

**PEMBUATAN SISTEM ALAT UKUR SUHU DAN KELEMBABAN  
TANAH DIGITAL DENGAN DATA TERSIMPAN MENGGUNAKAN  
SENSOR SHT75**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



Oleh :

**ANNA TIU TIKA**

**NIM 2011/1101427**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2016**

PERSETUJUAN SKRIPSI

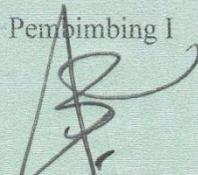
PEMBUATAN SISTEM ALAT UKUR SUHU DAN KELEMBABAN  
TANAH DIGITAL DENGAN DATA TERSIMPAN MENGGUNAKAN  
SENSOR SHT75

Nama : Anna Tiu Tika  
NIM : 1101427  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 2 Februari 2016

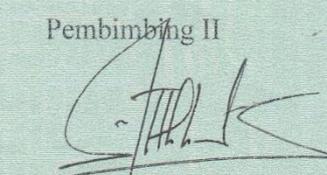
Disetujui oleh

Pembimbing I



Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si  
NIP. 19730702 200312 1 002

Pembimbing II



Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si  
NIP. 19660603 199203 1 001

**HALAMAN PENGESAHAN**

Nama : Anna Tiu Tika  
NIM : 1101427  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

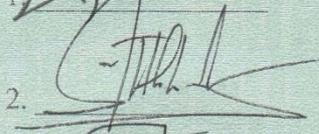
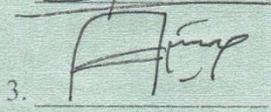
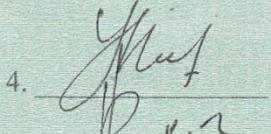
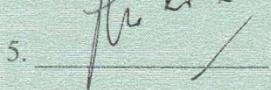
dengan judul

**PEMBUATAN SISTEM ALAT UKUR SUHU DAN KELEMBABAN  
TANAH DIGITAL DENGAN DATA TERSIMPAN MENGGUNAKAN  
SENSOR SHT75**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, 2 Februari 2016

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si	1. 
2. Sekretaris	: Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si	2. 
3. Anggota	: Drs. H. Asrizal, M.Si	3. 
4. Anggota	: Yohandri, M.Si, Ph.D	4. 
5. Anggota	: Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si	5. 

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “Pembuatan Sistem Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah Digital Dengan Data Tersimpan Menggunakan Sensor SHT75”, adalah hasil karya sendiri;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali pembimbing;
3. Di dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan;
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 5 Februari 2015  
Yang membuat pernyataan



Anna Tiu Tika  
NIM. 1101427

## ABSTRAK

**Anna Tiu Tika. 2015 .** “Pembuatan Sistem Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah Digital dengan Data Tersimpan Menggunakan Sensor SHT75” *Skripsi*. Padang: Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan data yang tepat dari instrumen. Hasil data pengukuran dibandingkan dengan teori yang berhubungan dengan parameter yang terukur. Salah satu parameter yang dapat diukur adalah suhu dan kelembaban tanah. Saat ini telah ada alat ukur suhu dan kelembaban tanah yang terdapat di BMKG, yaitu *Automatic Agroclimate and Weather Station (AAWS)*. AAWS merupakan suatu sistem yang dirancang untuk mengumpulkan data cuaca dan kondisi tanah secara otomatis namun harganya mahal. Penelitian ini bertujuan menghasilkan alat ukur suhu dan kelembaban tanah digital dengan data tersimpan menggunakan sensor SHT75 dengan spesifikasi performansi dan desain alat ukur yang baik.

Penelitian ini tergolong penelitian rekayasa, yaitu penelitian yang menerapkan ilmu pengetahuan dalam wujud pembuatan rancangan atau desain berbagai alat. Teknik pengukuran meliputi dua cara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Data yang diperoleh secara langsung adalah suhu dan kelembaban tanah, sedangkan yang tidak langsung adalah data ketepatan dan ketelitian dari alat ukur. Data dianalisis menggunakan dua cara yaitu secara statistik dan grafik.

Hasil analisis data menjelaskan dua hal penting dari pembuatan sistem alat ukur. Pertama, alat ukur suhu dan kelembaban tanah terdiri dari sensor SHT75. Data hasil pengukuran ditampilkan di LCD dan PC sebagai data tersimpan. Alat ukur ini dilengkapi juga dengan RTC DS1307 yang menampilkan tanggal, bulan, tahun, jam, dan menit secara *real time*. Kedua, ketepatan dan ketelitian dari alat ukur. Pada suhu tanah, persentase kesalahan 1.281%, dengan persentase ketepatan 98.720%. Pada kelembaban tanah, persentase kesalahan 0.153%, dengan persentase ketepatan 99.850%. Ketelitian pada suhu tanah adalah 0.9999 dan pada kelembaban tanah adalah 1.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah yang maha kuasa, karena dengan berkat dan rahmatNya peneliti telah dapat merealisasikan dan menulis tugas akhir ini. Sebagai judul penelitian ini adalah “Pembuatan Sistem Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah Digital dengan Data Tersimpan Menggunakan Sensor SHT75”.

Dalam merealisasikan dan menulis tugas akhir ini peneliti banyak menerima bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si sebagai Penasehat Akademik dan Pembimbing I, Bapak Zuhendri Kamus, S.Pd, M.Si sebagai Pembimbing II atas segala bantuannya yang tulus dan ikhlas memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Drs.H.Asrizal, M.Si, Bapak Yohandri, M.Si, Ph.D, Bapak Pakhrur Razi, S.Pd, M.Si, sebagai dosen penguji pada Tugas Akhir ini.
3. Bapak Prof. Dr. Lufri, MS sebagai Dekan FMIPA UNP.
4. Ibu Dr. Ratnawulan, M.Si sebagai Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP.
5. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai Ketua Prodi Jurusan Fisika FMIPA UNP.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNP.
7. Staf administrasi dan Laboran di Laboratorium Fisika FMIPA UNP.
8. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam laporan penelitian ini masih terdapat beberapa kelemahan atau kekurangan. Adanya saran dan kritikan dari pembaca akan lebih menyempurnakan laporan ini dimasa yang akan datang. Mudah-mudahan hasil laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat kepada seluruh pembaca.

Padang, Januari 2016

Peneliti

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Sistem Pengukuran.....	5
B. Karakteristik Sistem Pengukuran.....	6
C. Suhu dan Kelembaban Tanah.....	9
D. Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah.....	12
E. Komponen Elektronika.....	15
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
B. Jenis Penelitian.....	27
C. Alat dan Bahan.....	28
D. Desain Penelitian.....	28

E. Prosedur Penelitian.....	32
F. Teknik Pengumpulan Data.....	34
G. Teknik Analisis Data.....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian.....	37
B. Pembahasan.....	72
<b>BAB V PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan.....	74
B. Saran.....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>79</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah pada AAWS.....	13
Gambar 2. <i>Moisture Probe</i> .....	14
Gambar 3. Blok Diagram Suhu dan Kelembaban Sensirion SHT75.....	16
Gambar 4. Konfigurasi Pin dari SHT75.....	16
Gambar 5. Bentuk Papan Arduino Uno.....	18
Gambar 6. Blok Diagram RTC DS1307.....	19
Gambar 7. Bentuk Fisik RTC DS1307.....	20
Gambar 8. Konfigurasi Umum DS1307 dan Mikrokontroler.....	21
Gambar 9. Bentuk Fisik LCD.....	23
Gambar 10. Rangkaian Catu Daya Teregulasi.....	25
Gambar 11. Blok Diagram Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah.....	29
Gambar 12. Desain Mekanik Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah.....	30
Gambar 13. <i>Flowchart</i> Pemograman Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah.....	31
Gambar 14. Hasil Rancangan Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah.....	38
Gambar 15. Hasil Desain Rangkaian Sistem Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah.....	39
Gambar 16. Sensor SHT75 dalam Pipa dengan Kedalaman $\pm 1$ meter dari Permukaan Tanah.....	41
Gambar 17. Tampilan Data di PC.....	42
Gambar 18. Grafik Hubungan Waktu terhadap Pengukuran Suhu Tanah pada Kedalaman 1 meter.....	44

Gambar 19.	Grafik Hubungan Waktu terhadap Pengukuran Suhu Tanah pada Kedalaman 50 cm.....	46
Gambar 20.	Grafik Hubungan Waktu terhadap Pengukuran Suhu Tanah pada Kedalaman 20 cm.....	48
Gambar 21.	Grafik Hubungan Waktu terhadap Pengukuran Kelembaban Tanah pada Kedalaman 1 meter.....	50
Gambar 22.	Grafik Hubungan Waktu terhadap Pengukuran Kelembaban Tanah pada Kedalaman 50 cm.....	52
Gambar 23.	Grafik Hubungan Waktu terhadap Pengukuran Kelembaban Tanah pada Kedalaman 20 cm.....	54
Gambar 24.	Grafik Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah terhadap Alat Ukur dengan AAWS pada Kedalaman 1 meter.....	55
Gambar 25.	Grafik Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah terhadap Alat Ukur dengan AAWS pada Kedalaman 50 cm.....	56
Gambar 26.	Grafik Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah terhadap Alat Ukur dengan AAWS pada Kedalaman 20 cm.....	56
Gambar 27.	Grafik Perbandingan Pengukuran Kelembaban Tanah terhadap Alat Ukur dengan AAWS pada Kedalaman 1 meter..	57
Gambar 28.	Grafik Perbandingan Pengukuran Kelembaban Tanah terhadap Alat Ukur dengan AAWS pada Kedalaman 50 cm....	58
Gambar 29.	Grafik Perbandingan Pengukuran Kelembaban Tanah terhadap Alat Ukur dengan AAWS pada Kedalaman 20 cm....	59
Gambar 30.	Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Suhu Tanah dengan Persentase Kesalahan dibandingkan dengan AAWS pada Kedalaman 1 meter.....	60

Gambar 31.	Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Suhu Tanah dengan Persentase Ketepatan dibandingkan dengan AAWS pada Kedalaman 1 meter.....	61
Gambar 32.	Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Suhu Tanah dengan Persentase Kesalahan dibandingkan dengan AAWS pada Kedalaman 50 cm.....	62
Gambar 33.	Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Suhu Tanah dengan Persentase Ketepatan dibandingkan dengan AAWS pada Kedalaman 50 cm.....	62
Gambar 34.	Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Suhu Tanah dengan Persentase Kesalahan dibandingkan dengan AAWS pada Kedalaman 20 cm.....	63
Gambar 35.	Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Suhu Tanah dengan Persentase Ketepatan dibandingkan dengan AAWS pada Kedalaman 20 cm.....	64
Gambar 36.	Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Kelembaban Tanah dengan Persentase Kesalahan dibandingkan dengan AAWS pada Kedalaman 1 meter.....	64
Gambar 37.	Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Kelembaban Tanah dengan Persentase Ketepatan dibandingkan dengan AAWS pada Kedalaman 1 meter.....	65
Gambar 38.	Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Kelembaban Tanah dengan Persentase Kesalahan dibandingkan dengan AAWS pada Kedalaman 50 cm.....	66

Gambar 39.	Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Kelembaban Tanah dengan Persentase Ketepatan dibandingkan dengan AAWS pada Kedalaman 50 cm.....	66
Gambar 40.	Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Kelembaban Tanah dengan Persentase Kesalahan dibandingkan dengan AAWS pada Kedalaman 20 cm.....	67
Gambar 41.	Grafik Hubungan Hasil Pengukuran Kelembaban Tanah dengan Persentase Ketepatan dibandingkan dengan AAWS pada Kedalaman 20 cm.....	68
Gambar 42.	Skema Rangkaian Elektronika Sistem Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah Digital dengan Data Tersimpan.....	79

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Golongan Tanah Utama dengan Batas Ukuran Butirannya.....	12
Tabel 2. Fungsi Pin pada LCD.....	24
Tabel 3. Pengukuran Suhu Tanah pada Kedalaman 1 meter.....	43
Tabel 4. Pengukuran Suhu Tanah pada Kedalaman 50 cm.....	45
Tabel 5. Pengukuran Suhu Tanah pada Kedalaman 20 cm.....	47
Tabel 6. Pengukuran Kelembaban Tanah pada Kedalaman 1 meter.....	49
Tabel 7. Pengukuran Kelembaban Tanah pada Kedalaman 50 cm.....	51
Tabel 8. Pengukuran Kelembaban Tanah pada Kedalaman 20 cm.....	53
Tabel 9. Ketelitian Pengukuran Suhu Tanah pada Kedalaman 1 meter.....	69
Tabel 10. Ketelitian Pengukuran Suhu Tanah pada Kedalaman 50 cm.....	69
Tabel 11. Ketelitian Pengukuran Suhu Tanah pada Kedalaman 20 cm.....	70
Tabel 12. Ketelitian Pengukuran Kelembaban Tanah pada Kedalaman 1 meter.....	70
Tabel 13. Ketelitian Pengukuran Kelembaban Tanah pada Kedalaman 50 cm.....	71
Tabel 14. Ketelitian Pengukuran Kelembaban Tanah pada Kedalaman 20 cm.....	71
Tabel 15. Persentase Kesalahan dan Ketepatan Pengukuran Suhu Tanah dibandingkan dengan Alat Ukur Standar pada Kedalaman 1 meter.....	80
Tabel 16. Persentase Kesalahan dan Ketepatan Pengukuran Suhu Tanah dibandingkan dengan Alat Ukur Standar pada Kedalaman 50 cm.....	82

Tabel 17.	Persentase Kesalahan dan Ketepatan Pengukuran Suhu Tanah dibandingkan dengan Alat Ukur Standar pada Kedalaman 20 cm.....	84
Tabel 18.	Persentase Kesalahan dan Ketepatan Pengukuran Kelembaban Tanah dibandingkan dengan Alat Ukur Standar pada Kedalaman 1 meter.....	86
Tabel 19.	Persentase Kesalahan dan Ketepatan Pengukuran Kelembaban Tanah dibandingkan dengan Alat Ukur Standar pada Kedalaman 50 cm.....	88
Tabel 20.	Persentase Kesalahan dan Ketepatan Pengukuran Kelembaban Tanah dibandingkan dengan Alat Ukur Standar pada Kedalaman 20 cm.....	90
Tabel 21.	Data Ketelitian Pengukuran Suhu Tanah pada Kedalaman 1 meter.....	92
Tabel 22.	Data Ketelitian Pengukuran Suhu Tanah pada Kedalaman 50 cm.....	92
Tabel 23.	Data Ketelitian Pengukuran Suhu Tanah pada Kedalaman 20 cm.....	93
Tabel 24.	Data Ketelitian Pengukuran Kelembaban Tanah pada Kedalaman 1 meter.....	94
Tabel 25.	Data Ketelitian Pengukuran Kelembaban Tanah pada Kedalaman 50 cm.....	94
Tabel 26.	Data Ketelitian Pengukuran Kelembaban Tanah pada Kedalaman 20 cm.....	95

Tabel 27. Hasil Download Data Tersimpan Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah pada Kedalaman 1 meter.....	96
Tabel 28. Hasil Download Data Tersimpan Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah pada Kedalaman 50 cm.....	98
Tabel 29. Hasil Download Data Tersimpan Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah pada Kedalaman 20 cm.....	100

**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Skematik Rangkaian Elektronika Pembuatan Sistem Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah dengan data Tersimpan Menggunakan Sensor SHT75.....	79
Lampiran 2. Data Persentase Kesalahan dan Ketepatan Pengukuran Suhu Tanah dibandingkan dengan Alat Ukur Standar.....	80
Lampiran 3. Data Persentase Kesalahan dan Ketepatan Pengukuran Kelembaban Tanah dibandingkan dengan Alat Ukur Standar..	86
Lampiran 4. Data Ketelitian Pengukuran Suhu Tanah Digital dengan Data Tersimpan.....	92
Lampiran 5. Data Ketelitian Pengukuran Kelembaban Tanah Digital dengan Data Tersimpan.....	94
Lampiran 6. Data Tersimpan Pengukuran Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah.....	96
Lampiran 7. Program Sistem Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah Digital dengan Data Tersimpan.....	102

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Sistem pengukuran adalah gabungan prosedur yang membentuk suatu tugas tertentu dalam mengukur objek terhadap parameter yang ditetapkan. Sistem pengukuran dapat digunakan dalam berbagai bidang, diantaranya pertanian, perindustrian, dan lain-lain. Selain itu, sistem pengukuran juga dapat digunakan dalam bidang elektronika dan instrumentasi. Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan hasil data dari instrumen yang berkaitan dengan suatu parameter. Hasil data pengukuran tersebut akan dibandingkan dengan teori yang berhubungan dengan parameter yang diukur. Beberapa parameter yang dapat diukur antara lain suhu dan kelembaban, atau lebih khususnya yaitu pengukuran suhu dan kelembaban tanah.

Suhu dan kelembaban tanah adalah parameter yang banyak digunakan dalam proses hidrologi. Selain itu, pengukuran suhu dan kelembaban tanah juga penting dalam implementasi aspek Fisika di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Pengukuran dua parameter ini dengan mudah dapat berubah tergantung cuaca dan persediaan air dalam tanah pada setiap waktunya. Data pengukuran sistem ini banyak dibutuhkan dalam berbagai bidang dan kalangan luas, seperti kaitannya dengan cuaca dan iklim yang dibutuhkan oleh kalangan pemerintah maupun swasta. Pengukuran parameter tersebut tentu harus memiliki alat ukur.

Saat ini telah ada alat ukur yang digunakan oleh beberapa kalangan atau instansi untuk mendapatkan data dari hasil pengukuran suhu dan kelembaban tanah, salah satunya adalah BMKG. Sistem alat ukur yang terdapat di BMKG untuk mengukur suhu dan kelembaban tanah adalah *Automatic Agroclimate and Weather Station* (AAWS). AAWS merupakan suatu sistem yang dirancang untuk mengumpulkan data cuaca dan kondisi tanah secara otomatis dan diproses sehingga pengamatan menjadi mudah. Selain itu, Stevanus (2013) juga telah melakukan penelitian yang berkaitan dengan pengukuran kelembaban tanah. Sensor yang digunakannya dalam pengukuran kelembaban tanah adalah *moisture probe* yang terbuat dari logam dengan bahan *stainless steel*. *Moisture probe* ini berperan seperti kapasitor dengan tanah sebagai dielektriknya. Melalui penelitian yang dilakukan oleh Stevanus (2013), diperoleh suatu sistem pengukuran kelembaban tanah dengan data hasil pengukuran ditampilkan pada LCD. Nofri (2013) juga telah melakukan penelitian yang menggunakan sensor SHT75 dalam pengukuran suhu dan kelembaban udara.

Namun pada alat ukur hasil penelitian Stevanus (2013) masih memiliki kelemahan, yaitu data yang terukur hanya bisa ditampilkan pada LCD sehingga tidak memiliki data tersimpan. Data hasil pengukuran diambil atau dicatat setiap jam ke lapangan. Pengambilan data sesuai dengan waktunya dalam pengukuran tersebut belum dilakukan dengan baik dan efisien. Hal ini tentu akan berpengaruh terhadap ketepatan data yang dihasilkan.

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk menghasilkan data pengukuran yang lebih akurat dan data tersimpan yang dapat di-*download* melalui

PC. Keunggulan dari penelitian ini yaitu dapat dilakukan pengembangan dari sistem manual menjadi alat ukur digital dengan hasil pengukuran suhu dan kelembaban tanah dapat dilihat pada LCD. Selain itu, pengembangan pada alat ukur suhu dan kelembaban tanah adalah data pengukuran tersimpan dan ditampilkan ke PC. Alat ukur ini menggunakan arus dari *accu* sebagai pengganti arus PLN yang dilengkapi dengan adaptor sebagai pengisi daya pada *accu*. Hal ini dilakukan agar alat ukur bisa digunakan dimana saja tanpa adanya arus PLN. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor SHT75. Kelebihan dari sensor SHT75 yaitu memiliki tingkat akurasi yang tinggi, merupakan sensor suhu dan kelembaban yang terintegrasi dalam satu paket, dan bentuk keluaran dari sensor ini telah digital. Berdasarkan permasalahan ini, perlu dilakukan penelitian dengan judul “*Pembuatan Sistem Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah Digital dengan Data Tersimpan Menggunakan Sensor SHT75*”.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah: “Bagaimanakah spesifikasi desain dan performansi alat ukur suhu dan kelembaban tanah digital dengan data tersimpan menggunakan sensor SHT75?”

## **C. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, batasan masalahnya sebagai berikut :

1. Spesifikasi desain adalah mengidentifikasi fungsi komponen-komponen penyusun sistem alat ukur. Kemudian, spesifikasi performansi adalah mengidentifikasi ketepatan dan ketelitian sistem alat ukur.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah Mikrokontroler Arduino Uno.

3. Penyimpanan data menggunakan EEPROM.
4. *Interfacing* data ke PC menggunakan USB.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sistem alat ukur suhu dan kelembaban tanah digital dengan data tersimpan menggunakan sensor SHT75, sedangkan tujuan khusus dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Menjelaskan spesifikasi desain hasil pembuatan alat ukur suhu dan kelembaban tanah digital dengan data tersimpan menggunakan sensor SHT75.
2. Menjelaskan spesifikasi performansi dari alat ukur suhu dan kelembaban tanah digital dengan data tersimpan menggunakan sensor SHT75.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Adapun hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat untuk berbagai pihak, diantaranya:

1. Kelompok program studi Fisika, khususnya di bidang kajian Elektronika dan Instrumentasi dalam pengembangan instrumentasi berbasis elektronika.
2. Pembaca, untuk menambah wawasan dan memperluas ilmu pengetahuan dalam upaya pengembangan instrumentasi berbasis elektronika.
3. Peneliti lain, sebagai sumber referensi dalam pengembangan penelitian tentang elektronika dan instrumentasi.
4. BMKG, menambah instrumen untuk mendapatkan data suhu dan kelembaban tanah.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Sistem Pengukuran**

Sistem merupakan suatu hal penting dalam melakukan fungsi tertentu. Beberapa ahli telah mengemukakan pengertian dari sistem tersebut. Menurut Bonnie Soeherman dan Marion Pinontoan (2008:3), sistem adalah serangkaian komponen-komponen yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu. Pendapat lain dikemukakan oleh Jogiyanto (2005:2), sistem adalah kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan-tujuan tertentu. Pengertian sistem dari penjelasan beberapa ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem adalah gabungan dari komponen yang membentuk suatu fungsi tertentu.

Pengukuran adalah perbandingan suatu objek yang diukur dengan objek lain yang sejenis sehingga dapat ditetapkan sebagai satuan. Saat melakukan pengukuran dengan alat ukur, pengukuran tidak mungkin akan menghasilkan nilai yang benar, melainkan akan sering terjadi kesalahan. Dari penjelasan tersebut, maka dapat dikatakan bahwa sistem pengukuran adalah gabungan prosedur kerja dari alat ukur untuk menghasilkan data sesuai parameter yang diukur. Pada penelitian ini terdapat beberapa sistem pengukuran, yaitu sistem pengukuran digital, sistem pengukuran dengan data tersimpan, dan sistem pengukuran dengan tampilan PC.

Sistem pengukuran digital merupakan sistem pengukuran yang memiliki tampilan digital dalam perhitungannya. Pada sistem pengukuran digital terdiri dari

alat ukur yang memiliki akurasi lebih tinggi dibandingkan dengan alat ukur analog. Dengan menggunakan alat ukur digital, akan meminimalisir kesalahan dalam pembacaan. Hal ini disebabkan karena pada alat ukur digital terdapat tampilan yang lengkap dengan titik desimal. Dengan keunggulan inilah alat ukur digital lebih sering digunakan dalam pengukuran. Selain sistem pengukuran digital, juga terdapat sistem pengukuran dengan data tersimpan. Sistem pengukuran menggunakan data tersimpan digunakan untuk menyimpan informasi atau data pada proses kerja dalam berbagai bidang. Pada pengukuran data tersimpan juga menyusun data yang berkaitan sehingga dengan mudah dapat menemukan data yang diinginkan. Selanjutnya, sistem pengukuran dengan *personal computer* (PC) tergolong dalam sistem elektronik. Menurut Mohtar (2010), komputer berfungsi sebagai media pembaca, media penyimpanan, maupun media pengontrol dalam sistem fisis. PC dapat dimanfaatkan untuk meramalkan kejadian fisis dan sistem pengukuran. Data dari proses pengukuran dengan PC harus berupa data digital karena komputer berperan sebagai pusat pengolah data secara digital.

## **B. Karakteristik Sistem Pengukuran**

Sistem pengukuran biasanya sering digunakan untuk menunjang kegiatan proses berbagai bidang yang pada dasarnya berfungsi untuk mengukur dan mencatat suatu besaran variabel. Menurut Patdono (2007:1), adanya karakteristik sistem pengukuran dapat membantu dalam memperkirakan dan memperhitungkan tingkat kebenaran pengukuran dari sistem instrumentasi yang digunakan. Secara

umum, karakteristik sistem pengukuran dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu:

### 1. Karakteristik Statis

Karakteristik statis adalah karakteristik suatu sistem pengukuran yang perlu diperhatikan untuk penggunaan pada suatu kondisi pengukuran yang tidak bergantung pada waktu. Karakteristik statis merupakan hubungan yang terjadi antara output dan input dari sebuah elemen ketika input bernilai konstan maupun berubah perlahan. Beberapa karakteristik statis yang sering digunakan dalam pengukuran, antara lain:

#### a. Ketelitian

Ketelitian dari suatu alat ukur (sistem pengukuran) adalah penyimpangan dari harga yang diamati, dibandingkan dengan harga sebenarnya. Pada umumnya ketelitian ditentukan secara statis dan dinyatakan dalam satuan persentasi dari simpangan skala penuh. Secara umum, ketelitian alat ukur ditentukan dengan cara kalibrasi pada kondisi operasi tertentu.

#### b. Ketepatan

Ketepatan dapat dinyatakan sebagai derajat kebebasan suatu instrumen dari kesalahan acak. Jika sejumlah pembacaan diambil pada besaran input yang sama menggunakan pengukuran dengan ketepatan tinggi, maka sebaran pembacaan akan sangat kecil. Ketepatan tidak sama dengan ketelitian, dimana ketepatan tidak berarti apa-apa terhadap ketelitian pengukuran. Pengukuran ketepatan tinggi dapat memiliki ketelitian yang rendah. Pengukuran dengan

ketelitian rendah dari ketepatan tinggi, disebabkan oleh bias pada pengukuran yang dihilangkan dengan kalibrasi ulang.

c. Sensitivitas

Sensitivitas dari sistem pengukuran adalah perubahan terkecil dari suatu variabel pengukuran dengan menggunakan alat ukur yang masih memberikan pengamatan. Sensitivitas juga dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara perubahan besarnya keluaran dengan masukan pada pengukuran setelah mencapai keseimbangan. Sensitivitas menunjukkan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur.

d. Kesalahan Ukur (*Error*)

*Error* didefinisikan sebagai selisih dari harga pengukuran yang dihasilkan dengan harga sejuatinya. Harga sejati adalah variabel rata-rata dari sejumlah pengukuran yang tak terbatas dan akan selalu berubah tergantung semua aspek yang mempengaruhinya. Tidak akan ada pengukuran yang tidak memiliki kesalahan ukur, baik kesalahan positif maupun negatif.

e. Linearitas

Linearitas dapat diartikan sebagai dekatnya suatu kurva pengukuran terhadap garis linier. Pengukuran yang ideal adalah jika hubungan antara nilai sebenarnya dengan nilai yang ditunjukkan alat ukur adalah berbanding lurus. Jika suatu pengukuran memiliki hubungan yang tidak berupa garis lurus, penyimpangan dari garis lurus tersebut dikenal sebagai nonlinearitas.

#### f. Histerisis

Histerisis menunjukkan perbedaan nilai output pembacaan saat menggunakan nilai input naik, dengan nilai output pembacaan saat menggunakan nilai input turun. Histerisis biasanya dinyatakan dalam histerisis maksimum dalam bentuk persentase skala penuh.

#### 2. Karakteristik Dinamis

Karakteristik dinamis merupakan seberapa besar perubahan hasil pengukuran yang satu ke hasil pengukuran yang lain. Karakteristik dinamis dari sistem pengukuran menjadi pertimbangan pada pemakaiannya. Bagian dari karakteristik dinamis adalah kecepatan tanggapan (*respon*) dan kecermatan. Kecepatan tanggapan merupakan kecepatan alat ukur dalam memberi tanggapan terhadap perubahan kuantitas yang diukur. Kecermatan adalah tingkat yang memberikan gambaran jika alat ukur menunjukkan perubahan yang diukur tanpa kesalahan dinamis.

### **C. Suhu dan Kelembaban Tanah**

Tanah merupakan bahan yang memiliki sifat yang tidak seragam. Umumnya tanah terdiri dari dua bahan atau tiga bahan. Bahan-bahan komponen tanah ini disebut fase, dan tanah disebut bahan dua fase atau bahan tiga fase. Ketiga fase ini adalah butiran tanah (padat), air, dan udara. Kondisi tanah dapat diukur dengan mengetahui beberapa parameter yang berkaitan dengan tanah, diantaranya yaitu suhu dan kelembaban tanah.

Suhu adalah sifat fisika yang menggambarkan energi kinetik rata-rata pergerakan molekul suatu benda. Suhu tanah merupakan hasil dari kombinasi

emisi panjang gelombang dan aliran panas dalam tanah. Suhu tanah bisa juga disebut intensitas panas dalam tanah dengan satuan derajat Celcius, Kelvin, dan lain-lain. Suhu tanah dapat diukur dengan menggunakan termometer tanah. Suhu tanah dapat ditentukan dengan sinar matahari yang menyinari bumi dan dipengaruhi oleh kedudukan permukaan yang menentukan besar sudut datang, tinggi permukaan laut, serta letak garis lintang utara dan selatan.

Kelembaban tanah adalah jumlah air yang ditahan di dalam tanah setelah kelebihan air yang dialirkan. Apabila tanah memiliki kadar air yang tinggi, maka kelembaban tanah juga tinggi dan suhu tanah akan rendah. Sebaliknya, apabila tanah memiliki kadar air yang rendah, maka kelembaban tanah juga rendah dan suhu tanah akan tinggi. Kelembaban tanah terjadi karena adanya kandungan air yang tinggi. Air sangat berperan penting dalam tanah, salah satunya adalah berfungsi sebagai pelapukan bahan organik dan mineral. Kadar air dalam tanah dapat dinyatakan dalam persen volume air terhadap volume tanah. Cara ini berguna untuk mengetahui gambaran ketersediaan air pada volume tanah tertentu. Ukuran pori-pori pada tanah sangat mempengaruhi jumlah air yang terkandung dalam tanah. Air dapat diserap oleh tanah berdasarkan gaya adhesi, kohesi, dan gravitasi. Air yang masuk melalui pori-pori pada permukaan akan bergerak secara horizontal dan vertikal, dimana pergerakan secara horizontal tidak dipengaruhi oleh gaya gravitasi.

Pada tanah yang cukup mengandung air, kehilangan air melalui evaporasi akan lebih ditentukan oleh kekuatan evaporasi udara. Air tanah diubah menjadi uap air yang selanjutnya akan berdifusi ke dalam sistem uap air. Menurut Soetedjo

(2005: 66), pada tanah yang kering, bentuk kehilangan air dalam bentuk uap air itu akan lebih dipengaruhi oleh daya dorong dalam tanah sehingga uap air yang terbentuk akan berdifusi ke atmosfer, melalui gerakan udara dalam pori-pori tanah. Berlangsungnya penguapan air tanah akan sangat mempengaruhi suhu dan kelembaban tanah, karena kehilangan air atau penguapan air yang berlebihan akan sangat berpengaruh pada tingkat suhu dan kelembaban tanah.

Adapun faktor yang mempengaruhi suhu dan kelembaban tanah berdasarkan kadar air yang terkandung dalam tanah adalah sebagai berikut:

#### 1. Faktor Iklim

Faktor iklim memiliki pengaruh yang besar pada suhu dan kelembaban tanah dengan jumlah air yang dapat diabsorpsi. Suhu dan perubahan udara adalah perubahan iklim yang mempengaruhi efisiensi air pada tanah. Air tanah dapat berkurang melalui saluran evaporasi permukaan tanah.

#### 2. Faktor Tekstur Tanah

Suhu dan kelembaban tanah dapat dipengaruhi oleh perbedaan tekstur tanah, dimana tanah yang bertekstur halus akan mempunyai daya menahan air lebih besar dibandingkan tanah yang bertekstur kasar. Tanah dengan tekstur yang halus akan menghasilkan struktur tanah yang berat, dengan pori-pori kecil lebih banyak dari pada pori-pori besar. Tanah yang bertekstur kasar akan menghasilkan struktur tanah yang kasar, dengan pori-pori besar lebih banyak dari pada pori-pori kecil. Dengan adanya perbedaan tekstur tanah, sehingga dapat mengetahui kemampuan tanah untuk menahan air. Tanah bertekstur kasar terdiri atas kerikil dan/atau pasir yang biasanya disebut dengan tanah tak berkohesi, sedangkan tanah

bertekstur halus terdiri dari lanau dan/atau lempung yang sering disebut tanah yang berkohesi. Golongan tanah utama dengan batas ukuran butirnya dapat diketahui pada Tabel 1.

Tabel 1. Golongan Tanah Utama dengan Batas Ukuran Butirannya

Tanah Bertekstur Kasar				Tanah Bertekstur Halus	
Kerikil	Pasir			Lanau	Lempung
	Kasar	Sedang	Halus		
60 mm	2 mm	0.6 mm	0.2 mm	0.06 mm	0.002 mm

Sumber: Wesley. 2005

Pada Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa tanah bertekstur kasar memiliki ukuran butiran yang relatif besar dan memiliki sifat pelolosan air yang besar, sedangkan tanah yang bertekstur halus memiliki ukuran butiran yang relatif kecil dan memiliki kemampuan pengikatan air dalam tanah.

#### **D. Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah**

Beberapa instansi pada saat ini telah memiliki peralatan yang dapat mengukur suhu dan kelembaban tanah secara otomatis, seperti AAWS di BMKG. *Automatic Agroclimate and Weather Station* (AAWS) merupakan stasiun pemantau yang peralatannya berfungsi untuk mengamati unsur-unsur cuaca dan iklim secara otomatis dan pemanfaatannya dapat diarahkan ke sektor pertanian. Peralatan observasi agroklimat otomatis menghasilkan data agroklimat di lokasi tersebut dan sekitarnya yang pengelolaannya bekerja sama dengan instansi lain.

Pada prinsipnya AAWS mencakup parameter meteorologi di AWS tetapi ditambahkan pengukuran kondisi tanah dengan alat sensor pengukur suhu dan kelembaban tanah. Alat untuk mengukur suhu dan kelembaban tanah dapat dilihat pada Gambar 1. Unsur-unsur cuaca atau iklim yang diamati di AAWS antara lain:

curah hujan, visibilitas (jarak pandang), tekanan udara, arah dan kecepatan angin, suhu dan kelembaban tanah, radiasi matahari, dan kadar air tanah. Pengamatan dari unsur-unsur cuaca tersebut dapat menghasilkan data secara otomatis.



Gambar 1. Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah pada AAWS

Gambar 1 merupakan alat ukur suhu dan kelembaban tanah pada AAWS, dimana pada alat ukur ini dilengkapi sensor melalui tabung suatu tabung ke dalam tanah. Dengan adanya perkembangan teknologi, data dapat diolah dengan menggunakan sistem komputer dan online. Data suhu dan kelembaban tanah yang dihasilkan dari alat ukur ini dapat didownload setiap 10 menit.

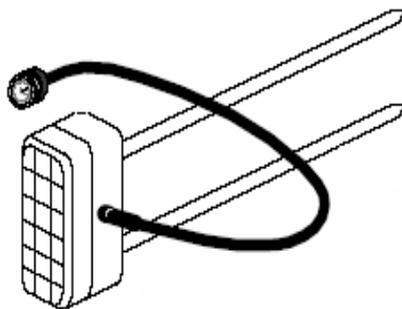
Stasiun agroklimat ini terdiri dari atas tiga bagian yaitu: peralatan pengukuran, peralatan perekam dan pengolahan data, serta peralatan penunjang. Peralatan pengukuran terdiri dari sensor untuk parameter tersebut. peralatan perekam dan pengolahan data berupa *data logger*. Peralatan penunjang berupa *power supply*, modem, pagar, tiang utama AAWS 13 meter, box panel, dan penangkal petir.

Peralatan observasi agroklimat ini bekerja secara otomatis selama 24 jam. Seluruh parameter sensor hasil pembacaannya masuk ke dalam *data logger*. Data

dikirim modem GSM/GPRS ke server di BMKG pusat. Selanjutnya data diproses dan dapat dimanfaatkan dalam bentuk analisis yang dapat digunakan instansi terkait. Data dari AAWS dapat nantinya membantu pengamatan agrometeorologi dan dapat digunakan untuk peringatan iklim ekstrim.

Setiap peralatan harus dilakukan pemeliharaan yang tepat agar data yang dihasilkan baik dan akurat. Pemeliharaan yang dilakukan terhadap peralatan di AAWS terdiri dari: melakukan tindakan preventif, melakukan perbaikan bila terjadi kerusakan, dan menganalisa penyebab kerusakan untuk bahan perbaikan. Kerusakan yang terjadi bisa disebabkan adanya bagian dari peralatan yang tidak berfungsi lagi (usang) sehingga akan mengalami gangguan pada sistem. Kerusakan yang terjadi dapat ditangani dengan mendatangkan tenaga ahli baik dari dalam negeri maupun luar negeri setiap tahun.

Selain itu, dalam melakukan pengukuran kelembaban tanah diperlukan alat ukur yang dirancang dengan menggunakan beberapa komponen. Salah satu alat ukur yang dapat digunakan adalah *moisture probe*. *Moisture Probe* adalah suatu alat yang terbuat dari materi logam dengan bahan tertentu yang digunakan sebagai sensor untuk pengukuran kadar air di dalam tanah. *Moisture Probe* yang dibuat terdiri dari dua batang logam *stainless steel*, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Moisture Probe*

Pada Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa *moisture probe* ini berperan seperti sebuah kapasitor dengan tanah sebagai dielektriknya. *Moisture probe* terdiri dari generator sinyal dengan menghasilkan gelombang frekuensi yang bergantung pada impedansi dari sensor dan dihubungkan pada generator sinyal. Impedansi sensor bergantung pada kelembaban tanah atau tingkat kadar air dalam tanah. Oleh karena itu, frekuensi sinyal yang dihasilkan oleh generator sinyal akan berubah sesuai dengan kelembaban tanah.

Prinsip dari alat ukur ini adalah dengan cara melakukan perbandingan antara massa air dengan massa butiran tanah (massa tanah dalam kondisi kering), yang ditunjukkan oleh persamaan berikut:

$$kadar\ air = \frac{massa\ air}{massa\ butiran\ tanah} \times 100\%$$

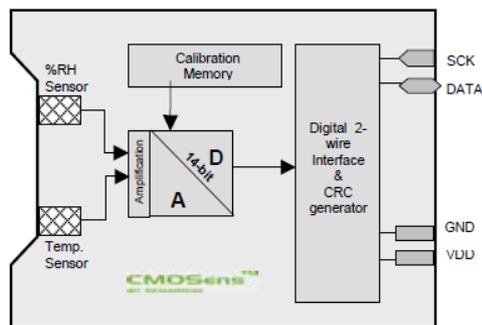
Massa butiran tanah diperoleh dengan cara memasukkan contoh tanah ke dalam pemanggang dengan lamanya waktu pemanggangannya ditentukan dari massa contoh tanah yang akan dipakai untuk percobaan. Sedangkan massa air adalah selisih dari massa butiran tanah yang telah diberi air dengan massa butiran tanah.

## **E. Komponen Elektronika**

### **1. Sensor SHT75**

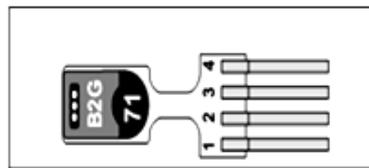
Sensor SHT75 merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban dengan adanya beberapa pin. Sensor ini terintegrasi pada elemen sensor penambahan pengolahan sinyal dengan format yang sesuai dan sepenuhnya dikalibrasi pada keluaran digital. Sebuah sensor kapasitif digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban yang diukur dengan menggunakan sensor band-gap, dimana sensor band-gap merupakan teknologi terapan dari sensirion yang

menjamin keandalan dan stabilitas jangka panjang. Sensor SHT75 bekerja secara stabil dalam kisaran normal yang telah dianjurkan. Gambar 3 menunjukkan blok diagram suhu dan kelembaban Sensirion SHT75.



Gambar 3. Blok Diagram Suhu dan Kelembaban Sensirion SHT75

Pada Gambar 3 dapat dijelaskan bahwa sensor SHT75 terdiri dari rangkaian pengondisi sinyal dan 14 bit ADC yang terintegrasi. Ukuran sensor yang kecil dan konsumsi daya yang rendah, menjadikan SHT75 sebagai pilihan utama bahkan pada aplikasi sistem yang sesuai dengan karakteristik sensor. Adanya dua kawat antar muka serial dan internal dalam pengaturan tegangan, memungkinkan sistem dengan mudah dan cepat terintegrasi, yaitu dapat mengukur suhu dan kelembaban. Gambar 4 menunjukkan konfigurasi pin dari SHT75.



Pin	Name	Comment
1	SCK	Serial Clock, input only
2	VDD	Source Voltage
3	GND	Ground
4	DATA	Serial Data, bidirectional

Gambar 4. Konfigurasi Pin dari SHT75  
(Sumber: Sensirion. 2011)

Pada Gambar 4 dapat dijelaskan bahwa sensor SHT75 terdiri dari 4 pin, yaitu VDD, GND, DATA, dan SCK. VDD dan GND merupakan pin catu daya pada SHT75. Tegangan masukan pada SHT75 harus berada dalam kisaran 2.4 volt dan 5.5 volt, dengan tegangan masukan yang dianjurkan adalah 3.3 volt. Antarmuka serial SHT75 dioptimalkan untuk pembacaan sensor dan konsumsi daya yang efektif. Pin SCK (Serial Clock Input) digunakan untuk mensinkronkan komunikasi antara mikrokontroler dengan SHT75. Antarmuka pada SHT75 terdiri dari sepenuhnya logika statis, maka tidak ada frekuensi minimum SCK. Pin DATA pada SHT75 digunakan untuk mentransfer data masuk dan data keluar pada sensor.

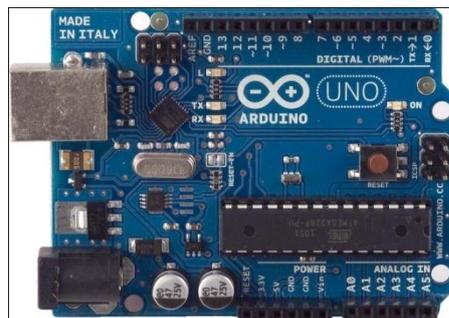
## **2. Mikrokontroler Arduino Uno**

Pengertian mikrokontroler menurut Agfianto (2002), mikrokontroler merupakan suatu terobosan teknologi mikroprosesor dan teknologi baru semikonduktor dengan kandungan transistor yang banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil serta dapat diproduksi secara banyak". Secara umum, mikrokontroler adalah suatu mikroprosesor yang bermanfaat dalam kepentingan pengontrolan berdasarkan instruksi-instruksi yang diberikan berupa pemrograman. Seiring berkembangnya teknologi yang semakin pesat, maka telah terdapat beberapa jenis mikrokontroler dengan memiliki keunggulan yang lebih. Salah satu dari mikrokontroler tersebut adalah Mikrokontroler Arduino Uno.

Arduino Uno adalah sebuah papan mikrokontroler yang didasarkan pada Atmega328. Pada Atmega328 dapat memisahkan memori untuk kode dan memori untuk data sehingga dapat memudahkan kerja pada suatu sistem alat ukur.

Atmega328 memiliki kapasitas *flash* memori 32 KB, 2 KB SRAM, dan 1 KB EEPROM. Saat suatu perintah dikerjakan, maka perintah lainnya telah diambil dari memori program.

Arduino Uno mempunyai 14 pin digital input/output, diantaranya terdiri dari output PWM, 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan sebuah tombol *reset*. Salah satu keunggulan yang dimiliki Arduino Uno yang dibutuhkan adalah mudah menghubungkan ke komputer dengan adanya kabel USB atau mensuplaynya dengan sebuah adaptor AC ke DC. Selain itu juga dapat menggunakan baterai untuk memulainya. Bentuk papan Arduino Uno diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Bentuk Papan Arduino Uno  
(Sumber: Guntoro. 2003)

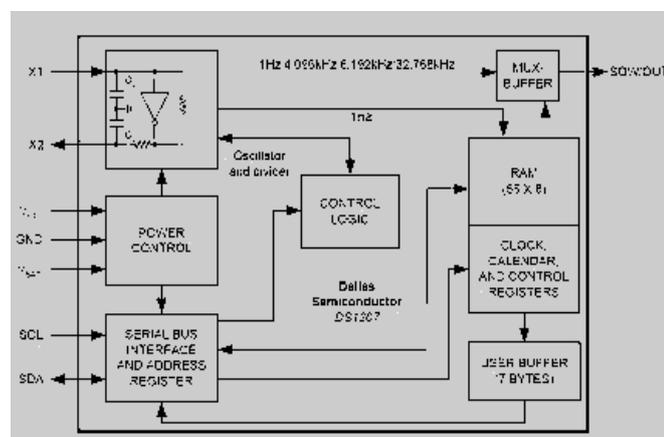
Pada Gambar 5 dapat dilihat bentuk papan Arduino Uno yang terdiri dari beberapa bagian. Menurut Guntoro (2003), Arduino Uno terdiri dari:

- a. 14 pin input/output digital (0-13), berfungsi sebagai input atau output yang dapat diatur melalui program.
- b. USB, berfungsi untuk komunikasi antara board mikrokontroler dengan komputer dan untuk memuat program dari komputer ke board mikrokontroler.
- c. Sambungan SV1, berfungsi untuk memilih sumber daya untuk board mikrokontroler.

- d. Q1 – Kristal (*quartz crystal oscillator*), menghasilkan clock yang akan dikirim ke mikrokontroler agar melakukan operasi untuk setiap clocknya.
- e. Tombol *reset* S1, berfungsi untuk me-*reset* board sehingga program akan dimulai dari awal.
- f. IC 1- Mikrokontroler ATmega328, merupakan komponen utama dari Arduino Uno. Di dalamnya terdapat CPU, RAM dan ROM.
- g. *Power Jack*, berfungsi jika Arduino ingin diberikan sumber daya eksternal, maka dapat menggunakan sumber daya DC sebesar 9- 12 Volt.
- h. 6 pin input analog (0-5), berfungsi untuk membaca tegangan dari sensor analog seperti sensor suhu.

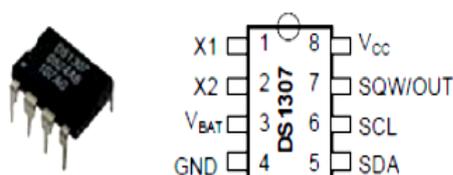
### 3. Real-Time Clock DS1307

DS1307 adalah *Real Time Clock* (RTC) yang diproduksi oleh Dallas-Maxim Semiconductor®. RTC DS1307 merupakan serial RTC yang menyediakan informasi detik, menit, jam, hari, bulan, dan tahun. Jam dapat bekerja dengan format 24 jam ataupun 12 jam dengan indikator AM/PM. Data dapat disimpan dengan adanya bantuan baterai cadangan dan antar muka I<sup>2</sup>C. Blok diagram dari RTC DC1307 dapat dilihat pada Gambar 6.



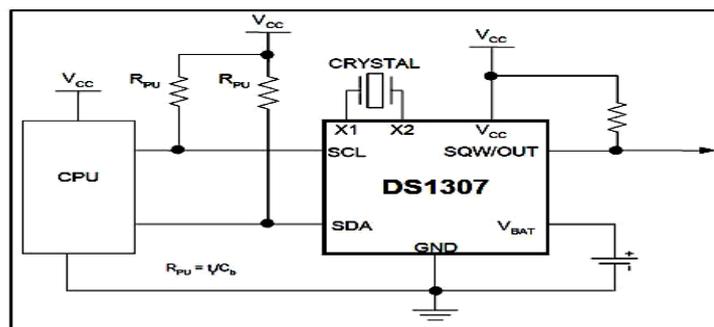
Gambar 6. Blok Diagram RTC DS1307  
(Sumber: Dallas-Maxim Semiconductor®. 2008)

I<sup>2</sup>C memiliki beberapa keuntungan, diantaranya adalah hanya membutuhkan dua jalur untuk komunikasi, memiliki komunikasi *master-slave* yang sederhana, tidak membutuhkan *baud-rate* seperti halnya RS-232, master yang menghasilkan pulsa *clock*, setiap perangkat memiliki penanda digital (ID) yang unik satu sama lain, serta mampu terdapat lebih dari satu master dalam jalur data. Bentuk fisik dari RTC DS1307 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Bentuk Fisik RTC DS1307  
(Sumber: Dallas-Maxim Semiconductor®. 2008)

Pada Gambar 7 dapat dijelaskan bahwa jalur data I<sup>2</sup>C memiliki tipe *open drain*, dimana perangkat hanya menarik jalur data menjadi *low*. Oleh karena itu, diperlukan pull-up resistor pada SDA dan SCL untuk menarik jalur data menjadi *high* ketika tidak ada perangkat yang berkomunikasi. Pull-up resistor adalah resistor yang dihubungkan antara jalur data dan Vcc. Gambar 8 menunjukkan rangkaian yang umum untuk menghubungkan DS1307 dengan mikrokontroler. RPU merupakan pull-up resistor, besar nilai resistor biasanya sebesar 4K7Ω untuk mikrokontroler dengan catu daya 5 Volt. Kaki SQW/OUT sendiri bisa diatur untuk menghasilkan gelombang kotak. Apabila fitur tersebut tidak digunakan, maka tidak perlu dipasang resistor. *Crystal* merupakan kristal eksternal 32,768KHz yang dibutuhkan oleh DS1307. Sebaiknya kristal ini diperkuat posisinya dengan menyolder ke jalur ground untuk mengurangi derau.



Gambar 8. Konfigurasi umum DS1307 dan Mikrokontroler  
Sumber: Dallas-Maxim Semiconductor (2008)

DS1307 bisa beroperasi dalam 2 cara, yaitu *Slave Receiver Mode* (Write Mode) dan *Slave Transmitter Mode* (Read Mode). Komunikasi serial I<sup>2</sup>C selalu diawali dengan kondisi *START* dan diakhiri *STOP*. Kondisi *START* adalah ketika terjadi perubahan kondisi dari *HIGH* ke *LOW* pada SDA ketika SCL pada kondisi *HIGH*. Sedangkan kondisi *STOP* adalah ketika terjadi perubahan kondisi dari *LOW* ke *HIGH* pada SDA ketika SCL pada kondisi *HIGH*. *Write mode* merupakan cara mikrokontroler menulis data ke dalam DS1307, misal ingin mengatur tanggal dan jam. Setelah dikirim kondisi *START*, mikrokontroler mengirim 7 bit alamat DS1307 yaitu “1101000” yang diikuti oleh *direction bit* (R/W), 0 untuk menulis dan 1 untuk membaca. Setelah menerima alamat DS1307 dan *direction bit* 0, DS1307 mengirim sinyal *acknowledge* pada SDA. Lalu mikrokontroler akan mengirimkan data yang akan ditulis. Setiap *byte* yang diterima akan diakhiri dengan sinyal *acknowledge*. Apabila mikrokontroler sudah selesai mengirim data, maka dikirim kondisi *STOP*.

#### 4. EEPROM sebagai Memori Penyimpanan

Memori merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu *Central Processing Unit* (CPU). Fungsi utama memori adalah sebagai tempat atau media

penyimpanan data. Banyak hal yang mempengaruhi kualitas suatu memori, diantaranya adalah kecepatan penyimpanan dan besarnya kapasitas memori.

EEPROM merupakan singkatan dari *Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*. EEPROM termasuk keluarga ROM (*Read Only Memory*) yaitu memori yang hanya dapat dibaca, namun pada EEPROM programnya dapat dihapus dan ditulis ulang. Jika EEPROM ini sudah diprogram isinya akan tetap terjaga walaupun daya pada EEPROM ini diputuskan. EEPROM termasuk memori yang *nonvolatile* atau tidak mudah menguap. Hal ini berbeda dengan RAM (*Random Acces Memory*) yang isinya dapat dibaca atau ditulis kapan saja, namun hasilnya akan hilang jika daya pada RAM terputus, sehingga RAM termasuk memori yang mudah menguap atau *volatile*.

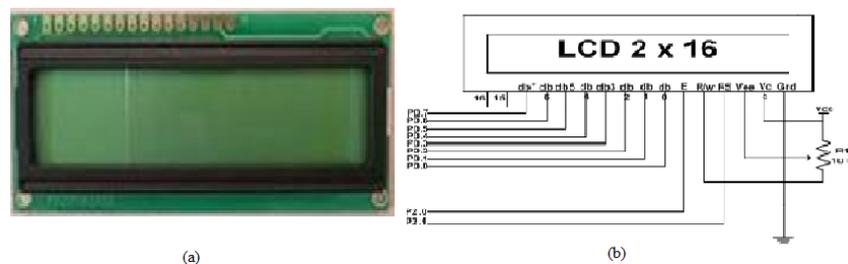
EEPROM dapat dihapus secara elektrik dengan perintah yang ada pada mikrokontroler. Untuk mengisikan data pada EEPROM langkah pertama yang harus dilakukan adalah penghapusan data pada EEPROM kemudian baru memprogramkan data selanjutnya. EEPROM yang baru isinya selalu FFH. Hal ini dikatakan EEPROM dalam keadaan kosong. Hal ini berarti isi EEPROM selalu berlogika 1 atau tinggi. Proses pemogramannya adalah untuk mengubah logika 1 tersebut ke logika 0 (rendah). Jadi penghapusan EEPROM adalah mengubah logika 0 menjadi 1 kembali.

## **5. Liquid Crystal Display (LCD)**

*Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan perangkat yang digunakan untuk menampilkan data selain menggunakan Seven Segment. LCD memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan perangkat lain dalam menampilkan

data, antara lain *low power*, ringan dan proses perancangan yang lebih mudah. Selain itu LCD bisa menampilkan karakter kode ASCII, dan bisa menampilkan karakter sesuai dengan yang diinginkan.

LCD terdiri dari LCD grafik dan LCD teks. LCD grafik bisa menampilkan data dalam bentuk gambar, sedangkan LCD teks bisa menampilkan tulisan atau karakter. LCD teks yang biasa digunakan adalah LCD 2x16 (2 baris x 16 baris), 2x20 dan 4x20. Bentuk fisik LCD dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Bentuk Fisik LCD  
(Sumber: Didin. 2006)

Gambar 9 merupakan bentuk fisik dan rangkaian LCD, dimana dapat dijelaskan bahwa kaki 1 pada LCD dihubungkan ke ground, kaki 2 dihubungkan ke Vcc, 3 dan 5 dihubungkan ke potensiometer setelah itu dihubungkan ke Vcc, kaki 4, 6, 11, 12, 13, 14 dihubungkan ke mikrokontroler. Operasi dasar LCD terdiri dari empat kondisi, yaitu instruksi untuk akses proses internal, instruksi untuk menulis data, instruksi untuk membaca kondisi sibuk dan instruksi untuk membaca data. Gabungan intruksi inilah yang bisa dimanfaatkan untuk mengirim data ke LCD. Tabel 2 menunjukkan fungsi pin pada LCD.

Tabel 2. Fungsi pin pada LCD

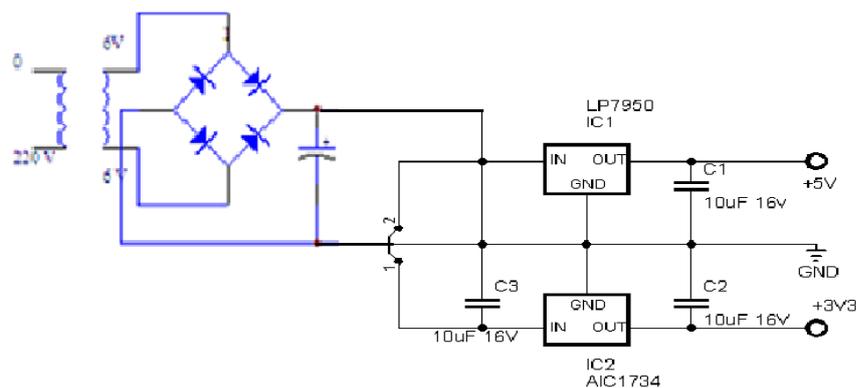
No.	Simbol	Level	Keterangan
1	V <sub>ss</sub>	-	Dihubungkan ke 0 V (Ground)
2	V <sub>cc</sub>	-	Dihubungkan dengan tegangan supply +5V dengan toleransi $\pm 10\%$ .
3	V <sub>ee</sub>	-	Digunakan untuk mengatur tingkat kontras LCD.
4	RS	H/L	Bernilai logika '0' untuk input instruksi dan bernilai logika '1' untuk input data.
5	R/W	H/L	Bernilai logika '0' untuk proses 'write' dan bernilai logika '1' untuk proses 'read'.
6	E	H	Merupakan sinyal enable. Sinyal ini akan aktif pada falling edge dari logika '1' ke logika '0'.
7	DB0	H/L	Pin data D0
8	DB1	H/L	Pin data D1
9	DB2	H/L	Pin data D2
10	DB3	H/L	Pin data D3
11	DB4	H/L	Pin data D4
12	DB5	H/L	Pin data D5
13	DB6	H/L	Pin data D6
14	DB7	H/L	Pin data D7
15	V+BL	-	Back Light pada LCD ini dihubungkan dengan tegangan sebesar 4 – 4,2 V dengan arus 50 – 200 mA
16	V-BL	-	Back Light pada LCD ini dihubungkan dengan ground

Sumber : Didin (2006)

LCD memerlukan daya yang sangat kecil, tegangan yang dibutuhkan juga rendah yaitu +5 VDC. Panel TN LCD berfungsi untuk pengaturan kekontrasan cahaya pada *display* dan CMOS LCD *drive* sudah terdapat di dalamnya. Menurut Widodo (2005), semua fungsi *display* dapat dikontrol dengan memberikan instruksi dan dapat dengan mudah dipisahkan oleh MPU. Hal ini membuat LCD berguna untuk *range* yang luas dari terminal *display* unit untuk mikrokomputer dan *display unit measuring gages*.

## 6. Catu daya (*Power Supply*)

Power supply merupakan suatu peralatan yang sangat penting karena hampir semua peralatan elektronika memerlukan tegangan DC untuk mengoperasikannya. *Power supply* (catu daya) adalah suatu alat yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Catu daya teregulasi dibangun dari IC *regulator*. IC regulator ini diantaranya adalah seri IC 78XX dan 79XX, dimana IC ini akan memberikan regulator tegangan sesuai yang diinginkan. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Sutrisno (1999),”Untuk regulasi tegangan yang tidak terlalu ketat kita dapat gunakan regulator tegangan IC tiga terminal. Regulator ini dikenal sebagai seri 78XX dan 79XX. Regulator IC 78XX adalah regulator tegangan positif untuk XX Volt, sedangkan 79XX adalah regulator tegangan negatif untuk XX Volt.” Pernyataan tersebut jelas bahwa tegangan teregulasi dapat diperoleh dengan memilih seri IC *regulator* yang sesuai. Sebagai contoh IC 7805 artinya tegangan regulasi yang diberikan adalah 5 Volt. Salah satu catu daya teregulasi seperti pada Gambar 10:



Gambar 10. Rangkaian Catu Daya Teregulasi

Tegangan DC teregulasi diperoleh dengan terlebih dahulu menurunkan tegangan bolak-balik (AC) PLN melalui sebuah transformator *step-down*. Kemudian untuk menyearahkan digunakan empat dioda yang membentuk

penyearah sistem jembatan. Output dari penyearah dihubungkan dengan kapasitor sebagai filter, sehingga dihasilkan tegangan keluaran DC tak teregulasi. Tegangan teregulasi dapat diperoleh dengan memilih seri IC regulator yang sesuai. Sebagai contoh IC LP7950 tegangan regulasi yang diberikan adalah +5 Volt untuk tegangan masukan arduino dan IC AIC1734 menghasilkan tegangan sebesar +3.3V untuk tegangan masukan sensor SHT75.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap besaran fisika yang ada pada alat ukur suhu dan kelembaban tanah digital dengan data tersimpan, dapat dikemukakan beberapa kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Hasil spesifikasi performansi alat ukur suhu dan kelembaban tanah digital dengan data tersimpan ini terdiri dari *casing* alat ukur yang merupakan ruang diletakkannya rangkaian elektronika pembangun sistem alat ukur. Rangkaian elektronika pembangun sistem alat ukur ini terdiri dari modul sensor SHT75, Arduino Uno Rev3, rangkaian *Real Time Clock* DS1307, modul LCD dan catu daya. Modul sensor SHT75 diletakkan terpisah dari *casing* disebabkan karena modul sensor SHT75 digunakan untuk pengukuran suhu dan kelembaban tanah yang akan dimasukkan kedalam tanah.
2. Hasil spesifikasi desain alat ukur ini adalah sebagai berikut :
  - a. Ketepatan dari sistem alat ukur ini cukup tinggi. Untuk pengukuran suhu tanah pada kedalaman 1 meter, persentase kesalahan rata-rata 1.281%, dan persentase ketepatan rata-rata 98.720%. Untuk pengukuran suhu tanah pada kedalaman 50 cm, persentase kesalahan rata-rata 2.151%, dan persentase ketepatan rata-rata 97.849%. Untuk pengukuran suhu tanah pada kedalaman 20 cm, persentase kesalahan rata-rata 0.857%, dan persentase ketepatan rata-rata 99.143%.
  - b. Untuk pengukuran kelembaban tanah pada kedalaman 1 meter, persentase kesalahan rata-rata 0.153%, dan persentase ketepatan rata-rata 99.850%. Untuk

pengukuran kelembaban tanah pada kedalaman 50 cm, persentase kesalahan rata-rata 1.001%, dan persentase ketepatan rata-rata 98.989%. Untuk pengukuran kelembaban tanah pada kedalaman 20 cm, persentase kesalahan rata-rata 0.864%, dan persentase ketepatan rata-rata 99.136%.

- c. Ketelitian rata-rata dari sistem pengukuran juga cukup tinggi. Untuk pengukuran suhu tanah pada kedalaman 1 meter, ketelitian rata-ratanya adalah 0.999 dengan standar deviasi rata-rata 0.0022 dan kesalahan relatif rata-rata 0.0000827%. Untuk pengukuran suhu tanah pada kedalaman 50 cm, ketelitian rata-ratanya adalah 0.9989 dengan standar deviasi rata-rata 0.0022 dan kesalahan relatif rata-rata 0.0001%. Untuk pengukuran suhu tanah pada kedalaman 20 cm, ketelitian rata-ratanya adalah 0.9999 dengan standar deviasi rata-rata 0.0040 dan kesalahan relatif rata-rata 0.0154%.
- d. Pada pengukuran kelembaban tanah pada kedalaman 1 meter, ketelitian rata-ratanya adalah 1 dengan standar deviasi rata-rata 0.00394 dan kesalahan relatif rata-rata 0.001471%. Untuk pengukuran kelembaban tanah pada kedalaman 50 cm, ketelitian rata-ratanya adalah 1 dengan standar deviasi rata-rata 0.0042 dan kesalahan relatif rata-rata 0.0072%. Untuk pengukuran kelembaban tanah pada kedalaman 20 cm, ketelitian rata-ratanya adalah 1 dengan standar deviasi rata-rata 0.0021 dan kesalahan relatif rata-rata 0.0040%.

## **B. Saran**

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan, maka sebagai saran untuk tindak lanjut dan pengembangan penelitian ini yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan media penyimpanan data sebagai *data logger* dengan kapasitas yang lebih besar seperti SDcard, sehingga penyimpanan data bisa lebih lama.
2. Perlu dilakukan pemahaman program yang lebih teliti untuk mengatasi beberapa data yang hilang atau tidak dapat ditampilkan di PC.
3. Alat ukur suhu dan kelembaban tanah digital ini dapat digunakan di Stasiun BMKG sebagai tambahan referensi pengamatan terhadap suhu dan kelembaban tanah. Selain itu, alat ukur suhu dan kelembaban tanah juga bisa digunakan dimana saja sesuai dengan yang diinginkan oleh peneliti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agfianto, Eko. 2002. *Belajar mikrokontroler AT89S52/53*. Yogyakarta: Gava media.
- Ance, Gunarsih. 2008. *Klimatologi Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Asril, Jarin. 2008. *Mikroprosesor Komunikasi Serial*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB.
- Guntoro, Helmi. 2013. Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal UPI ( Nomor 1 tahun 2013)*. Hlm 39-48.
- Hakim, Nurhajati., Yusuf, Nyakpa., & A.M Lubis. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Lampung: Universitas Lampung.
- Hanifah. 2004. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT. Raja Grafindo.
- Janner, Simarmata. 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Jogiyanto. 2005. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Jones, L.D. 1995. *Elektronik Instrumens and Measurement Second Edition*. Prentice Hall International, Inc
- Kartasapoetra, A.G, & Sutedjo, Mulyani. 2005. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Kirkup, L. 1994. *Experimental Method An Introduction to The Analysis and Presentation of Data*. Singapore: John Willey & Sons.
- Maxim Semiconductor. 2008. *DS1307 64 x 8, Serial, I2C Real-Time Clock*. <http://datasheet,maxim-ic.com/en/ds/DS1307.pdf>. (diakses pada tanggal 8 Februari 2015)
- Mohtar, Yuniyanto. 2010. Pembuatan Alat Ukur ketebalan Bahan Sistem Tak Sentuh Berbasis Personal Computer Menggunakan Sensor GP2D12-IR. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIV HFI Jateng & DIY, Semarang 10 April 2010, hal. 200-209*.
- Nofri, Hardisal., Yulkifli, & Zulhendri, Kamus. 2013. Desain dan Pembuatan Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Udara Berbasis Digital Dengan Data Tersimpan Menggunakan Sensor SHT75. *Jurnal Pillar of Physics, Volume 1, April 2014, 58-63*.

- Patdono, Suwignjo. 2007. *Karakteristik Statik Elemen Sistem Pengukuran*. Rancangan Pembelajaran Mata Kuliah Sistem Pengukuran dan Kalibrasi. Surabaya: ITS.
- Rifki, Pringadi. 2012. *Penentuan Kadar Air*. Purwokerto: Universitas Jendral Sudirman.
- Sensirion. 2011. *Datasheet SHT1x/SHT7x Humidity and Temperature Sensor IC*. [www.sensirion.com](http://www.sensirion.com) (diakses pada tanggal 19 Januari 2015)
- Sihabul, Mila. 2002. *Satuan dan Pengukuran*. Jakarta: Artha Rivera.
- Soeherman. 2008. *Designing Information System*. Jakarta: Media Komputindo.
- Stevanus dan Setiadikarunia. 2013. Alat Pengukur Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler PIC 16F84. *Journal of Applied Physics Volume 3 No.1, April ISSN: 2089-0133*.
- Sutedjo, Mulyani dkk. 2005. *Pengantar Ilmu Tanah Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sutrisno. 1999. *Elektronika Lanjut Teori dan Penerapan*. Bandung: ITB.
- Wesley, Laurence. 2010. *Fundamentals of Soil Mechanics for Sedimentary and Residual Soils*. Canada: Publishing Simultaneously.
- Yulkifli., Zuhendri, Kamus., & Nofri, Hardisal. 2013. Development of Instrument Air Humadity Based Microcontroller Atmega32 with Storage Data by Using SHT75 Sensor. *Simposium Fisika Nasional (SFN XXVI)*. Oktober 2013, Malang, Jawa Timur, hal.418-427