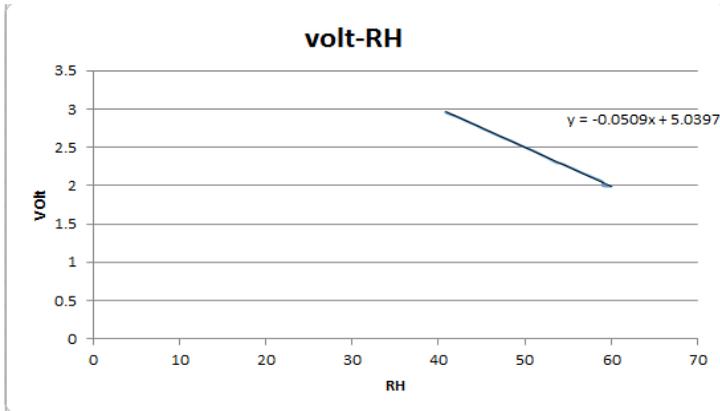
$$Rh = (10 - 3.98) \times 10$$

$$Rh = 40$$

Diatas merupakan contoh konversi perhitungan, untuk lebih jelasnya lihat tabel sebagai berikut:

**Tabel 4.13** Konversi perhitungan

No	Volt	ADC	RH
1	2.96	605.616	40.8
2	2.94	601.524	41.2
3	2.9	593.34	42
4	2.81	574.926	43.8
5	2.77	566.742	44.6
6	2.69	560.604	45.2
7	2.64	550.374	46.2
8	2.58	540.144	47.2
9	2.52	527.868	48.4
10	2.47	515.592	49.6
11	2.43	497.178	51.4
12	2.37	484.902	52.6
13	2.3	470.58	54
14	2.29	468.534	54.2
15	2.25	460.35	55
16	2.18	446.028	56.4
17	2.14	437.844	57.2
18	2.05	419.43	59
19	2	409.2	60
20	1.99	407.154	60.2



**Gambar 4.4** Hubungan Volt dan RH

#### 4.9 Hubungan Arus dengan Rshunt

Dalam konversi perhitungan saling berkaitan antara *voltage*, arus dan sampai perhitungan nilai RH. Apabila ingin menghitung nilai arus yang lebih besar daripada range ampereparameter yang digunakan, diperlukan hambatan shunt yang dihubungkan secara paralel. Nilai r shunt nya sebagai berikut:

$$I = 35 \text{ mA}$$

$$V = 2,48 \text{ V}$$

$$R = 9000$$

$$I' = 0.27 \text{ mA}$$

$$(I - I')R_s = I' \times R \dots\dots\dots 4.4$$

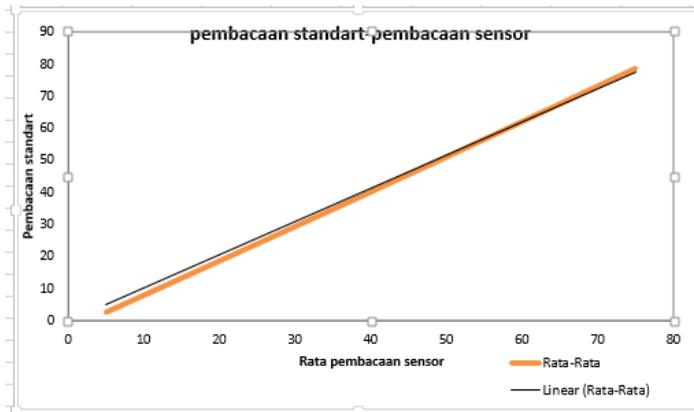
$$34.73 R_s = 0.27 \times 9000$$

$$R_s = 70$$

Dalam sistem pengendalian *relative humidity* menggunakan sensor *Soil Moisture* untuk mengukur kadar air yang berada didalam tanah. Hasil pengukuran akan ditampilkan dalam LCD 16x2 dan di *interfacing* dengan *software visual basic*. Prinsip kerjanya dari sistem pengendalian *relative humidity* yang pertama adalah *sensing element* yaitu pengukuran yang dilakukan oleh

dikonversikan ke *range* kelembaban. Mikrokontroler akan memberikan perintah ke aktuator sesuai nilai *set point*, apabila dibawah 40% akan menjalankan aktuator pompa yang bertujuan untuk memberikan air terhadap pupuk kompos karena dibawah 40 % mengartikan pupuk kekurangan air sedangkan diatas 60% aktuator yang bekerja adalah kipas yang tujuannya untuk mengeringkan atau membuang kadar air yang berlebihan.

Untuk mendapatkan suatu sistem pengendalian yang bagus pengukuran sensor *soil Moisture* harus dibandingkan atau dikalibrasi agar mengetahui apakah suatu sistem ini dapat dipakai atau tidaknya. Untuk pembandingnya menggunakan alat ukur yang menggunakan skala analog 1-10. kemudian di konversikan skala 0-100 . Dari data-data yang telah diperoleh dari tabel diatas, dilakukan perbandingan nilai keluran sensor *soil moisture* dengan alat ukur ph dan kelembaban meter . Pengambilan data pada pengujian ini adalah 4 data. Pada tabel 4.4 adalah data yang telah diambil ketika pengujian alat, sehingga dapat dicari nilai ketidakpastian hasil pengukuran ( $UA_1$ ) dengan nilai standar deviasi ( $\sigma$ ). Nilai standar deviasi berdasarkan perhitungan didapat 0,179 dan nilai ketidakpastian ( $UA_1$ ) yaitu sebesar 0,155. Pada tabel 4.5 adalah data untuk perhitungan nilai ketidakpastian dengan pendekatan regresi ( $UA_2$ ) dan didapatkan nilai sebesar 0,072. Untuk nilai ketidakpastian resolusi ( $UB_1$ ) dari sensor yang dipakai sebesar 0,003. Untuk nilai ketidakpastian kecakupan ( $U_c$ ) sebesar 0,171. Dan nilai ketidakpastian diperluas ( $U_{expan}$ ) sebesar 0,292. Untuk mengetahui kelayakan penggunaan sensor maka nilai  $U_{expan}$  harus tidak lebih kecil dari 2% pembacaan maksimum yaitu 1.5 dan tidak lebih besar dari 5% pembacaan maksimum yaitu 3.75 Dari nilai  $U_{expan}$  yang ada dapat disimpulkan bahwa sensor layak pakai karena nilai  $U_{expan}$  berada diantara 2%-5% pembacaan maksimum dari alat standar.



**Gambar 4.5** Grafik pembacaan standart dibanding pembacaan sensor

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**LAMPIRAN A**  
*(Listing Program di Mikrokontroler)*

**2.1 Listing Program Arduino**

```
#define pompa 7
#define fan 6
#include<LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd (13,12,11,10,9,8);
float sensor;float voltage;
float pembalik;float Rhvalue;
int Rhmin=40;
int Rhmax=60;
unsigned long int avgValue;
int buf[10],temp;
void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(9600);
    lcd.begin(16,2);
    pinMode(fan,OUTPUT);
    pinMode(pompa,OUTPUT);
}

void loop() {
    // perhitungan
    for( int i=0;i<10;i++)
    {
        buf[i]=analogRead(A2);
        delay(100);
    }
    for (int i=0;i<9;i++)
    {
        for( int j=i+1;j<10;j++)
        {
            if(buf[i]>buf[j])
```

```
    {
        temp=buf[i];
        buf[i]=buf[j];
        buf[j]=temp;
    }
}
avgValue=0;
for(int i=2;i<8;i++)
avgValue+=buf[i];

float voltage=((float)avgValue/1024)*5/6;
float pembalik=10-(voltage*2);
float Rhvalue=pembalik*10;
```

```
//logika
if(Rhvalue<Rhmin){
    digitalWrite(pompa,LOW);
    digitalWrite(fan,HIGH);}

if(Rhvalue>Rhmin && Rhvalue < Rhmax){
    digitalWrite(pompa,HIGH);
    digitalWrite(fan,HIGH);}

if(Rhvalue> Rhmax){
    digitalWrite(pompa,HIGH);
    digitalWrite(fan,LOW);
}
```

```
// tampilan
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" RH : ");
```

```
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print(Rhvalue);  
  
Serial.print("sensor: ");  
Serial.print(sensor );  
Serial.print("voltage: ");  
Serial.print(voltage );  
Serial.print("pembalik: ");  
Serial.print(pembalik);  
Serial.print("Rh : ");  
Serial.print(Rhvalue);  
Serial.println();  
delay(500);  
  
}
```

## LAMPIRAN B

### (Spesifikasi sensor YL-69)

#### 2.1 Soil Moisture YL-69

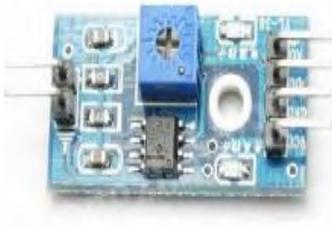


Figure 2.5 YL-69 Sensor

YL-69 soil moisture sensor has the following specifications: [7]

Vcc power supply	3.3V or 5V
Current	35mA
Signal output voltage	0-4.2V
Digital Outputs	0 or 1
Analog	Resistance ( $\Omega$ )
Panel Dimension	3.0cm by 1.6cm
Probe Dimension	6.0cm by 3.0cm
GND	Connected to ground

The sensor comes with a small PCB board fitted with LM393 comparator chip and a digital potentiometer.



## 2.2 LM 393 Comparator



**MOTOROLA**

**LM393, LM393A,  
LM293, LM2903,  
LM2903V**

### **Low Offset Voltage Dual Comparators**

The LM393 series are dual independent precision voltage comparators capable of single or split supply operation. These devices are designed to permit a common mode range-to-ground level with single supply operation. Input offset voltage specifications as low as 2.0 mV make this device an excellent selection for many applications in consumer automotive, and industrial electronics.

- Wide Single-Supply Range: 2.0 Vdc to 36 Vdc
- Split-Supply Range:  $\pm 1.0$  Vdc to  $\pm 18$  Vdc
- Very Low Current Drain Independent of Supply Voltage: 0.4 mA
- Low Input Bias Current: 25 nA
- Low Input Offset Current: 5.0 nA
- Low Input Offset Voltage: 2.0 mV (max) LM393A  
5.0 mV (max) LM293/393
- Input Common Mode Range to Ground Level
- Differential Input Voltage Range Equal to Power Supply Voltage
- Output Voltage Compatible with DTL, ECL, TTL, MOS, and CMOS Logic Levels
- ESD Clamps on the Inputs Increase the Ruggedness of the Device without Affecting Performance

**SINGLE SUPPLY, LOW POWER  
DUAL COMPARATORS**

**SEMICONDUCTOR  
TECHNICAL DATA**



**N SUFFIX  
PLASTIC PACKAGE  
CASE 626**



**MAXIMUM RATINGS**

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage	V <sub>CC</sub>	+36 or ±18	Vdc
Input Differential Voltage Range	V <sub>IDR</sub>	36	Vdc
Input Common Mode Voltage Range	V <sub>ICR</sub>	-0.3 to +36	Vdc
Output Short Circuit-to-Ground Output Sink Current (Note 1)	I <sub>SC</sub> I <sub>Sink</sub>	Continuous 20	mA
Power Dissipation @ T <sub>A</sub> = 25°C Derate above 25°C	P <sub>D</sub> 1/R <sub>θJA</sub>	570 5.7	mW mW/°C
Operating Ambient Temperature Range LM293 LM393, 393A LM2903 LM2903V	T <sub>A</sub>	-25 to +85 0 to +70 -40 to +105 -40 to +125	°C
Maximum Operating Junction Temperature LM393, 393A, 2903, LM2903V LM293	T <sub>J(max)</sub>	125 150	°C
Storage Temperature Range	T <sub>stg</sub>	-65 to +150	°C

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $V_{CC} = 5.0$  Vdc,  $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$ ,\* unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	LM393A			Unit
		Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage (Note 2) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$	$V_{IO}$	-	$\pm 1.0$	$\pm 2.0$ 4.0	mV
Input Offset Current $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$	$I_{IO}$	-	$\pm 50$	$\pm 50$ $\pm 150$	nA
Input Bias Current (Note 3) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$	$I_{IB}$	-	25	250 400	nA
Input Common Mode Voltage Range (Note 4) $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$	$V_{ICR}$	0 0	- -	$V_{CC} - 1.5$ $V_{CC} - 2.0$	V
Voltage Gain $R_L \geq 15$ k $\Omega$ , $V_{CC} = 15$ Vdc, $T_A = 25^\circ\text{C}$	$A_{VOL}$	50	200	-	V/mV
Large Signal Response Time $V_{in} =$ TTL Logic Swing, $V_{ref} = 1.4$ Vdc $V_{RL} = 5.0$ Vdc, $R_L = 5.1$ k $\Omega$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	-	-	300	-	ns
Response Time (Note 5) $V_{RL} = 5.0$ Vdc, $R_L = 5.1$ k $\Omega$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$	$t_{TLH}$	-	1.3	-	$\mu\text{s}$
Input Differential Voltage (Note 6) All $V_{in} \geq$ Gnd or $V^-$ Supply (if used)	$V_{ID}$	-	-	$V_{CC}$	V
Output Sink Current $V_{in} \geq 1.0$ Vdc, $V_{in+} = 0$ Vdc, $V_O \leq 1.5$ Vdc, $T_A = 25^\circ\text{C}$	$I_{Sink}$	6.0	16	-	mA
Output Saturation Voltage $V_{in} \geq 1.0$ Vdc, $V_{in+} = 0$ Vdc, $I_{Sink} \leq 4.0$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{low} \leq T_A \leq T_{high}$	$V_{OL}$	-	150	400 700	mV

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan dari pembuatan rancang bangun pengendalian *relative humidity* untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada *fertilizer maker* adalah sebagai berikut :

- a. Rancang bangun pengendalian *relative humidity* dapat diterapkan di pembuatan pupuk kompos pada *fertilizer maker*
- b. Hasil kalibrasi rancang bangun pengendalian *relative humidity* untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos pada *fertilizer maker* dengan rincian UA1(ketidakpastian pengukuran) = 1,535, UA2(ketidakpastian regresi)=0.352, UB1(ketidakpastian resolusi)=0,003, UC(ketidakpastian cakupan =1.575 dan Uexpan(ketidakpastian diperluas) =2,690 , Risetime=80s, settling time= 21s.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran untuk pembuatan rancang bangun pengendalian *relative humidity* untuk optimalisasi pembuatan pupuk kompos adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan sensor kelembaban yang menggunakan *Soil Moisture YL-69* sebaiknya diganti dengan menggunakan SHT 11 Probe.
- b. Pemilihan *gearbox* dan motor AC sebaiknya diperhitungkan terlebih dahulu spesifikasi tergantung jumlah pupuk yang dibuat.
- c. Gunakan sebuah device untuk memredam tegangan balik dari sumber ac apabila menggunakan aktuator ac karena akan menyebabkan pembacaan naik turun.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Zubair, S. M. (n.d.). BIOACTIVATORS EFFECTIVENESS AND UTILIZATION IN BULKING.
- agni, G. F. (2012). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Soil Moisture Sensor Sen0057 Berbasis Mikrokontroler Atmega328p.
- Anis Nismayanti, S. D. (n.d.). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Secara Otomatis Menggunakan Soil Moisture Sensor Sen0057 Berbasis Mikrokontroler Atmega328p.
- BAKTI, I. (2012). SISTEM KERJA POMPA SENTRIFUGAL TERHADAP KETERPASANGAN KOPLING DI UNIT POMPA PABRIK MINI PTKI – MEDAN.
- Bolton, W. (2006). *Sistem instrumentasi dan Sistem Kontrol*. (L. Gugi Sagara, Ed.) Penerbit Erlangga.
- Firmansyah, O. A. (n.d.). RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN AKUISISI DATA RPM FAN, TEMPERATUR DAN KELEMBABAN PADA DUCING AIR CONDITIONING LABORATORY UNIT PA HILTON A575.
- Herlina, F. (n.d.). BIOACTIVATORS EFFECTIVENESS AND UTILIZATION IN BULKING.
- HUTAGAOL, R. (2008). PRINSIPKERJA THERMOSTAT CONTROL VALVE PADA PIPA TANGKI TIMBUN CPO.
- snenti Apriani, W. S. (n.d.). *POTRET KEADAAN HUTAN INDONESIA TAHUN 2000-2009*.
- M. Iqbal Ar Rasyid, M. M. (n.d.). PEMBANGUNAN PROTOTYPE SISTEM PENGENDALIAN PERALATAN.
- Ratna Aisuwarya, K. D. (n.d.). PERANCANGAN SISTEM MONITORING SUHU, KELEMBABAN DAN TITIK EMBUN UDARA SECARA REALTIME MENGGUNAKAN MKROKONTROLER ARDUINO DENGAN LOGIKA FUZZY YANG DAPAT DIAKSES MELALUI INTERNET.
- Riny Sulistyowati, D. (2012). PERANCANGAN PROTOTYPE SISTEM KONTROL DAN MONITORING.
- SARJONO, Y. W. (n.d.). APLIKASI DIODE RANGKAIAN PENYEARAH SETENGAH GELOMBANG,PENYEARAH GELOMBANG PENUH DAN.
- Yandra Arkeman, G. S. (n.d.). M. Iqbal Ar Rasyid.

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di kota Surabaya, 28 Januari 1995. Diberi nama terbaik dari kedua orang tua, yaitu Aris Syaiful Utama. Bapak bernama Hariyadi, Ibu bernama Anis Kurnia Utami dan mempunyai kakak kandung yang bernama Fajara Kurniawan Narusallah Hariyadi Alamat rumah di Surabaya terdapat pada Jl. Pucang Arjo Timur No 1A RT 9/RW 5 Kelurahan Kertajaya Kecamatan Gubeng. Penulis menyelesaikan Sekolah Dasar pada tahun 2007 di SD Muhammadiyah 4 Surabaya, pada tahun 2010 penulis menamatkan SMPN 39 Surabaya dan pada tahun 2013 penulis menamatkan sekolah menengah di SMAN 3 Surabaya. Penulis mempunyai minat terhadap bidang organisasi dan Olahraga. Dari semenjak dibangku SMP hingga sekarang dibangku kuliah, penulis masih aktif menggeluti bidang organisasi dan manajerial. Pada tahun 2016 ini, penulis mampu menyelesaikan gelar ahli madya di Program Studi DIII-Metrologi dan Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Pengendalian *Relative Humidity* Untuk Optimalisasi Pembuatan Pupuk Kompos Pada *Fertilizer Maker*”. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran, atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui email [Arisdbl@gmail.com](mailto:Arisdbl@gmail.com).