



**SISTEM MONITORING KADAR AIR SEBAGAI KONTROL  
PENYIRAMAN TANAMAN BERBASIS *INTERNET OF  
THINGS***

**SKRIPSI**

Oleh

**Andik Dwi Prasetya  
NIM 161810201033**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**



**SISTEM MONITORING KADAR AIR SEBAGAI KONTROL  
PENYIRAMAN TANAMAN BERBASIS *INTERNET OF  
THINGS***

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Fisika (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh

**Andik Dwi Prasetya  
NIM 161810201033**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak tercinta Nur Chozin dan Ibu tercinta Lilis Rohayati yang selalu memberikan dukungan, motivasi, kasih sayang dan doa dalam setiap perjuangan;
2. Kakak tercinta Fruri Bagus Saputra yang telah memberikan motivasi dan inspirasi;
3. Guru – guru sejak taman kanak – kanak sampai perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbing saya selama ini;
4. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

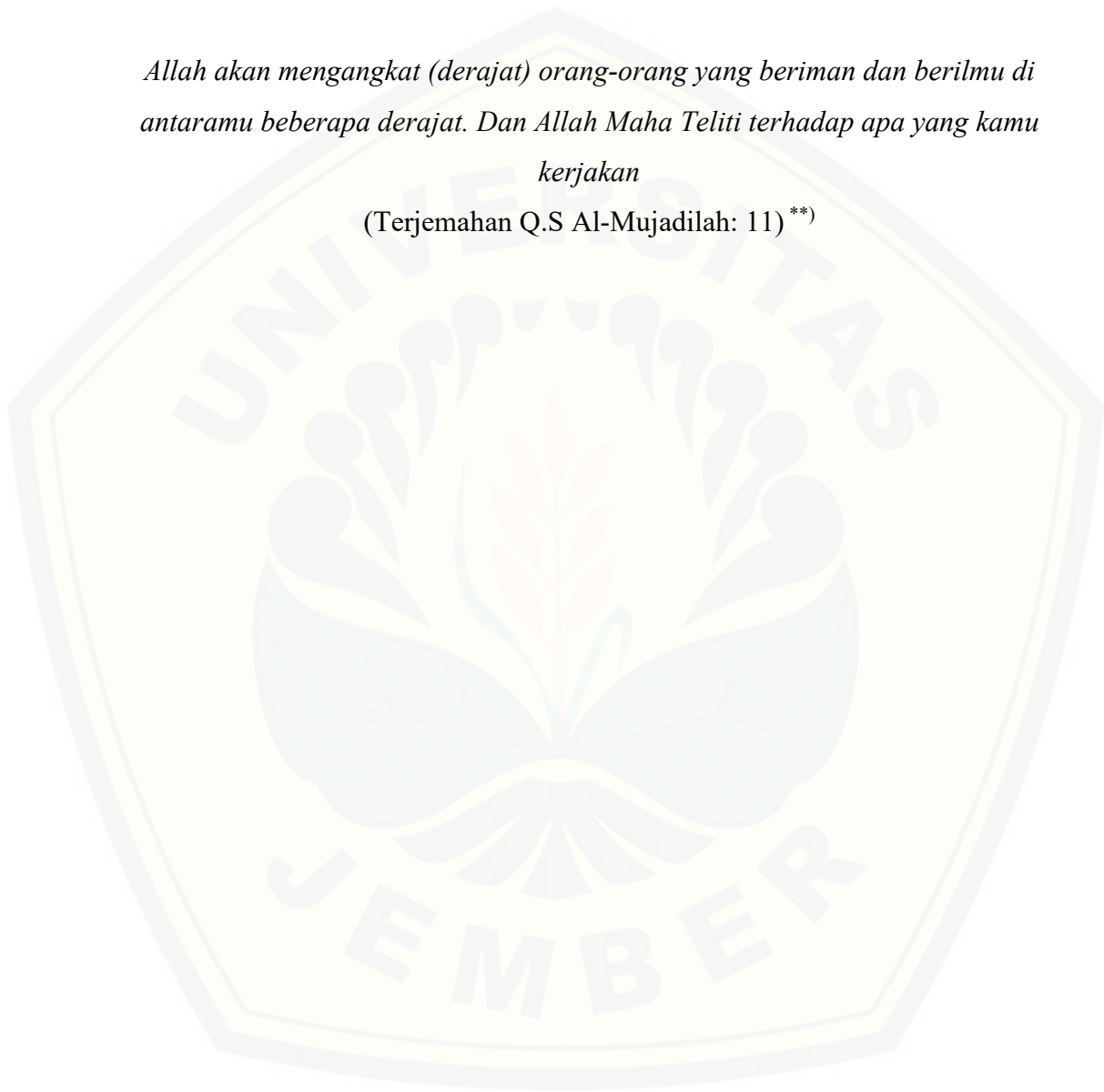
**MOTTO**

*Pengetahuan bisa merubah peluang yang tadinya 1,92% menjadi 100%*

*(Sora – Novel No Game No life Volume 2)\**

*Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman dan berilmu di antaramu beberapa derajat. Dan Allah Maha Teliti terhadap apa yang kamu kerjakan*

*(Terjemahan Q.S Al-Mujadilah: 11)\*\**



---

\*) Yuu Kamiya. 2015. *No Game No Life Volume 2*. Tokyo: Media Factory

\*\*\*) CV Diponegoro. 2000. *Al Quran dan Terjemahannya*. Bandung: Diponegoro

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Andik Dwi Praseta

NIM : 161810201033

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Sistem Monitoring Kadar Air Sebagai Kontrol Penyiraman Tanaman Berbasis *Internet Of Things*” adalah benar-benar karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Penelitian ini merupakan penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

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

Jember, Desember 2020

Yang menyatakan,

Andik Dwi Prasetya

NIM. 161810201033

**SKRIPSI**

**SISTEM MONITORING KADAR AIR SEBAGAI KONTROL  
PENYIRAMAN TANAMAN BERBASIS *INTERNET OF  
THINGS***

Oleh

**Andik Dwi Prasetya  
NIM 161810201033**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. Agus Subekti, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Sistem Monitoring Kadar Air Sebagai Kontrol Penyiraman Tanaman Berbasis *Internet Of Things*” telah disetujui pada:

hari, tanggal :

tempat : Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember.

Ketua, Tim Penguji  
Anggota I,

Prof. Drs. Agus Subekti, M.Sc., Ph.D. Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D.  
NIP 196008011984031002 NIP. 198711042014042001

Anggota II, Anggota III,

Dr. Lutfi Rohman, S.Si., M.Si. Drs.Imam Rofii, GDPHys, MSc.  
NIP. 197208201998021001 NIP. 196805081992011001

Mengesahkan  
Dekan,

Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 195910091986021001



## RINGKASAN

**Sistem Monitoring Kadar Air Sebagai Kontrol Penyiraman Tanaman Berbasis *Internet Of Things***; Andik Dwi Prasetya, 161810201033; 70 halaman; Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Kelembaban tanah merupakan salah satu variabel yang paling berpengaruh untuk terciptanya lingkungan yang ideal. Kelembaban tanah dipengaruhi oleh kadar air dalam tanah. Kadar air dalam tanah berpengaruh pada kualitas dan kuantitas pertumbuhan tanaman. Penambahan kadar air dalam tanah disebut dengan menyiram. Menyiram tanaman harus sesuai dengan kebutuhan agar tanaman tidak busuk saat kelebihan air atau kering saat kekurangan air. Menyiram tanaman agar sesuai dengan kebutuhan dapat menggunakan sistem kontrol yang dilengkapi dengan sensor kadar air yang bisa dimonitoring kapan saja.

Kemajuan teknologi dimanfaatkan untuk membuat sistem kontrol penyiraman otomatis yang dikendalikan dari jarak jauh dengan memanfaatkan internet. Sistem kontrol penyiraman menggunakan *microcontroller* wemos D1 mini dan sensor YL-69 untuk mengetahui nilai dari kadar air. Sistem kontrol dihubungkan dengan sebuah relay agar bisa mengendalikan *output* penyiraman. Penyiraman akan dilakukan apabila nilai kadar air kurang dari *set point* kemudian sistem kontrol akan berhenti melakukan penyiraman saat lebih dari *set point*. Kontrol penyiraman dilakukan melalui *website ThinkSpeak* dengan menggunakan fitur *read*.

Sistem monitoring dan kontrol penyiraman tanaman dengan menerapkan *IoT* memiliki variabel yang akan diuji yaitu nilai kadar air. Pengambilan data kadar air menggunakan sensor YL-69 sehingga menghasilkan variasi data kadar air akibat penambahan massa air. Sebelum alat digunakan harus melakukan kalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi bertujuan untuk mengetahui akurasi, presisi dan sensitivitas dari instrumen yang telah dibuat. Tahap kalibrasi yaitu mengukur nilai kadar air pada tanah dalam kondisi kering kemudian tanah ditambahkan air secara bertahap hingga



tanah dalam kondisi basah sehingga diketahui sensitivitas dari instrumen. Pembacaan sensor YL-69 pada nilai kadar air diulang sebanyak sepuluh kali agar mendapatkan presisi dari instrumen. Data hasil pembacaan sensor YL-69 kemudian dibandingkan dengan pengukuran menggunakan metode ASM untuk mengetahui akurasi dari instrumen. Metode ASM membandingkan nilai massa tanah kering dengan massa air, nilai dari metode ASM menggambarkan ketersediaan air bagi tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan nilai sensitivitas instrumen sebesar 0,033 volt/% yang artinya setiap perubahan 1% nilai kadar air, nilai tegangan akan berubah sebesar 0,033 volt. Nilai sensitivitas merupakan kemampuan instrumen untuk mendeteksi perubahan pada objek yang diukur. Instrumen berkerja dengan baik pada rentang 0% sampai 50%. Instrumen memiliki nilai akurasi 90,68% dan nilai presisi 98,66%. Kelayakan alat instrumen pengukuran kadar air bernilai 94,67% sehingga sangat layak untuk digunakan.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT penulis panjatkan, dengan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem Monitoring Kadar Air Sebagai Kontrol Penyiraman Tanaman Berbasis *Internet Of Things*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

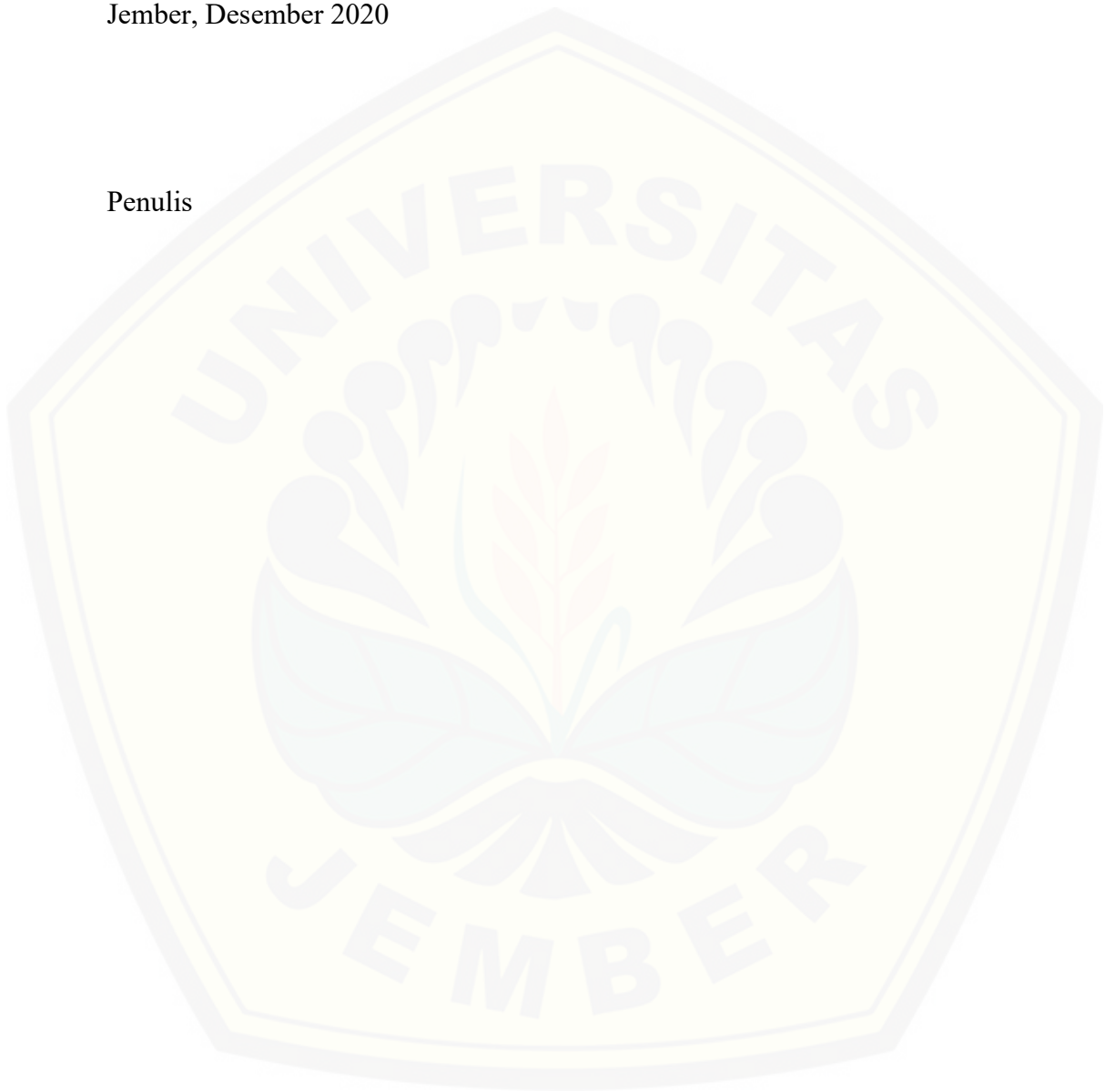
Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Drs. Agus Subekti, M.Sc.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam membantu menyelesaikan skripsi ini;
2. Dr. Lutfi Rohman, S.Si., M.Si. dan Drs. Imam Rofii, GDPHys, MSc. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan penulisan skripsi ini;
3. Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang banyak berjasa selama penulis kuliah;
5. Tim tugas akhir elektronika dan instrumentasi yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian;
6. Teman-teman seperjuangan Phylosophi Einstein'16 yang selalu memberikan semangat, dukungan dan doa;
7. Semua pihak yang telah berkontribusi namun tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak dan pembaca. Penulis juga mengharap kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini.

Jember, Desember 2020

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>SKRIPSI.....</b>	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Rumusan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>1.6 Batasan Masalah .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Penunjang Pertumbuhan Tanaman .....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Manfaat Tanah Bagi Tanaman .....	5
2.1.2 Manfaat Air Bagi Tanaman.....	5
<b>2.2 Kadar Air .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Pengukuran Kadar Air .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Sensor YL-69 .....</b>	<b>7</b>
2.4.1 Spesifikasi .....	8
2.4.2 Prinsip Kerja.....	8
<b>2.5 Wemos D1 Mini .....</b>	<b>9</b>
<b>2.6 Internet of Things.....</b>	<b>11</b>
2.6.1 Definisi .....	11
2.6.2 ThingSpeak.....	12
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Rancangan Penelitian .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Kerangka Pemecahan Masalah.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3 Prosedur Penelitian .....</b>	<b>14</b>
3.3.1 Pembuatan Desain .....	14
3.3.2 Realisasi .....	17
3.3.3 Pengujian.....	17
<b>3.4 Analisis Data .....</b>	<b>19</b>
3.4.1 Sensitivitas .....	19
3.4.2 Standar Deviasi .....	19

3.4.3 Presisi .....	19
3.4.4 Akurasi .....	20
3.4.5 Kelayakan Alat.....	20
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Pembuatan Instrumen .....</b>	<b>21</b>
4.1.1 Rangkaian.....	21
4.1.2 Kalibrasi .....	23
<b>4.2 Pembuatan Sistem Internet Of Things (IoT).....</b>	<b>28</b>
<b>4.3 Pengujian sistem monitoring kadar air dan kontrol penyiraman .....</b>	<b>29</b>
4.3.1 Monitoring.....	32
4.3.2 Kontrol Jarak Jauh.....	34
4.3.3 Perhitungan Rata-rata Kadar Air.....	36
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>37</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>37</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>37</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>41</b>

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sensor kadar air YL-69 .....	7
Gambar 2.2 Prinsip kerja sensor kadar air YL-69.....	9
Gambar 2.3 Wemos D1 mini .....	10
Gambar 2.4 <i>Internet of Things</i> (Tan dan Wang, 2010).....	11
Gambar 2.5 Halaman depan <i>website ThingSpeak</i> (ThingSpeak, 2020). .....	12
Gambar 3.1 Diagram alir rancangan penelitian .....	13
Gambar 3.2 Kerangka pemecahan masalah .....	14
Gambar 3.3 Kerangka pembuatan desain.....	15
Gambar 3.4 Desain instrumentasi .....	15
Gambar 3.5 Desain sistem IoT.....	16
Gambar 3.6 Desain monitoring dan kontrol.....	16
Gambar 4.1 Rangkaian intrumen .....	22
Gambar 4.2 Realisasi rangkaian instrumen.....	22
Gambar 4.3 Kalibrasi instrumen .....	24
Gambar 4.4 Grafik hasil data kalibrasi .....	25
Gambar 4.5 Grafik hasil uji instrumen pengukuran kadar air.....	27
Gambar 4.6 Tampilan data <i>ThingSpeak</i> .....	28
Gambar 4.7 <i>MATLAB analysis</i> .....	29
Gambar 4.8 TimeControl .....	29
Gambar 4.9 Media tanah untuk pengujian .....	30
Gambar 4.10 Proses sistem monitoring dan kontrol penyiraman .....	31
Gambar 4.11 Data hasil monitoring kadar air.....	32
Gambar 4.12 Lapisan tembaga sensor YL-69 (a) tampak depan (b) tampak belakang .....	33
Gambar 4.13 Tampilan data penyiraman jarak jauh .....	35
Gambar 4.14 Proses penyiraman jarak jauh.....	35
Gambar 4.15 Data kadar air setiap 1 jam terakhir .....	36

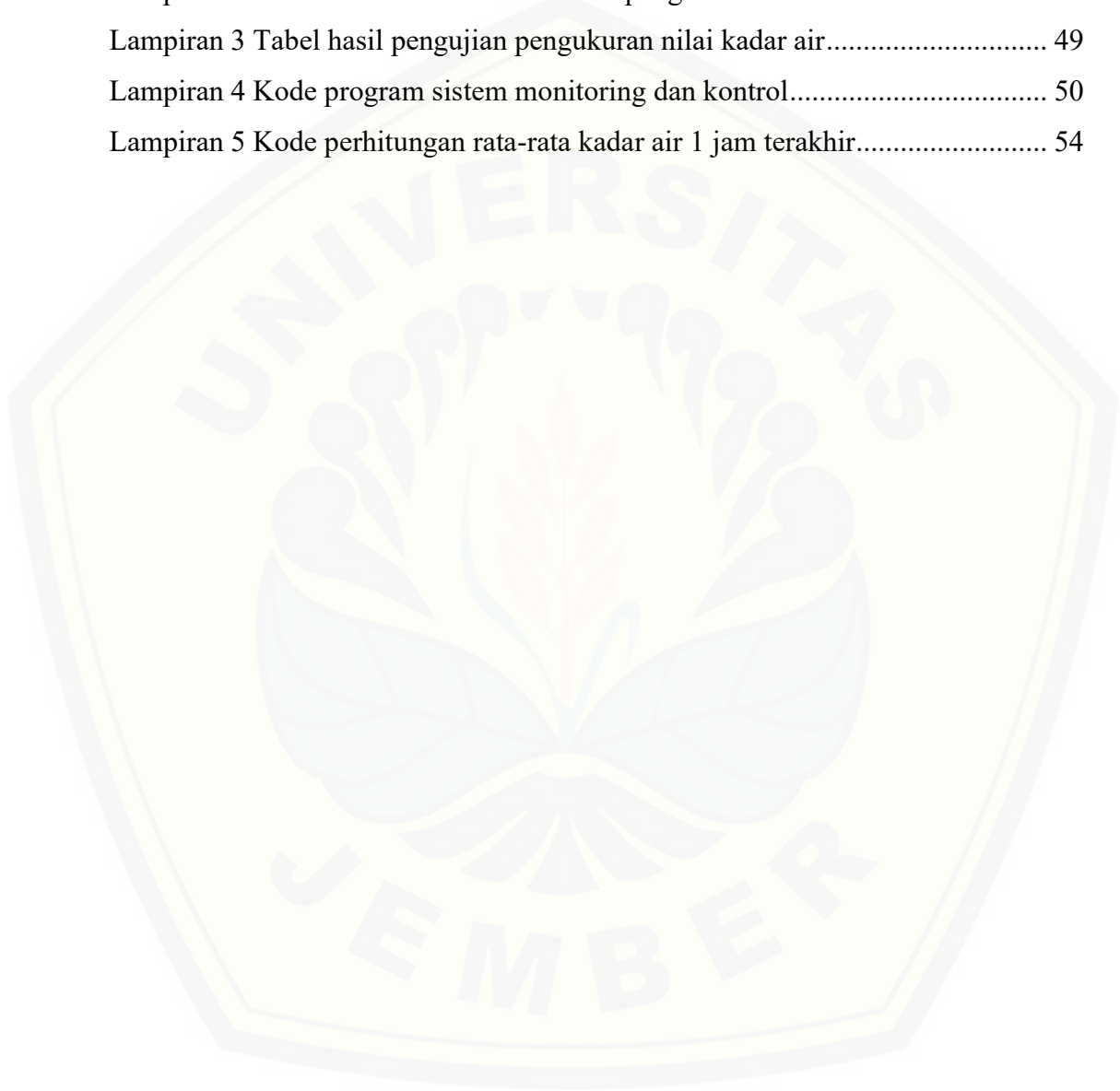
**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Kondisi tanah berdasarkan kadar air.....	7
Tabel 2.2 Spesifikasi sensor YL-69 .....	8
Tabel 2.3 Spesifikasi wemos D1 mini.....	9
Tabel 2.4 Pin wemos D1 mini.....	10
Tabel 3.1 Nilai kelayakan alat.....	18
Tabel 4.1 Hasil data kalibrasi.....	25
Tabel 4.2 Nilai sensitivitas instrumen.....	26
Tabel 4.3 Data uji instrumen pengukuran kadar air.....	27



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1 Dokumentasi penelitian .....	41
Lampiran 2 Tabel hasil kalibrasi instrumen pengukuran kadar air .....	48
Lampiran 3 Tabel hasil pengujian pengukuran nilai kadar air .....	49
Lampiran 4 Kode program sistem monitoring dan kontrol .....	50
Lampiran 5 Kode perhitungan rata-rata kadar air 1 jam terakhir .....	54



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman membutuhkan lingkungan yang ideal agar tumbuh dengan baik. Syarat terciptanya lingkungan yang ideal adalah ketinggian tempat, temperatur, kelembaban dan cahaya (Lestari, 2008). Kelembaban tanah dipengaruhi oleh kadar air dalam tanah. Kadar air merupakan jumlah kandungan air yang ada di dalam tanah. Kadar air dalam tanah berpengaruh pada kualitas dan kuantitas pertumbuhan tanaman (Farooq et al., 2009). Penambahan kadar air dalam tanah disebut dengan menyiram. Menyiram tanaman harus sesuai dengan kebutuhan agar tanaman tidak busuk saat kelebihan air atau kering saat kekurangan air (Ratnawati dan Silma, 2017). Selain untuk pertumbuhan tanaman, menyiram sesuai kebutuhan juga menghemat pemakaian air. Menyiram tanaman agar sesuai dengan kebutuhan dapat menggunakan sistem kontrol yang dilengkapi dengan sensor kadar air yang bisa dimonitoring kapan saja.

Kemajuan teknologi dimanfaatkan untuk membuat sistem kontrol penyiraman otomatis yang dikendalikan dari jarak jauh dengan memanfaatkan internet. Internet telah menjadi kebutuhan pokok bagi setiap orang, menurut data Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia pengguna internet di Indonesia tahun 2016 sebesar 132,7 juta jiwa dari 263 juta penduduk Indonesia sehingga sekitar 50% penduduk Indonesia telah terkoneksi ke Internet. Perangkat yang digunakan untuk mengakses internet yaitu *smartphone* dan laptop (APJII, 2016). Perangkat yang digunakan sehari-hari bisa dihubungkan ke internet melalui sistem *Internet of Things (IoT)*. *Internet of Things (IoT)* adalah sebuah sistem yang menghubungkan perangkat di sekitar kita melalui internet secara terus menerus dan *real-time* (Ansari et al., 2015). Penelitian Samsugi et al. (2017) membuat sistem *IoT* dengan menggunakan arduino UNO dan modul Wi-Fi ESP8266 yang diuji pada jaringan 3G dan 4G. Berdasarkan hasil penelitian Samsugi et al. (2017) sistem *IoT* bisa digunakan pada perangkat mikrokontroler sehingga sistem penyiraman tanaman yang dapat dikendalikan dari jarak jauh bisa menerapkan sistem *IoT*.

Penyiraman tanaman dengan menggunakan sistem kontrol yang dapat dikendalikan dari jarak jauh mudah untuk diterapkan. Sistem kontrol penyiraman menggunakan *microcontroller* wemos D1 mini dan sensor YL-69 untuk mengetahui nilai dari kadar air. Sistem kontrol dihubungkan dengan sebuah relay agar bisa mengendalikan output penyiraman. Penelitian Waworundeng et al. (2018) dengan membuat alat penyiram tanaman otomatis berbasis sensor dan mikrokontroler. Kelemahan dari penelitian Waworundeng et al. (2018) yaitu belum berbasis *IoT*. Penelitian Ratnawati dan Silma (2017) membuat sistem kendali penyiraman tanaman menggunakan *propeller* berbasis *IoT* hasil penelitian adalah sistem berkerja dengan baik dan dapat diimplementasikan. Kelemahan dari penelitian Ratnawati dan Silma (2017) yaitu sistem kendali menggunakan *platform IoT Blynk* yang hanya dapat melihat nilai sensor dan mengendalikan tidak bisa digunakan untuk mengumpulkan data. Penelitian Benyezza et al. (2018) membuat *smart irrigation system based ThingSpeak and arduino* menghasilkan sebuah sistem monitoring nilai *soil moisture* dan mengendalikan penyiraman menggunakan internet melalui *platform ThingSpeak*. Kelemahan dari penelitian Benyezza et al. (2018) sistem belum dilengkapi dengan data analisis melalui *platform ThingSpeak*. Penelitian Parthiban dan Selvakumar (2016) tentang *big data analysis in the internet of things platform* menghasilkan hasil analisis dan visualisasi dari data cuaca yang diambil secara *real-time*. Penelitian dari Benyezza et al. (2018) dan Parthiban dan Selvakumar (2016) bisa digunakan sebagai inspirasi untuk membuat sistem monitoring dan penyiraman tanaman secara otomatis yang dilengkapi dengan analisis data menggunakan *platform ThingSpeak*.

Penelitian sebelumnya memiliki keterbatasan yaitu tidak ada analisis dari data monitoring sehingga akan diperbaiki pada penelitian ini. Penelitian ini merancang sebuah sistem kontrol penyiram tanaman otomatis yang bisa dikendalikan dari jarak jauh. *Microcontroller* yang digunakan adalah wemos D1 mini yang dilengkapi dengan modul Wi-Fi ESP8266 sehingga bisa terkoneksi internet. Penelitian ini adalah pengembangan dari penelitian Waworundeng et al. (2018) dan Ratnawati dan Silma (2017) dengan merubah pembacaan sensor dari nilai *analogread* menjadi satuan % dan merubah *platform IoT* dari *Blynk* menjadi *ThinkSpeak*. Perubahan

*platform IoT* bertujuan agar alat bisa mengumpulkan data sehingga bisa dilakukan analisis dari monitoring nilai kadar air karena dari penelitian Benyezza et al. (2018) dan Parthiban dan Selvakumar (2016) memungkinkan untuk melakukan hal tersebut. Penyiraman akan dilakukan apabila nilai kadar air kurang dari *set point*. Kontrol penyiraman dilakukan melalui *website ThinkSpeak* dengan menggunakan fitur *read*.

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem monitoring kadar air dan kontrol penyiraman tanaman. Sehingga dengan adanya sistem monitoring kadar air dan kontrol penyiraman tanaman dapat menyesuaikan kondisi lingkungan yang ideal bagi tanaman. Alat ini bisa digunakan untuk tanaman jenis hortikultura seperti sayur-sayuran, buah-buahan dan tanaman hias, karena tanaman jenis hortikultura cocok untuk kondisi tanah yang lembab (Hanum, 2008). Nilai kadar air pada kondisi tanah lembab yaitu antara 33% sampai 53% (Yudhana dan Putra, 2017). Sistem ini juga bisa dikembangkan dengan menambahkan variabel monitoring agar terciptanya kondisi lingkungan yang lebih ideal bagi tanaman.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana nilai kelayakan alat dari rancang bangun sistem monitoring kadar air sebagai kontrol penyiraman tanaman berbasis *IoT*?

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yaitu mengetahui nilai kelayakan alat dari rancang bangun sistem monitoring kadar air sebagai kontrol penyiraman tanaman berbasis *IoT*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mempermudah penyiraman tanaman secara otomatis serta bisa dilakukan dari jarak jauh;
- b. Hasil penelitian ini bisa dikembangkan yang lebih kompleks untuk dunia pertanian dan perkebunan.

### 1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

- a. Tanah yang digunakan adalah tanah gembur yang ukuran partikelnya telah diseragamkan;
- b. Rentang kalibrasi instrumen 0 sampai 50%.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penunjang Pertumbuhan Tanaman

Tanaman merupakan makhluk hidup yang bermanfaat bagi manusia untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Tanaman membutuhkan media yaitu tanah untuk melakukan pertumbuhan (Rachman et al., 2017). Selain membutuhkan media, tanaman membutuhkan air untuk bertumbuh dengan baik (Ai dan Patricia, 2013).

#### 2.1.1 Manfaat Tanah Bagi Tanaman

Tanah berguna sebagai media pertumbuhan tanaman. Tanah tersusun dari bahan-bahan mineral hasil dari pelapukan batuan dan bahan organik berupa sisa-sisa tumbuhan dan hewan (Yulipriyanto, 2010). Unsur dalam tanah berperan penting dalam pertumbuhan tanaman yaitu unsur hara. Unsur hara dibagi menjadi dua yaitu unsur hara makro dan unsur hara mikro, tanaman membutuhkan unsur hara makro lebih banyak dari pada unsur hara mikro (Syekhfani, 2012).

#### 2.1.2 Manfaat Air Bagi Tanaman

Air merupakan komponen yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, kebutuhan air dari setiap tanaman berbeda tergantung dari jenis tanaman dan fase pertumbuhannya (Solichatun et al., 2005). Penyerapan air yang dilakukan tumbuhan dipengaruhi oleh kandungan air tanah, kemampuan tanah untuk menyimpan air dan kemampuan akar untuk menyerap air (Nio et al., 2010). Dampak dari kekurangan air yaitu tanaman memiliki ukuran yang lebih kecil dari ukuran normal dan bisa menyebabkan kematian tanaman (Nio dan Banyo, 2011).

### 2.2 Kadar Air

Kadar air adalah jumlah air yang ada pada pori-pori tanah (Jamulya dan Suratman, 1993). Kadar air diperoleh dari perbandingan massa air dengan massa tanah sesudah pengeringan (Abdurachman, 2015). Kadar air yang tinggi bisa dikurangi melalui evaporasi, transpirasi dan transpor air bawah tanah (Bruce, 2006). Kadar air dipengaruhi oleh partikel yang ada dalam tanah. Partikel dalam tanah

digolongkan menjadi 3 yaitu pasir, debu dan liat (Islami dan Utomo, 1995). Tanah yang memiliki pori-pori lebih besar menghasilkan penyerapan air yang cepat dan kapasitas menahan air yang rendah. Tanah dengan partikel berupa pasir lebih sering dilakukan penambahan air karena memiliki penyerapan yang tinggi dengan kapasitas penyimpanan air yang rendah. Tanah berlempung memiliki penyerapan dan kapasitas penyimpanan air yang sedang. Tanah berliat memiliki penyerapan yang rendah dengan kapasitas penyimpanan air yang tinggi (Hidayah, 2018).

### 2.3 Pengukuran Kadar Air

*American Standard Method (ASM)* merupakan metode untuk mengukur kadar air. Metode ASM yaitu membandingkan massa air dengan massa tanah dalam kondisi kering. Persamaan yang digunakan pada metode ASM ditunjukkan pada Persamaan 2.1 dan Persamaan 2.2 yaitu:

$$\text{Massa air} = \text{massa tanah basah} - \text{massa tanah kering} \quad (2.1)$$

$$\text{kadar air} = \frac{\text{massa air}}{\text{massa tanah kering}} \times 100\% \quad (2.2)$$

kadar air dituliskan dalam persen yang diperoleh dari persentase massa air terhadap massa tanah. Metode ASM menggambarkan jumlah air pada tanah sehingga bisa dianggap sebagai ketersediaan air bagi tanaman (Stevanus dan Setiadikarunia, 2013).

Menurut Musatafa (2012) langkah-langkah menentukan nilai kadar air, yaitu:

- a. Massa tanah diukur sebelum pengeringan menggunakan timbangan yang telah dikalibrasi;
- b. Tanah dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C – 110°C selama beberapa saat;
- c. Massa tanah yang telah dikeringkan ditimbang kembali, selisih antara massa tanah sebelum dikeringkan dengan setelah dikeringkan adalah massa air.

Kadar air berpengaruh pada kondisis tanah, kadar air yang sedikit akan menghasilkan kondisi tanah yang kering sebaliknya kadar air yang banyak menghasilkan kondisi tanah yang basah. Kondisi tanah berdasarkan kadar air bisa dilihat pada Tabel 2.1.



Tabel 2.1 Kondisi tanah berdasarkan kadar air

No	Kondisi tanah	Kadar air (%)
1		29,8
2	Kering	30,7
3		31,7
4		33,2
5		44,5
6	Lembab	49,3
7		52,9
8		62,2
9	Basah	71,4
10		83,3

Sumber: (Yudhana dan Putra, 2017)

#### 2.4 Sensor YL-69

Sensor YL-69 merupakan sensor yang dapat mendeteksi nilai kadar air. Ukuran sensor YL-69 sekitar 6×3 cm, dengan ukuran yang relatif kecil sehingga sensor YL-69 mudah untuk digunakan. Sensor YL ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sensor kadar air YL-69

Sensor ini memiliki dua *probe* yang terbuat dari bahan konduktor berfungsi sebagai penghantar arus listrik melalui tanah. Sensor YL-69 memiliki *output* berupa

resistansi yang sesuai dengan kondisi tanah. Sehingga sensor YL-69 mendeteksi perubahan besaran listrik berupa nilai resistansi (Clark et al., 2018).

#### 2.4.1 Spesifikasi

Menurut (Acoptex, 2017) sensor YL-69 memiliki beberapa spesifikasi yang ditunjukkan pada

Tabel 2.2. Sensor memiliki dua *output* yaitu analog dan digital. *Output* analog memiliki rentang nilai 0-4,2 V sedangkan *output* digital memiliki nilai 0 atau 1. Pengukuran nilai kadar air akan menggunakan *output* analog sehingga bisa menghasilkan nilai yang sesuai dengan kondisi tanah.

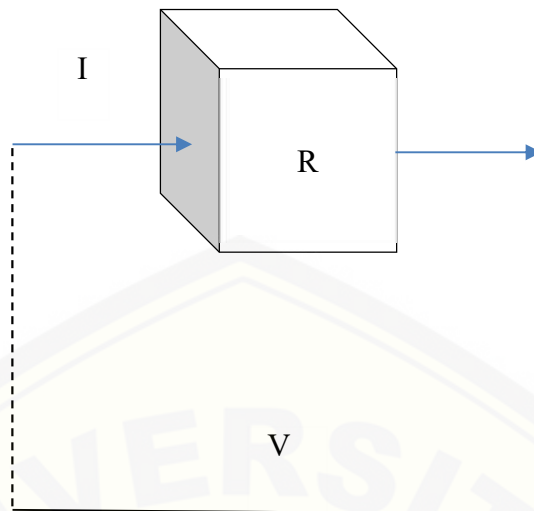
Tabel 2.2 Spesifikasi sensor YL-69

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan kerja	3,3/5 V
Arus	35 mA
Sinyal tegangan keluar	0-4,2 V
Keluaran digital	0/1
Keluaran analog	Resistansi ( $\Omega$ )
Dimensi panel	3 cm $\times$ 1,6 cm
Dimensi probe	6 cm $\times$ 3 cm

Sumber: (Acoptex, 2017)

#### 2.4.2 Prinsip Kerja

Sensor YL-69 memiliki dua elektroda bertujuan untuk membaca nilai kadar air yang ada diantara kedua elektroda tersebut. Sensor ini membaca nilai resistansi dari tanah yang ada diantara elektroda. Tanah dimodelkan sebagai rangkaian resistor yang nilai resistansinya ditentukan oleh kandungan air dan udara di dalam tanah. Penambahan air akan meningkatkan kadar air sehingga menyebabkan nilai resistansi tanah menurun. Nilai resistansi meningkat karena udara yang terkandung dalam pori-pori tanah lebih dominan daripada air (Musatafa, 2012). Gambaran dari prinsip kerja sensor YL-69 ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Prinsip kerja sensor kadar air YL-69

## 2.5 Wemos D1 Mini

Wemos D1 mini memiliki modul Wi-Fi ESP 8266EX sehingga bisa terkoneksi internet. Tegangan *input* untuk wemos D1 mini sekitar 3,3 V dengan *flash memory* sebesar 4 MB. Ukuran wemos D1 mini sekitar 34,2 mm kali 25,6 mm dengan bobot 3 gram, sehingga memperkecil ukuran instrumen yang akan dibuat menggunakan wemos D1 mini (Wemos, 2018). Spesifikasi lengkap dari wemos D1 mini ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Spesifikasi wemos D1 mini

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan kerja	3,3 V
Pin digital I/O	11
Pin analog input	1(max input 3,2 V)
Kecepatan <i>clock</i>	80MHz/160MHz
<i>Flash</i> memori	4 MB
Panjang	34,2 mm
Lebar	25,6 mm
Berat	3 gram

Sumber: (Wemos, 2018)

Wemos D1 mini mendukung protokol keamanan *wireless* WPA2PSK sehingga mudah untuk digunakan. *Microcontroller* ini bisa menggunakan *software* Arduino

IDE untuk melakukan pemrograman. *Port* penghubung menggunakan *micro* USB sehingga kabel data yang digunakan untuk melakukan pemrograman mudah untuk didapatkan. Wemos D1 mini ditunjukkan pada Gambar 2.3. Konfigurasi pin dari wemos D1 mini ditunjukkan pada Tabel 2.4.



Gambar 2.3 Wemos D1 mini

Tabel 2.4 Pin wemos D1 mini

Pin	Fungsi
TX	TXD
RX	RXD
A0	Masukkan analog, maksimal 3,3 V
D0	IO
D1	IO, SCL
D2	IO, SDA
D3	IO, 10K <i>Pull-up</i>
D4	IO, 10K <i>Pull-up</i> , <i>BUILTIN_LED</i>
D5	IO, SCK
D6	IO, MISO
D7	IO, MOSI
D8	IO, 10K <i>Pull-down</i> , SS
G	<i>Ground</i>
5V	5V
3V3	3,3V
RST	<i>Reset</i>

Sumber: (Wemos, 2018)

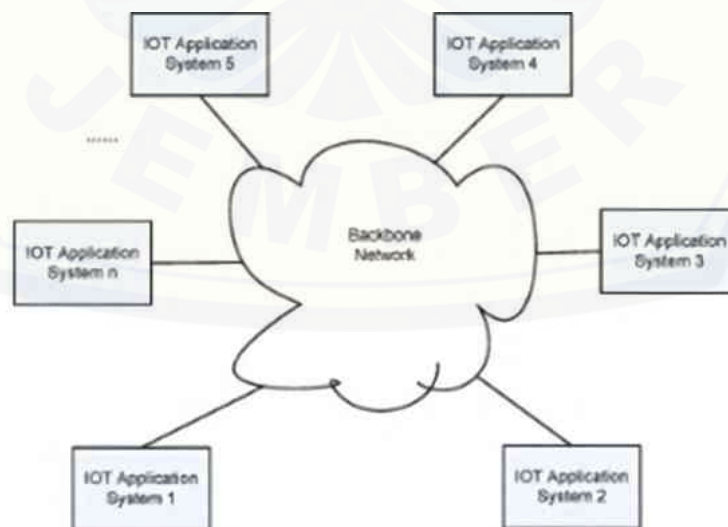
Fungsi TXD sebagai *transfer* data sedangkan RXD sebagai *receive* data. Wemos D1 mini berkerja pada tegangan 3,3 V. Pin 5 V memiliki tegangan 5 V karena saat terhubung pada PC/laptop akan tersambung dengan tegangan 5 V, namun tegangan diturunkan terlebih dahulu untuk tegangan input dari wemos D1 mini.

## 2.6 Internet of Things

### 2.6.1 Definisi

Kata *Internet of Things (IoT)* pertama kali diucapkan oleh Kevin Ashton pada tanggal 22 Juni 2009. Ide *IoT* berasal dari masalah tentang data yang ada di internet masih bergantung pada manusia untuk mengelolanya sehingga memerlukan waktu yang lama serta manusia memiliki batas waktu. Kemudian Kevin memikirkan tentang komputer yang bisa mengumpulkan dan menganalisis data tanpa bantuan manusia sehingga mengurangi kerugian waktu dan biaya (Ashton, 2010).

*IoT* merupakan revolusi teknologi dalam bidang komputasi dan komunikasi, perkembangan *IoT* bergantung pada inovasi beberapa teknologi (Tan dan Wang, 2010). Teknologi untuk mendukung kemajuan *IoT* yaitu teknologi indentifikasi frekuensi radio, teknologi sensor dan komunikasi antar jaringan (Hong, 2011). Kemajuan teknologi sensor dan komunikasi antar jaringan membuat data yang diambil bisa secara terus menerus sehingga menghasilkan sebuah solusi (Farooq et al., 2015). Ilustrasi dari *IoT* ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Internet of Things* (Tan dan Wang, 2010).



## 2.6.2 ThingSpeak

*ThingSpeak* merupakan *platform IoT* bersifat *open source* namun mampu digunakan untuk menganalisis dan memvisualisasikan data dari sensor yang dikumpulkan melalui jaringan internet. *ThingSpeak* menggunakan *protocol HTTP* untuk melakukan pengumpulan data. *ThingSpeak* berkerja sama dengan *Mathwork* sehingga mendukung analisis menggunakan MATLAB (Naik, 2017).

Perangkat yang mendukung untuk mengirimkan data ke *ThingSpeak* yaitu arduino, ESP-8266 dan Raspberry PI. *ThingSpeak* juga mendukung pengiriman data melalui *local gateways* menggunakan REST API atau API MQTT. Data yang terkirim akan otomatis menjadi sebuah grafik yang bisa diakses melalui *web* atau perangkat selular. *ThingSpeak* bisa untuk mengontrol melalui internet, seperti mengontrol lampu saat sensor gerak mendeteksi seseorang mendekati sensor (ThingSpeak, 2020). Halaman depan *website ThingSpeak* ditunjukkan pada Gambar 2.5.

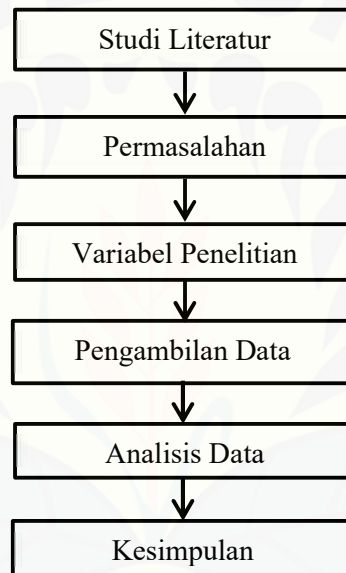


Gambar 2.5 Halaman depan *website ThingSpeak* (ThingSpeak, 2020).

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Waktu pelaksanaan penelitian mulai dari Januari 2020 sampai dengan Juli 2020. Penelitian ini yaitu membuat rancangan sistem monitoring kadar air sebagai kontrol penyiraman tanaman dengan menerapkan *IoT*. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1.



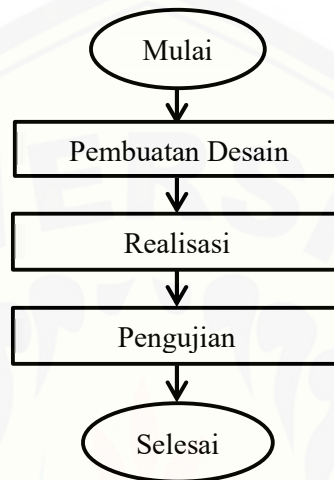
Gambar 3.1 Diagram alir rancangan penelitian

Penelitian ini dimulai dengan studi literatur tentang sistem monitoring dan kontrol penyiraman serta mempelajari penelitian sebelumnya. Setelah melakukan studi literatur ditemukan permasalahan yang akan diperbaiki pada penelitian ini. Permasalahannya yaitu kebutuhan untuk memonitoring dan mengontrol penyiraman tanaman dari jarak jauh yang dilengkapi analisis data. Penelitian ini menerapkan *IoT* untuk memperbaiki permasalahan pada penelitian sebelumnya. Sistem monitoring dan kontrol penyiraman tanaman dengan menerapkan *IoT* memiliki variabel yang akan diuji yaitu nilai kadar air. Pengambilan data kadar air menggunakan sensor YL-69 sehingga menghasilkan variasi data tegangan akibat penambahan massa air.



### 3.2 Kerangka Pemecahan Masalah

Kerangka pemecahan masalah pada penelitian ini dimulai dengan pembuatan desain, realisasi dan pengujian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dari desain yang dibuat. Kerangka pemecahan masalah digambarkan dengan diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



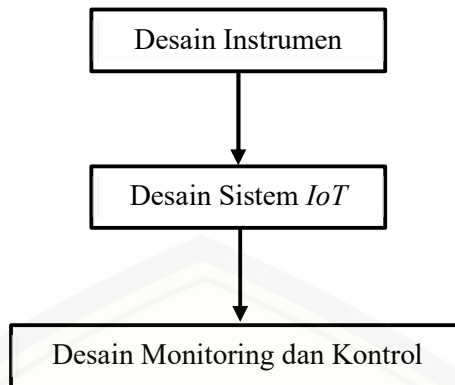
Gambar 3.2 Kerangka pemecahan masalah

### 3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini memuat rincian mengenai tahapan dalam menjalankan penelitian yang disajikan seperti pada Gambar 3.2. Tahapan penelitian dimulai dengan pembuatan desain sistem kontrol dan monitoring. Setelah pembuatan desain kemudian merealisasikan desain, kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui kinerja dari instrumen.

#### 3.3.1 Pembuatan Desain

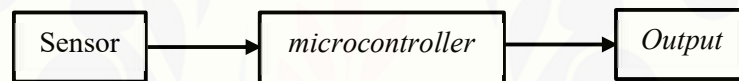
Desain dasar yang digunakan pada penelitian ini yaitu desain instrumen dan desain sistem *IoT*. Desain instrumen berupa komponen-komponen yang digunakan, sedangkan desain sistem *IoT* berupa layanan yang disediakan oleh *platform IoT ThingSpeak*. Kedua desain dasar tersebut akan diintegrasikan untuk membuat sistem monitoring dan kontrol. Kerangka pembuatan desain ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Kerangka pembuatan desain

## a. Desain Instrumen

Desain instrumen merupakan desain rangkaian yang akan digunakan. Desain ini terdiri atas sensor, *microcontroller* dan *output*. Desain instrumen dijelaskan pada Gambar 3.4.

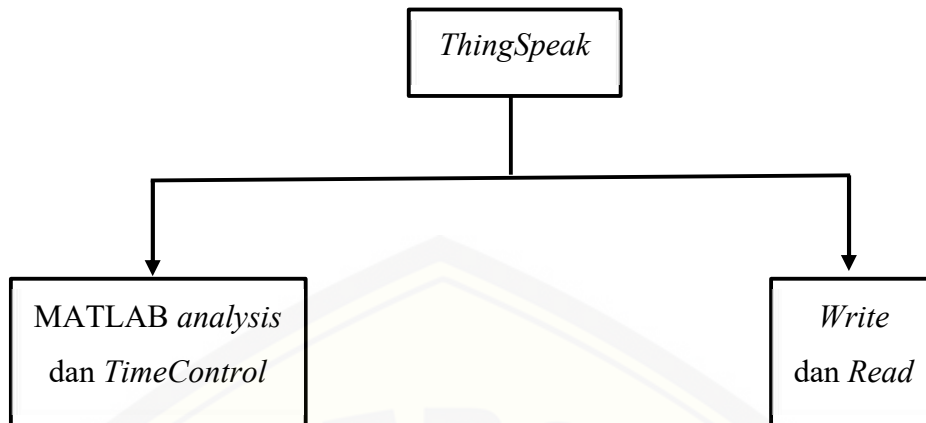


Gambar 3.4 Desain instrumentasi

Menurut Gambar 3.4 sensor dihubungkan ke *microcontroller* yang telah dirancang untuk melakukan pengukuran nilai kadar air. Setelah melakukan pengukuran, data digunakan sebagai *set point* untuk mengendalikan *output*. *Output* berupa relay yang digunakan sebagai saklar alat penyiraman. *Microcontroller* yang digunakan adalah wemos D1 mini karena memiliki modul *Wi-Fi* sebagai koneksi ke internet.

b. Desain Sistem *IoT*

Desain sistem *IoT* merupakan desain sistem untuk menghubungkan instrumen ke internet. Desain ini terdiri atas fitur-fitur *platform Thingspeak* yaitu *write*, *read*, *MATLAB analysis* dan *TimeControl*. Desain sistem *IoT* dijelaskan pada Gambar 3.5.

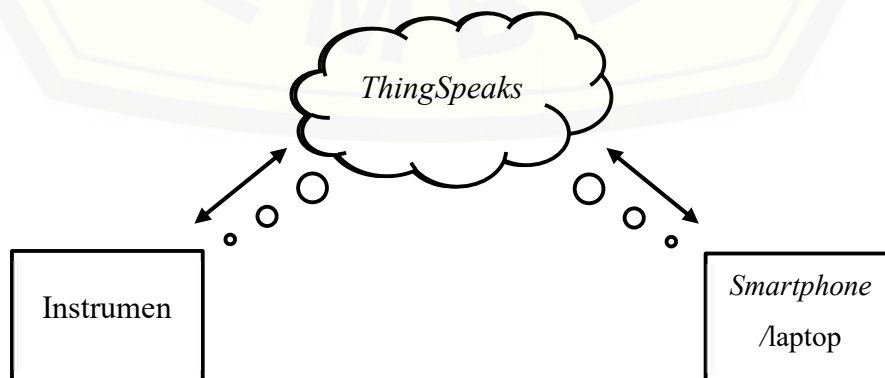


Gambar 3.5 Desain sistem IoT

Gambar 3.5 menjelaskan bahwa *ThingSpeak* memiliki beberapa fitur untuk merancang sebuah sistem IoT. Fitur-fitur dari *ThingSpeak* yaitu *MATLAB analysis* berguna untuk menghitung nilai rata-rata data hasil monitoring. *TimeControl* digunakan untuk menjalankan *MATLAB analysis* sesuai dengan waktu yang ditentukan. Fitur *write* berfungsi sebagai pengumpul data pada *server ThingSpeak*. Fitur *read* berfungsi untuk membaca data pada *server ThingSpeak* kemudian digunakan untuk memberikan nilai pada salah satu pin *microcontroller*, sehingga fitur ini bisa digunakan sebagai pengendali jarak jauh.

c. Desain Monitoring dan Kontrol

Desain monitoring dan kontrol merupakan desain akhir yang akan diterapkan pada penelitian ini. Desain ini mengintegrasikan instrumen pengukuran dan kontrol dengan internet sehingga bisa dimonitoring dan dikendalikan dari jarak jauh. Desain monitoring dan kontrol dijelaskan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Desain monitoring dan kontrol

Gambar 3.6 merupakan alur komunikasi dari instrumen dengan *smartphone/laptop* melalui *website ThingSpeak* memanfaatkan koneksi internet. Instrumen melakukan pengukuran kemudian data pengukuran dikirimkan ke *ThingSpeak*, data pengukuran bisa dilihat melalui *smartphone/laptop*. Data yang terkumpul kemudian dianalisis dan ditampilkan pada *website ThingSpeak*. Instrumen dikendalikan dengan menggunakan *smartphone/laptop* melalui *ThingSpeak* menggunakan fitur *read*.

### 3.3.2 Realisasi

Desain yang telah dibuat kemudian direalisasikan dengan mengintegrasikan semua desain yang telah dibuat. Realisasi dimulai dengan pembuatan instrumen pengukuran dan kontrol, kemudian dihubungkannya ke *Wi-Fi* untuk mengakses *website ThingSpeak*. Sensor YL-69 ditancapkan pada media tanah, sehingga bisa mengetahui perubahan nilai kadar air. Saat data tersebut memenuhi *set point* maka akan memicu relay sebagai *output* penyiraman. Data hasil monitoring kadar air dikirim ke *server ThingSpeak* setiap 5 menit. Hasil monitoring kadar air dihitung nilai rata-ratanya setiap 1 jam.

### 3.3.3 Pengujian

Pengujian dilakukan pada keseluruhan sistem. Pengujian bertujuan untuk mengetahui keberhasilan dari desain yang telah dibuat. Pengujian dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:

#### a. Pengujian Instrumen

Pengujian dilakukan dengan mengkalibrasi instrumen untuk melakukan pembacaan nilai kadar air menggunakan sensor YL-69 yang dihubungkan pada *microcontroller*. Kalibrasi bertujuan untuk mengetahui akurasi, presisi dan sensitivitas dari instrumen yang telah dibuat. Sensor YL-69 memiliki *output* sebuah tegangan, *microcontroller* membaca tegangan *output* sensor YL-69 berupa tegangan ADC. *Microcontroller* harus diprogram agar dapat membaca *output* sensor YL-69 berupa persentasi agar sesuai dengan satuan dari kadar air sehingga

data mudah untuk dianalisis. Tahap kalibrasi yaitu mengukur nilai tanah dalam kondisi kering kemudian tanah ditambahkan air secara bertahap hingga tanah dalam kondisi basah untuk mengetahui sensitivitas dari instrumen. Pembacaan sensor YL-69 pada nilai kadar air diulang sebanyak sepuluh kali agar mendapatkan presisi dari instrumen. Data hasil pembacaan sensor YL-69 kemudian dibandingkan dengan pengukuran menggunakan metode ASM untuk mengetahui akurasi dari instrumen. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisa kedalam bentuk persentase. Nilai persentase dari data-data yang didapatkan sebagai indikator kelayakan alat. Nilai kelayakan alat ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Nilai kelayakan alat

No	Interval	Kriteria
1	85 – 100 %	Sangat Layak
2	70 – 84,99 %	Layak
3	55 – 69,99 %	Cukup Layak
4	40 – 54,99 %	Kurang Layak
5	25 – 39,99 %	Tidak Layak

Sumber: (Lutfiyana et al., 2017)

b. Pengujian Sistem *IoT*

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keberhasilan *website ThingSpeak* sebagai *platform IoT* yang digunakan pada penelitian ini. Pengujian untuk sistem *IoT* yaitu pengiriman data dari instrumen ke *server ThingSpeak* dan pembacaan data dari *server ThingSpeak*. Keberhasilan pengiriman data berpengaruh pada kemampuan untuk memonitoring nilai kadar air dan kontrol jarak jauh melalui internet.

c. Pengujian Sistem Monitoring dan Kontrol

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keberhasilan desain sistem monitoring dan kontrol. Pengujian dilakukan selama beberapa hari untuk mengetahui kinerja instrumen. Kendala yang didapatkan saat proses pengujian digunakan sebagai saran untuk penelitian selanjutnya.



### 3.4 Analisis Data

#### 3.4.1 Sensitivitas

Data kadar air disetiap penambahan air akan menunjukkan sensitivitas dari sensor YL-69. Sensitivitas menentukan sensor yang digunakan cocok untuk melakukan pengukuran kadar air. Sensitivitas merupakan kemampuan sensor untuk mendeteksi perubahan pada objek yang diukur. Persamaan dari sensitivitas ditunjukkan pada Persamaan 3.2 yaitu:

$$Volt = \frac{ADC \times 3,3}{1024} \quad (3.1)$$

$$Sensitivitas = \frac{x_t - x_0}{y_t - y_0} \quad (3.2)$$

dimana

$x_t$  : nilai tegangan tertinggi (V)

$x_0$  : nilai tegangan terendah (V)

$y_t$  : kadar air tertinggi (%)

$y_0$  : kadar air terendah (%)

#### 3.4.2 Standar Deviasi

Standar deviasi merupakan simpangan baku atau rambatan *error* dari sebuah data yang dilakukan pengambilan data secara berulang. Standar deviasi dipengaruhi oleh jumlah data yang diambil. Acuan kesalahan dari pengambilan data bisa dilihat dari nilai standar deviasi. Persamaan dari standar deviasi ditunjukkan pada Persamaan 3.3 yaitu:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.3)$$

dimana  $x_i$  : data ke-i

$\bar{x}$  : rata-rata data pengulangan

$n$  : pengulangan

#### 3.4.3 Presisi

Presisi merupakan kedekatan nilai hasil pengukuran dengan data pengukuran sebelumnya. Presisi didapatkan dari proses pengukuran yang diulang beberapa kali.

Nilai presisi yang tinggi menghasilkan instrumen yang baik untuk melakukan pengukuran. Persamaan dari presisi ditunjukkan pada Persamaan 3.4 yaitu:

$$presisi = 100 - s \quad (3.4)$$

#### 3.4.4 Akurasi

Akurasi merupakan nilai pengukuran yang mendekati ukuran sebenarnya. Instrumen yang memiliki akurasi yang baik memiliki pengukuran yang mendekati keadaan sebenarnya dari objek yang diamati. Instrumen yang baik memiliki akurasi yang tinggi, mencari nilai akurasi dari instrumen pada penelitian ini harus membandingkan dengan alat ukur yang sudah ada. Persamaan dari akurasi ditunjukkan pada Persamaan 3.5 yaitu:

$$akurasi = \left( 1 - \left| \frac{\text{data pengukuran} - \text{data referensi}}{\text{data referensi}} \right| \right) \times 100\% \quad (3.5)$$

#### 3.4.5 Kelayakan Alat

Kelayakan alat merupakan indikator apakah alat sesuai dengan nilai minimal dari standar. Kelayakan alat berpengaruh pada hasil pengukuran dari alat. Kriteria dari kelayakan alat bisa dilihat pada Tabel 3.1. Persamaan dari nilai kelayakan alat ditunjukkan pada Persamaan 3.5 dan Persamaan 3.6 yaitu:

$$Nilai\ uji = presisi + akurasi \quad (3.6)$$

$$kelayakan\ alat = \frac{(\text{nilai uji})_{alat}}{200} \times 100\% \quad (3.7)$$



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian sistem monitoring kadar air sebagai kontrol penyiraman tanaman berbasis *internet of things* yaitu desain instrumen monitoring memiliki nilai akurasi 90,68% dan nilai presisi 98,66%. Desain instrumen monitoring berkerja dengan baik pada kadar air 0 sampai 50%. Desain instrumen memiliki nilai kelayakan alat 94,67% sehingga sangat layak untuk digunakan. Lapisan tembaga kaki elektroda sensor YL-69 yang terhubung pada VCC 3,3 volt mengalami elektrodeposisi setelah digunakan selama 39 jam untuk memonitoring kadar air.

### 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu penyelesaian dari kendala penelitian ini. Kendala dari penelitian ini yaitu putusnya jalur elektroda sensor YL-69 setelah digunakan selama 39 jam. Putusnya jalur elektroda disebabkan oleh proses elektrodeposisi. Elektrodeposisi disebabkan arus yang mengalir dari anoda ke katoda secara terus menerus. Elektrodeposisi bisa diperlambat dengan memutus arus apabila sensor YL-69 tidak digunakan. Pemutusan arus bisa menggunakan rangkaian relay. Rangkaian relay bisa dikendalikan *microcontroller* sehingga saat tidak digunakan arus pada sensor akan diputus dan dihubungkan kembali saat sensor digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman. 2015. *Buku Sifat Fisik Tanah*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Acoptex. 2017. *Basics: Program 036a Soil Moisture Sensor YL-69, FC-28 or HL-69*. <http://acoptex.com/project/179/basics-project-036a-soil-moisture-sensor-yl-69-fc-28-or-hl-69-at-acoptexcom/#sthash.O5putJS1.dpbs>. [Diakses pada: 13 maret 2020].
- Ai, N. S., dan T. Patricia. 2013. Karakter Morfologi Akar Sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman. *Jurnal BIOSLOGOS* 3: 31-39.
- Ansari, A. N., M. Sedky, N. Sharma, dan A. Tyagi. 2015. An Internet of things approach for motion detection using Raspberry Pi, *Proceedings of Proceedings of 2015 International Conference on Intelligent Computing and Internet of Things* 17-18 Jan. 2015: 131-134.
- APJII, T. 2016. Saatnya Jadi Pokok Perhatian Pemerintah dan Industri. *Buletin APJII*, 1.
- Ashton, K. 2010. That 'Internet of Things' Things. *RFID Journal* 8: 1.
- Benyezza, H., M. Bouhedda, dan K. Djellout. 2018. Smart Irrigation System Based Thingspeak and Arduino, *Proceedings of 2018 International Conference on Applied Smart System* 24-25 Nov. 2018: 1-4.
- Bruce, S. 2006. *Characterization Of Soil-Water*. USA: Lippicontt Williams & Wilkins, Inc.
- Budiarto, H. 2010. Pemanfaatan Thermistor Untuk Pengukuran Suhu Ruang. *Jurnal Universitas Trunojoyo Madura*.
- Buyang, Y., dan H. P. Asmaningrum. 2015. Pengaruh Voltase Dan Waktu Terhadap Pengendapan Logam Mangan Dan Seng Pada Lempeng Tembaga Menggunakan Metode Elektroplating. *Magistra: Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan* 2 (2): 226-236.
- Clark, M. G., Aconb, dan B. Philpot. 2018. *Soil Moisture Sensor*. Florida: IFAS, University of Florida.
- Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita, dan S. M. A. Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agron. Sustain. Dev* (29): 185-212.

- Farooq, M., M. Waseem, A. Khairi, dan S. Mazhar. 2015. A Critical Analysis on The Security Concerns of Internet of Things (IoT). *Int. J. Comput. Appl.* 11 (7): 132-141.
- Hanum, C. 2008. Teknik Budidaya Tanaman. *Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.*
- Hidayah, M. L. 2018. Pengukuran Perubahan Kelembaban Tanah Di Daerah Perakaran Tanaman Menggunakan Soil Moisture Sensor YL 69 Berbasis Arduino Mega 2560. *Skripsi*, Jember, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.
- Hong, L. 2011. *IoT and Cloud Computing: Advance Strategic New Industry*. Beijing: Posts & Telecom Press.
- Islami, T., dan W. h. Utomo. 1995. *Hubungan Tanah, Air dan Tanaman*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Jamulya, dan W. S. Suratman. 1993. *Pengantar geografi Tanah*. Yogyakarta: Fakultas Gografi UGM.
- Julianto, B. 2013. Pengaruh Suhu terhadap Hambatan Rangkaian Listrik. *Jurnal Fisika* 3 (2).
- Lestari, G. 2008. *Galeri Tanaman Hias Lanskap*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Lutfiyana, N. Hudallah, dan A. Supryanto. 2017. Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah dan Resistansi. *Jurnal Teknik Elektro* 9: 80-86.
- Musatafa, M. 2012. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Makasar: Erlangga.
- Naik, P. 2017. Arduino Based Automatic Irrigation System Using IoT. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology (IJSRCSEIT)* 2 (3): 881-886.
- Nio, S. A., dan Y. Banyo. 2011. Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains* 11 (2): 166-173.
- Nio, S. A., S. M. Tondais, dan R. Butarbular. 2010. Evaluasi Indikator Toleransi Cekaman Kekeringan Pada Fase Perkecambahan padi (*Oryza sativa I.*). *Jurnal Biologi* 14 (1).
- Parthiban, P., dan S. Selvakumar. 2016. Big Data Analysis in the Internet of Things Platform. *Indian Journal of Science and Technology* 9: 1-4.
- Rachman, A., Sutono, dan W. I. Suastika. 2017. Indikator Kualitas Tanah pada Lahan Bekas Penambangan. *Jurnal Sumberdaya Lahan* (11).

- Ratnawati, dan Silma. 2017. Sistem Kendali Penyiram Tanaman Menggunakan Propeller Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Inspiraton* 7: 143-154.
- Samsugi, S., Ardiansyah, dan D. Kastutara. 2017. Internet of Things (IoT): Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino dan Modul Wifi Esp8266. In *Prosiding Seminar Nasional XII*.
- Solichatun, E. Anggarwulan, dan W. Mudyantini. 2005. Pengaruh Ketersediaan Air Terhadap Pertumbuha dan Kandungan Bahan Aktif Saponin Tanaman Gingseng Jawa ( *Talinum paniculatum Gaerth.*). *Biofarmasi* 3 (2): 47-51.
- Stevanus, dan D. Setiadikarunia. 2013. Alat Pengukur Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler PIC 16F84. *Indonesian Journal of Applied Physics* 3 (1): 36.
- Syekhfani. 2012. *Modul Kesuburan Tanah*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Tan, L., dan N. Wang. 2010. Future Internet: The Internet of Things, *Proceedings of International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering 3rd*, 5: 376-380.
- Tan, W. Y., Y. L. Then, Y. L. Lew, dan F. S. Tay. 2019. Newly calibrated analytical models for soil moisture content and pH value by low-cost YL-69 hygrometer sensor. *Measurement* 134: 166-178.
- ThingSpeak. 2020. *ThingSpeak for IoT Projects*. <https://thingspeak.com/>. [Diakses pada: 13 maret 2020].
- Waworundeng, J., N. Suseno, dan R. Manaha. 2018. Perancangan alat penyiram tanaman otomatis berbasis sensor dan mikrokontroler. Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu (SNMDI-1), Jakarta, November 25.
- Wemos. 2018. *D1 mini*. [https://wiki.wemos.cc/products:d1:d1\\_mini#features](https://wiki.wemos.cc/products:d1:d1_mini#features). [Diakses pada: 13 maret 2020].
- Yudhana, A., dan M. C. F. Putra. 2017. Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Informasi Sinyal Sensor Kelembaban, *Proceedings of Annual Research Seminar (ARS)*, 2 (1): 277-280.
- Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.



**LAMPIRAN**

**Lampiran 1 Dokumentasi penelitian**

a. Sampel tanah

1). 0%



2). 5%



3). 10%



4). 15%





5). 20%



6). 25%



7). 30%



8). 35%



9). 40%



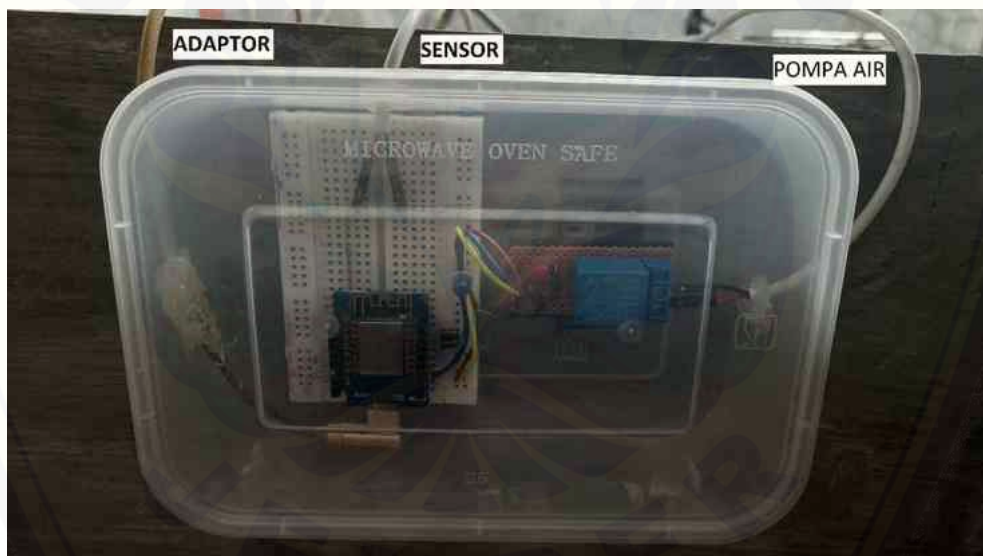
10). 45%



11). 50%



b. Realisasi instrumen







**Lampiran 2 Tabel hasil kalibrasi instrumen pengukuran kadar air**

Tanah(g)	Air(g)	ASM	Pengulangan										Rata-rata	Error	Tegangan	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
100	0	0	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024	1024	0,00	3,3
100	5	5	1011	1006	1006	1014	1024	1003	1001	1000	999	998	1006,2	8,13	3,2426367	
100	10	10	951	952	953	952	952	952	952	952	951	951	951,8	0,63	3,0673242	
100	15	15	878	876	874	873	861	852	853	853	853	852	862,5	11,35	2,779541	
100	20	20	854	854	853	851	849	848	848	846	845	844	849,2	3,68	2,7366797	
100	25	25	806	805	805	803	802	803	802	798	799	798	802,1	2,92	2,5848926	
100	30	30	783	783	781	779	776	775	776	774	774	772	777,3	3,95	2,5049707	
100	35	35	740	738	736	734	732	729	729	726	725	722	731,1	5,92	2,356084	
100	40	40	636	632	628	626	620	619	616	614	610	608	620,9	9,36	2,0009473	
100	45	45	535	536	538	538	541	541	542	543	544	545	540,3	3,40	1,7412012	
100	50	50	504	502	502	502	505	506	506	507	508	508	505	2,40	1,6274414	



Lampiran 3 Tabel hasil pengujian pengukuran nilai kadar air

Tanah (g)	Air (g)	ASM	Pengulangan										Rata- rata	Akurasi (%)	Error (%)	Presisi (%)	kelayakan alat (%)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
100	5	5	4,75	4,75	5,21	5,21	5,21	5,68	6,14	6,14	6,6	6,6	5,63	87,42	0,71	99,29	93,36
100	10	10	8,92	8,92	9,38	9,84	9,84	10,31	10,31	10,31	11,23	11,7	10,08	99,24	0,91	99,09	99,17
100	15	15	17,25	17,72	18,18	19,1	19,57	19,57	20,03	20,49	20,49	21,42	19,38	70,79	1,33	98,67	84,73
100	20	20	19,57	20,49	21,42	21,88	21,88	22,81	23,27	24,2	24,66	24,66	22,48	87,58	1,75	98,25	92,92
100	25	25	24,2	24,66	25,59	26,05	26,98	27,9	28,36	29,29	29,75	30,22	27,30	90,80	2,14	97,86	94,33
100	30	30	31,14	32,07	32,07	32,53	33,92	34,85	34,85	35,31	35,77	35,77	33,83	87,24	1,73	98,27	92,76
100	35	35	35,77	36,24	36,24	36,8	37,16	37,16	38,09	38,55	39,01	39,48	37,45	93,00	1,27	98,73	95,87
100	40	40	39,94	40,4	40,87	40,87	41,79	41,79	42,72	42,72	43,64	44,11	41,89	95,29	1,39	98,61	96,95
100	45	45	44,57	44,57	45,03	45,5	46,88	47,35	47,81	48,27	48,74	49,2	46,79	96,02	1,76	98,24	97,13
100	50	50	49,85	50,69	50,59	49,95	50,69	49,95	49,67	50,59	50,41	50,22	50,26	99,48	0,38	99,62	99,55
			Rata-rata										90,68	1,34	98,66	94,67	

**Lampiran 4 Kode program sistem monitoring dan kontrol**

```
#include <ThingSpeak.h>

#include <ESP8266WiFi.h>

const char* ssid = "APoutdoor";

const char* pass = "1sampai8";

WiFiClient client;

unsigned long myChannelNumber = 1111145;

const char * myWriteAPIKey = "RL4OBD7DP4H4ESF0";

const char * myReadAPIKey = "F6HLWLNEAE8QY20S";

void setup() {

  Serial.begin(115200);

  WiFi.mode(WIFI_STA);

  ThingSpeak.begin(client);

  pinMode(D1, OUTPUT);

  pinMode(D2, OUTPUT);

}

void loop() {

  delay(500);

  int x;

  int y;

  float y1;

  float y2;

  //Koneksi Ke WIFI

  if(WiFi.status() != WL_CONNECTED){

    Serial.println("Menghubungkan ke SSID: ");
```

```
Serial.println(ssid);
while(WiFi.status() != WL_CONNECTED){
  WiFi.begin(ssid, pass);
  Serial.print(".");
  delay(3000);
}
Serial.println("\nConnected.");
}
x=analogRead(A0);
y1=-0.0926*x+98.005;
delay(100);
ThingSpeak.setField(1,y1);
ThingSpeak.setField(6,y1);
ThingSpeak.setField(7,y2);
int a = ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber, myWriteAPIKey);
if(a == 200){
  Serial.println("Berhasil Mengirim Data.");
  Serial.print("y1= ");
  Serial.println(y1);
  Serial.print("y2= ");
  Serial.println(y2);
}
else{
  Serial.println("Kesalahan Mengirim Data. Error Kode HTTP " + String(x));
}
```

```
if (y1 <= 30){
    digitalWrite(D2, HIGH);
    delay(4000);
    digitalWrite(D2, LOW);
    kendali();
}
else{
    kendali();
}
//masuk ke y2
while(y1>=50){
    delay(500);
    y=analogRead(A0);
    y2=0.4834*y-224.22;
    delay(100);
    if(y2>=99||y2<=50){
        break;
    }
    else{
        ThingSpeak.setField(1,y2);
        ThingSpeak.setField(6,y1);
        ThingSpeak.setField(7,y2);
        int b = ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber, myWriteAPIKey);
        if(b == 200){
            Serial.println("Berhasil Mengirim Data.");
        }
    }
}
```

```
Serial.print("y1= ");
Serial.println(y1);
Serial.print("y2= ");
Serial.println(y2);
}
else{
    Serial.println("Kesalahan Mengirim Data. Error Kode HTTP " + String(x));
}
kendali();
}
}
}
//cek kendali jarak jauh
int kendali(){
int statusCode = 0;
for (int i = 0; i < 20; i++){
    int kontrol = ThingSpeak.readIntField(myChannelNumber, 2, myReadAPIKey);
    statusCode = ThingSpeak.getLastReadStatus();
    if(statusCode == 200){
        Serial.println("kondisi: " + String(kontrol));
        if(kontrol == 1){
            digitalWrite(D1, HIGH);
            delay(2000);
            digitalWrite(D1, LOW);
        }
    }
}
```

```

else if(kontrol == 0){
    digitalWrite(D1, LOW);
    delay(2000);
}
else{
    Serial.println("kondisi sebelumnya");
}
}
else{
    Serial.println("Gagal Membaca Data Channel. Error Kode HTTP " +
String(statusCode));
}
delay(13000);
}
}

```

#### Lampiran 5 Kode perhitungan rata-rata kadar air 1 jam terakhir

```

readChannelID = 1111145;
MoistureFieldID = 1;
readAPIKey = 'F6HLWLNEAE8QY20S';

ADC =
thingSpeakRead(readChannelID,'Fields',MoistureFieldID,'numMinutes',6
0,'ReadKey',readAPIKey);

% Calculate the average
[avgADC] = mean(ADC, 'omitnan');

display(avgADC,'Average % for the past 1 hours is');
writeChannelID = [1111145];
writeAPIKey = 'RL40BD7DP4H4ESF0';
thingSpeakWrite(writeChannelID,avgADC,'Fields',5,'WriteKey',writeAPI
Key)

```