



Dr. Ir. H. Suryaman Birnadi, M.P  
Nanang Ismail, MT  
Taufik Al Barri

OTOMASI SISTEM PENYIRAMAN  
UNTUK BEBERAPA JENIS TANAMAN  
SAYURAN PADA URBAN AGRICULTURE



Pusat Penelitian dan Penerbitan  
UIN Sunan Gunung Djati Bandung



OTOMASI SISTEM PENYIRAMAN UNTUK BEBERAPA JENIS TANAMAN SAYURAN PADA URBAN AGRICULTURE

ISBN 978-623-7633-07-5



Dr. Ir. H. Suryaman Birnadi, M.P  
Nanang Ismail, MT  
Taufik Al Barri

**OTOMASI**  
**SISTEM PENYIRAMAN**  
UNTUK BEBERAPA JENIS TANAMAN  
SAYURAN PADA URBAN AGRICULTURE



Pusat Penelitian dan Penerbitan  
UIN Sunan Gunung Djati Bandung

OTOMASI SISTEM PENYIRAMAN  
YANG DAPAT DIKUSTOM UNTUK  
BEBERAPA JENIS TANAMAN  
SAYURAN PADA *URBAN*  
*AGRICULTURE*

Dr. Ir. H. Suryaman Birnadi, M.P

PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN  
UIN SGD BANDUNG  
2019

OTOMASI SISTEM PENYIRAMAN YANG DAPAT DIKUSTOM  
UNTUK BEBERAPA JENIS TANAMAN SAYURAN PADA *URBAN  
AGRICULTURE*

**Penulis:**

Dr. Ir. H. Suryaman Birnadi, M.P

**ISBN: 978 - 602 - 5823 - 52 - 7**

**Penyunting:**

Nanang Ismail, MT

**Desain Sampul dan Tata letak:**

Ahmad Sujana

**Penerbit:**

**Pusat Penelitian Dan Penerbitan UIN SGD Bandung**

Jl. H.A. Nasution No. 105 Bandung

Tlp. (022) 7800525, Fax. (022) 7800525

<http://lp2m.uinsgd.ac.id>

Cetakan pertama, Oktober 2018

Hak cipta dilindungi undang- undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara  
apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena atas limpahan karunia nikmat – Nya, dan atas izin – Nya, penulisan buku hasil penelitian yang berjudul “Otomasi Sistem Penyiraman Yang Dapat Dikustom untuk Beberapa Jenis Tanaman Sayuran pada Urban Agriculture” telah selesai disusun.

Buku ini memaparkan hasil penelitian tentang prototipe sistem untuk melakukan monitoring dan otomatisasi pada kondisi pertanian yang diukur dari media tanahnya.

Penulis menyadari penulisan buku ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karenanya masukan berupa kritik dan saran yang membangun guna memperbaiki kekurangan yang ada.

Bandung, Oktober 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II Tinjauan Pustaka.....	5
2.1. Sistem Kontrol .....	5
2.2. <i>Internet of Things</i> .....	9
2.3. <i>Cloud Computing</i> .....	10
2.4. MIT App Inventor .....	12
2.5. <i>Urban Agriculture</i> .....	13
2.6. Mikrokontroler .....	15
2.7. Arduino IDE.....	15
2.8. ESP8266 Module.....	16
2.9. <i>Liquid Crystal Display</i> .....	19
2.10. Sensor.....	20
2.10.1. <i>Capacitive Soil Moisture Sensor</i> .....	22
2.10.2. <i>Sensor pH Meter</i> .....	23
2.10.3. Sensor DHT-22 .....	24
2.10.4. Sensor Cahaya BH1750 .....	25
2.11. <i>Relay</i> .....	25
BAB III Metodologi Penelitian.....	28
3.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	28
3.1.1. Studi Literatur .....	28
3.1.2. Analisis Kebutuhan .....	28
3.1.3. Desain Sistem Monitoring dan Otomatisasi Tanaman .....	29
3.1.4. Simulasi Sistem Monitoring dan Otomatisasi Tanaman .....	30
3.1.5. Realisasi Sistem.....	30

3.1.6.	Pengujian Fitur .....	31
3.1.7.	Analisis dan Pengumpulan Data.....	32
BAB IV	Perancangan dan Implementasi .....	33
4.1.	Perancangan .....	33
4.1.1.	Blok Diagram Keseluruhan .....	33
4.1.2.	Blok Diagram Sensor .....	36
4.1.3.	Blok Diagram Otomatisasi .....	36
4.1.4.	Blok Diagram <i>Interface</i> .....	37
4.1.5.	Desain Sistem.....	38
4.1.6.	Perancangan <i>Hardware</i> .....	47
4.1.7.	Perancangan <i>Software</i> .....	51
4.1.8.	Perancangan Proses .....	51
4.1.9.	Perancangan <i>Interface</i> .....	54
4.2.	Implementasi .....	57
4.2.1.	Implementasi <i>Hardware</i> .....	57
4.2.2.	Implementasi <i>Software</i> .....	59
2. BAB V	Pengujian dan Analisis .....	63
5.1.	Skenario Pengujian.....	63
5.2.	Kalibrasi dan Pengujian Sensor Alat.....	67
5.2.1.	Kalibrasi Sensor Suhu DHT22 .....	68
5.2.2.	Kalibrasi Sensor Kelembaban Udara DHT22 .....	70
5.2.3.	Kalibrasi Sensor Cahaya BH1750.....	72
5.2.4.	Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah .....	74
5.2.5.	Kalibrasi Sensor Keasaman Tanah.....	78
5.2.6.	Pengujian Sensor Alat .....	82
5.3.	Tampilan pada <i>Cloud Server</i> dan Aplikasi.....	84
5.4.	Pengujian Aplikasi .....	91
5.5.	Hasil Otomatisasi Penyiraman .....	93
3. BAB VI	Penutup.....	107
6.1.	Kesimpulan .....	107
6.2.	Saran.....	108
Daftar Pustaka	.....	109
Indeks	.....	112

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Umum Sistem Kontrol.....	5
Gambar 2.2 Sistem Kontrol Secara Detail. ....	6
Gambar 2.3 Diagram Loop Terbuka. ....	7
Gambar 2.4 Diagram Loop Tertutup.....	8
Gambar 2.5 Grafik Signal Controller On-Off. ....	9
Gambar 2.6 Ilustrasi jaringan cloud pada sistem IoT.....	11
Gambar 2.7 Tampilan editor MIT App Inventor.....	13
Gambar 2.8 Tampilan editor Arduino IDE .....	16
Gambar 2.9 Konfigurasi Pin ESP-12F. ....	17
Gambar 2.10 Blok Diagram ESP-12E Module. ....	18
Gambar 2.11 Bentuk Fisik LCD 16x2. ....	20
Gambar 2.12 Sensor Capacitive Soil Moisture Sensor (SEN0193). ....	22
Gambar 2.13 Skematik Rangkaian Sensor Capacitive Soil Moisture Sensor. ....	23
Gambar 2.14 Bentuk Fisik Sensor pH Meter. ....	24
Gambar 2.15 Bentuk fisik Sensor DHT-22.....	24
Gambar 2.16 Sensor cahaya BH1750. ....	25
Gambar 2.17 Prinsip Kerja Relay. ....	26
Gambar 2.18 Skematik switching relay dengan kontrol transistor.....	27
Gambar 3.1 Diagram alir Metode Penelitian.....	28
Gambar 4.1 Blok diagram keseluruhan sistem.....	34
Gambar 4.2 Flowchart sistem kerja alat keseluruhan.....	35
Gambar 4.3 Diagram blok sensor tanah. ....	36
Gambar 4.4 Blok diagram modul otomatisasi penyiraman. ....	37
Gambar 4.5 Blok diagram interface. ....	38
Gambar 4.6 Desain sistem sensor, otomatisasi, dan antarmuka.....	39
Gambar 4.7 Flowchart sistem kerja mikrokontroler sensor tanah.....	40
Gambar 4.8 Flowchart sistem kerja aplikasi untuk menampilkan nilai sensor. ...	41
Gambar 4.9 Flowchart proses menginput nilai threshold kelembaban tanah pada aplikasi. ....	42
Gambar 4.10 Flowchart proses menginput perintah kendali manual pada aplikasi. ....	43
Gambar 4.11 Flowchart sistem kerja mikrokontroler otomatisasi dengan otomatisasi secara pembacaan threshold kelembaban tanah. ....	45
Gambar 4.12 Flowchart sistem kerja mikrokontroler otomatisasi dengan perintah manual. ....	46

Gambar 4.13 Skema rangkaian sistem sensor. ....	48
Gambar 4.14 Skema rangkaian sistem otomatisasi. ....	50
Gambar 4.15 Use case sistem monitoring dan setting otomatisasi alat. ....	52
Gambar 4.16 Perancangan interface aplikasi. ....	54
Gambar 4.17 Format pengiriman data dari aplikasi ke cloud server untuk pengaturan threshold kelembaban tanah. ....	56
Gambar 4.18 Format pengiriman data kontrol pompa dari dari aplikasi ke cloud server. ....	56
Gambar 4.19 Format pengiriman data sensor dari mikrokontroler ke cloud server. ....	57
Gambar 4.20 Media tanam pot. ....	58
Gambar 4.21 Alat bagian sensor. ....	58
Gambar 4.22 Alat bagian otomatisasi. ....	59
Gambar 4.23 Tampilan utama dashboard Antares setelah login. ....	60
Gambar 4.24 Tampilan penambahan aplikasi baru. ....	60
Gambar 4.25 Tampilan aplikasi Antares. ....	61
Gambar 4.26 Tampilan menambah device. ....	61
Gambar 5.1 Blok penyambungan untuk pengujian alat sensor. ....	63
Gambar 5.2 Blok penyambungan untuk pengujian alat sensor. ....	66
Gambar 5.3 Monitoring nilai sensor yang didapat oleh cloud server. ....	68
Gambar 5.4 Monitoring suhu di luar menggunakan termometer digital. ....	69
Gambar 5.5 Monitoring nilai sensor yang didapat oleh cloud server. ....	70
Gambar 5.6 Monitoring kelembaban udara di luar menggunakan hygrometer digital. ....	71
Gambar 5.7 Monitoring nilai sensor yang didapat oleh cloud server. ....	73
Gambar 5.8 Monitoring intensitas cahaya di luar menggunakan lux meter analog. ....	73
Gambar 5.9 Pembacaan nilai analog kelembaban tanah pada serial monitor. ....	75
Gambar 5.10 Hasil mendapatkan nilai persamaan garis kelembaban tanah. ....	76
Gambar 5.11 Monitoring nilai sensor yang didapat oleh cloud server. ....	77
Gambar 5.12 Monitoring kelembaban tanah menggunakan soil meter digital. ....	77
Gambar 5.13 Pembacaan nilai analog keasaman tanah pada serial monitor. ....	79
Gambar 5.14 Hasil mendapatkan nilai persamaan garis keasaman tanah. ....	80
Gambar 5.15 Monitoring kelembaban tanah menggunakan soil meter analog. ....	81
Gambar 5.16 Proses penghubungan alat sensor ke jaringan internet wifi. ....	83
Gambar 5.17 Proses pengiriman data sensor. ....	84
Gambar 5.18 Hasil data sensor yang tersimpan. ....	84
Gambar 5.19 Tampilan utama aplikasi android. ....	85



Gambar 5.20 Tampilan submenu setting.....	86
Gambar 5.21 Menginput database nama sayuran.....	86
Gambar 5.22 Menu setting sayuran yang akan dimonitor oleh sensor.....	87
Gambar 5.23 Daftar sayuran yang telah dimasukan pada database aplikasi.....	88
Gambar 5.24 Memilih daftar sayuran yang akan dihapus.....	89
Gambar 5.25 Submenu monitoring sensor.....	90
Gambar 5.26 Tampilan nilai sensor yang telah diakses pada cloud server.....	90
Gambar 5.27 Data yang tersimpan di cloud server.....	91
Gambar 5.28 Flowchart sistem otomatisasi penyiraman.....	94
Gambar 5.29 Inisiasi awal alat otomatisasi.....	95
Gambar 5.30 Data nilai sensor yang diterima alat otomatisasi.....	96
Gambar 5.31 Tampilan aplikasi kendali manual pompa.....	97
Gambar 5.32 Data perintah kendali yang dikirim ke cloud server.....	98
Gambar 5.33 Data perintah yang diterima dari cloud server pada mikrokontroler otomatisasi.....	98
Gambar 5.34 Pengaturan nilai threshold kelembaban tanah pada aplikasi.....	99
Gambar 5.35 Tampilan nilai threshold yang tersimpan di cloud server.....	100
Gambar 5.36 Tampilan alat otomatisasi saat tanah masih basah.....	101
Gambar 5.37 Kondisi saat terjadi penyiraman pada sensor 2.....	102
Gambar 5.38 Kondisi setelah terjadi penyiraman pada sensor 2.....	103
Gambar 5.39 keterangan kondisi penyiraman pada masing-masing sensor.....	103
Gambar 5.40 kondisi nilai sensor 2 saat pembacaan tanah mongering.....	104
Gambar 5.41 Kondisi kelembaban tanah sensor 2 menjadi basah.....	105

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Kaki LCD 16x2. ....	20
Tabel 4.1 Keterangan pin yang digunakan pada sistem bagian sensor. ....	49
Tabel 4.2 Keterangan Pin yang digunakan pada sistem bagian Otomatisasi. ....	50
Tabel 4.3 Skenario use case sensor. ....	53
Tabel 4.4 Skenario use case otomatisasi secara pembacaan threshold kelembaban tanah. ....	53
Tabel 4.5 Skenario use case otomatisasi secara manual. ....	54
Tabel 5.1 Skenario pengujian alat sensor.....	64
Tabel 5.2 Daftar pengujian aplikasi .....	64
Tabel 5.3 Skenario pengujian alat otomatisasi.....	66
Tabel 5.4 Pengujian sensor suhu. ....	69
Tabel 5.5 Pengujian sensor kelembaban udara. ....	71
Tabel 5.6 Pengujian sensor lux cahaya. ....	74
Tabel 5.7 Pengujian sensor kelembaban tanah.....	78
Tabel 5.8 Pengujian sensor keasaman tanah. ....	81
Tabel 5.9 Hasil pengujian aplikasi secara black box.....	91
Tabel 5.10 Hasil skenario otomatisasi penyiraman.....	105

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dalam bercocok tanam, sebagian besar tanaman membutuhkan tanah sebagai media agar tanaman dapat tumbuh. Kondisi tanah menjadi salah satu faktor penentu agar tumbuhan yang ditopang oleh tanah tersebut dapat tumbuh dengan baik atau tidak. Kondisi tanaman menjadi baik atau kurang baik ditentukan dari perawatan tanaman dan tanahnya, diantaranya yakni dari seberapa seringnya dilakukan irigasi, serta kondisi keasaman tanah [1]. Untuk tumbuhan sendiri dilihat juga dari segi pencahayaan yang diterima tumbuhan. Beberapa aspek tersebut menjadi nutrisi bagi tumbuhan, dan harus diberikan takaran yang tidak kurang maupun berlebih [2].

Akan tetapi, menjadi sebuah kesulitan tersendiri jika ingin memantau apakah seluruh lahan tanah yang digunakan dalam keadaan baik atau kurang. Untuk pertanian dengan lahan yang membutuhkan pengairan secukupnya butuh kendali dari petani agar kondisi tumbuhan bisa berkembang dengan baik. Saat ini pemanfaatan teknologi dikolaborasikan, Salah satunya teknologi informasi yang dipadukan ke berbagai aspek kehidupan, atau saat ini sering disebut sebagai *Internet of Things (IoT)*. Keandalannya menjadikannya segalanya dapat terhubung, terpantau, dan dapat dikendalikan sesuai dari yang diharapkan. Dari konsep tersebut, dapat disinambungkan dengan permasalahan yang terjadi pada keadaan bidang pertanian dimana butuh perhatian khusus supaya kegiatan pertanian hingga menjelang panen semua kondisi yang terjadi pada lahan dan tanaman yang dirawat bisa dikendalikan dalam kondisi yang prima [3].

Penelitian yang saat ini yang telah dilakukan mengenai *IoT* pada monitoring dan otomatisasi sistem perkebunan mayoritas hanya berkuat untuk satu jenis tanaman saja [3] [4] [5] [6] [7]. Kekurangan dari sistem

yang diterapkan ini adalah kesulitan dalam pengaturan otomatisasi penyiraman dengan tingkat kelembaban yang berbeda. Setiap tumbuhan yang berbeda memiliki cara perlakuan yang tidak sama, terutama dalam frekuensi penyiraman pada tanaman. Maka dari itu penelitian yang akan dilakukan adalah membuat sistem monitoring dan otomatisasi penyiraman pada pertanian jenis sayuran dengan fitur pengaturan kontrol yang dapat disesuaikan secara fleksibel pada penyiraman tanaman serta batas minimal melakukan penyiraman dari parameter tingkat kelembaban tanah.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Untuk menyesuaikan sistem untuk memonitor serta mengotomatisasikan penyiraman pada berbagai macam tumbuhan sayuran, maka membutuhkan beberapa penyesuaian parameter tingkat kelembaban tanah serta beberapa parameter yang akan disoroti untuk mengendalikan kualitas pertumbuhan tanaman yang terpasang ada sistem ini. Maka dari itu, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana rancangan dari sistem monitoring dan otomatisasi pada pertanian jenis sayuran berbasis *Internet of Things* yang dapat diterapkan pada beberapa jenis tumbuhan yang berbeda serta dapat diakses menggunakan perangkat komputer maupun *mobile* ?
2. Bagaimana kinerja dari sistem monitoring dan otomatisasi pada pertanian jenis sayuran berbasis *Internet of Things* yang dapat diterapkan pada beberapa jenis tumbuhan sayuran yang berbeda serta dapat diakses menggunakan perangkat komputer maupun *mobile* ?

### **1.3. Tujuan**

Dari latar belakang serta rumusan masalah diatas, alat yang akan dikembangkan ini bertujuan untuk :

1. melakukan rancang bangun sistem monitoring kondisi kelembaban dan keasaman tanah beserta otomatisasi penyiraman tanaman jenis sayuran dengan mudah
2. pengukuran dan analisis kinerja sistem monitoring kondisi kelembaban dan keasaman tanah beserta otomatisasi penyiraman tanaman jenis sayuran dengan mudah

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini terdapat 2 manfaat, yaitu manfaat secara akademis dan manfaat secara praktis :

1. Manfaat untuk akademik :

Dapat berkembangnya penelitian dari sistem alat ini yang berbasis *Internet of Things*, dimana pemanfaatan dari mikrokontroler disini sebagai pengumpul data kondisi keasaman kelembaban tanah yang kemudian diteruskan menuju *cloud server* sebagai penampung data melalui jaringan internet, dan juga dapat diakses statistik data dari hasil penampungan data tersebut menggunakan komputer maupun *smartphone*.

2. Manfaat praktis :

Dapat mempermudah orang dalam merawat tanaman dalam hal penyiraman tanah secara otomatis maupun mengetahui kondisi baik – buruknya kondisi tanah secara tingkat keasaman tanah.

### 1.5. Batasan Masalah

Pada penelitian alat ini terdapat beberapa pembatasan masalah agar hasil yang ingin dicapai lebih terarah. batasan masalahnya antara lain :

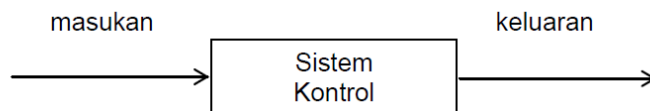
1. Kondisi tempat tumbuhan yang akan ditanam pada sistem perkebunan ini berjenis *outdoor*
2. Jenis tumbuhan yang digunakan adalah sayuran cabe, bawang, dan tomat
3. Sistem kendali menggunakan pengendali jenis *on/off* secara otomatis
4. Pembacaan kondisi tanah adalah kondisi kelembaban tanah dan keasaman tanah
5. Pembacaan kelembaban tanah menggunakan modul rangkaian sensor *soil capacitance*
6. Pembacaan keasaman tanah menggunakan *probe* sensor pH meter
7. Pembacaan suhu dan kelembaban disekitar menggunakan modul sensor DHT-22
8. Pembacaan intensitas cahaya disekitar menggunakan modul sensor BH1750
9. Modul pengumpul dan pengirim data parameter sensor menggunakan modul mikrokontroler ESP-12.
10. Modul otomatisasi penyiraman tanah menggunakan modul mikrokontroler ESP-12.
11. Koneksi antar mikrokontroler dengan pengguna dijumpai oleh *cloud server*
12. Untuk aplikasi monitoring yang akan dibangun menggunakan aplikasi editor *MIT App Inventor*

## BAB II Tinjauan Pustaka

### 2.1. Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah suatu susunan komponen fisik yang terhubung atau terkait sedemikian rupa sehingga dapat memerintah, mengarahkan, atau mengatur diri sendiri atau sistem lain [9]. Sistem kontrol (*control system*) merupakan suatu kumpulan cara atau metode yang dipelajari dari kebiasaan-kebiasaan manusia dalam bekerja, dimana manusia membutuhkan suatu pengamatan kualitas dari apa yang telah dikerjakan sehingga memiliki karakteristik sesuai dengan yang diharapkan pada mulanya [10]. Perkembangan teknologi menyebabkan manusia selalu terus belajar untuk mengembangkan dan mengoperasikan pekerjaan-pekerjaan kontrol yang semula dilakukan oleh manusia menjadi serba otomatis.

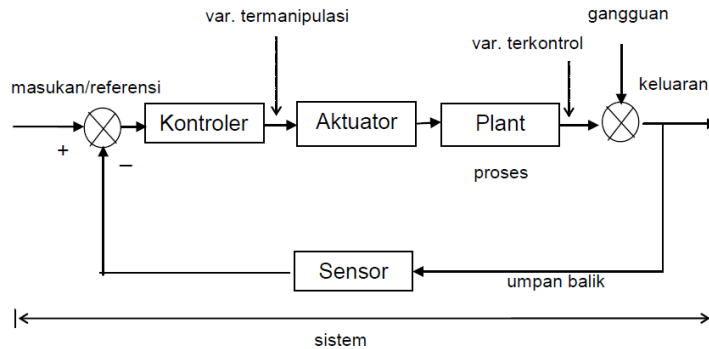
Dalam aplikasinya, suatu sistem kontrol memiliki tujuan atau sasaran tertentu. Sasaran sistem kontrol adalah untuk mengatur keluaran (*output*) dalam suatu sikap keadaan yang telah ditetapkan oleh masukan (*input*) melalui elemen sistem kontrol. Diagram umum dari sistem kontrol ditunjukkan Gambar 2.1 [10].



Gambar 0.1 Diagram Umum Sistem Kontrol.

Diketahui bahwa secara umum sistem kontrol membutuhkan 3 elemen, elemen masukan, sistem kontrol, dan keluaran. Dengan demikian, maka kualitas keluaran yang dihasilkan tergantung dari proses yang

dilakukan dalam sistem kontrol ini. Diagram sistem kontrol secara detail ditunjukkan Gambar 2.2 [10].



Gambar 0.2 Sistem Kontrol Secara Detail.

Definisi dari setiap istilah pada Gambar 2.2 adalah sebagai berikut [10]:

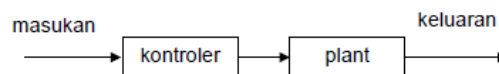
1. Sistem (*system*) adalah kombinasi dari komponen-komponen yang bekerja bersama-sama membentuk suatu obyek tertentu.
2. Variabel terkontrol (*controlled variable*) adalah suatu besaran (*quantity*) atau kondisi (*condition*) yang terukur dan terkontrol. Pada keadaan normal merupakan keluaran dari sistem.
3. Variabel termanipulasi (*manipulated variable*) adalah suatu besaran atau kondisi yang divariasikan oleh kontroler sehingga mempengaruhi nilai dari variabel terkontrol.
4. Kontrol (*control*) – mengatur, artinya mengukur nilai dari variabel terkontrol dari sistem dan mengaplikasikan variabel termanipulasi pada sistem untuk mengoreksi atau mengurangi deviasi yang terjadi terhadap nilai keluaran yang dituju.
5. Plant (*Plant*) adalah sesuatu obyek fisik yang dikontrol.
6. Proses (*process*) adalah sesuatu operasi yang dikontrol. Contoh : proses kimia, proses ekonomi, proses biologi, dll.



7. Gangguan (*disturbance*) adalah sinyal yang mempengaruhi terhadap nilai keluaran sistem.
8. Kontrol umpan balik (*feedback control*) adalah operasi untuk mengurangi perbedaan antara keluaran sistem dengan referensi masukan.
9. Kontroler (*controller*) adalah suatu alat atau cara untuk modifikasi sehingga karakteristik sistem dinamik (*dynamic system*) yang dihasilkan sesuai dengan yang dikehendaki.
10. Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur keluaran sistem dan menyatakannya dengan sinyal masukan sehingga bisa dilakukan suatu operasi hitung antara keluaran dan masukan.
11. Aksi kontrol (*control action*) adalah besaran atau nilai yang dihasilkan oleh perhitungan kontroler untuk diberikan pada *plant* (pada kondisi normal merupakan variabel termanipulasi).
12. Aktuator (*actuator*), adalah suatu peralatan atau kumpulan komponen yang menggerakkan *plant*.

Jenis sistem kontrol ada dua yaitu, sistem kontrol *loop* terbuka dan sistem kontrol *loop* tertutup. Sistem kontrol *loop* terbuka adalah sistem yang keluarannya tidak mempengaruhi aksi kontrol, sedangkan sistem *loop* tertutup nilai keluarannya mempengaruhi aksi kontrol.

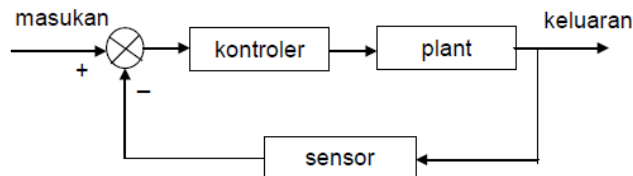
Diagram dari sistem *loop* terbuka ditunjukkan Gambar 2.3 [10].



Gambar 0.3 Diagram Loop Terbuka.

Sistem *loop* terbuka memang mudah dibuat, murah, dan sederhana dalam desain sistemnya, namun sistem ini tidak stabil, dan rentan dengan gangguan dari luar.

Diagram dari sistem *loop* tertutup ditunjukkan Gambar 2.4 [10].



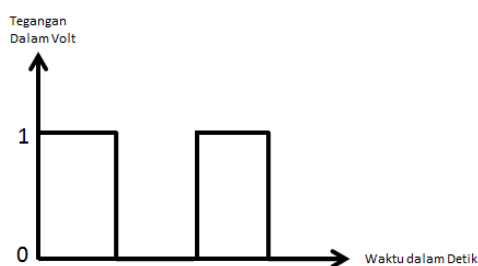
Gambar 0.4 Diagram *Loop* Tertutup.

Perbedaan diagram *loop* tertutup dengan *loop* terbuka adalah terletak pada keluarannya. Jika *loop* tertutup keluarannya mempengaruhi masukan, ada umpan balik antara keluaran dan masukan, serta melibatkan sensor dalam proses *loop* tersebut.

Dalam sistem kontrol tidak akan lepas dari yang namanya kontroler. Fungsi dari kontroler otomatis adalah membandingkan harga yg sebenarnya dari keluaran (*plant*) dengan harga yang diinginkan, menentukan deviasi dan menghasilkan suatu sinyal kontrol yang akan memperkecil deviasi sampai nol atau sampai suatu harga terkecil. Klasifikasi dari kontroler sesuai dengan pengontrolnya [11]:

1. Kontroler dua posisi atau *on-off*
2. Kontroler Proporsional
3. Kontroler Integral
4. Kontroler Diferensial
5. Kontroler Proporsional dan Integral
6. Kontroler Proporsional dan Diferensial
7. Kontroler Proporsional, Diferensial dan Integral

Pada penelitian ini, kontroler yang digunakan adalah kontroler dua posisi atau kontroler *on-off*. Karakteristik kontroler *on – off* ini hanya bekerja pada 2 posisi, yaitu *on* dan *off*. Kinerja kontroler *on – off* banyak digunakan pada aksi pengontrolan yang sederhana karena harganya murah. Karena sistem kerja yang digunakan adalah *on – off* saja, keluaran dari sistem pengendalian ini akan menyebabkan proses variabel tidak akan pernah konstan. Besar kecilnya fluktuasi proses variabel ditentukan oleh titik dimana kontroler dalam keadaan *on* dan *off*. Pengendalian dengan aksi kontrol ini juga menggunakan *feedback*. Grafik dari kontroler *on off* ditunjukkan Gambar 2.5 [11].



Gambar 0.5 Grafik Signal Controller On-Off.

Kondisi *On* dalam sistem logika dilabeli nilai 1, yang artinya menyala, sedangkan kondisi *Off* dilabeli nilai 0, yang artinya padam. Kedua kondisi tersebut yang mengakibatkan kontroler ini disebut kontroler *On – Off*, kontroler ini umumnya digunakan pada pensaklaran manual pada *loop* terbuka. Pada penelitian ini, sistem kontroler *On – Off* ini diterapkan untuk mengendalikan pompa air.

## 2.2. *Internet of Things*

Berdasarkan *Blue Print* Evolusi *IoT* yang dikeluarkan *Chine Mobile*, ada 4 kategorisasi layanan sistem *IoT*, yaitu: *Identity-Related Services*, *Information Aggregation Services*, *Collaborative-Aware Services*, dan *Ubiquitous Services* [12]. Dengan *IoT*, komunikasi tidak lagi memerlukan

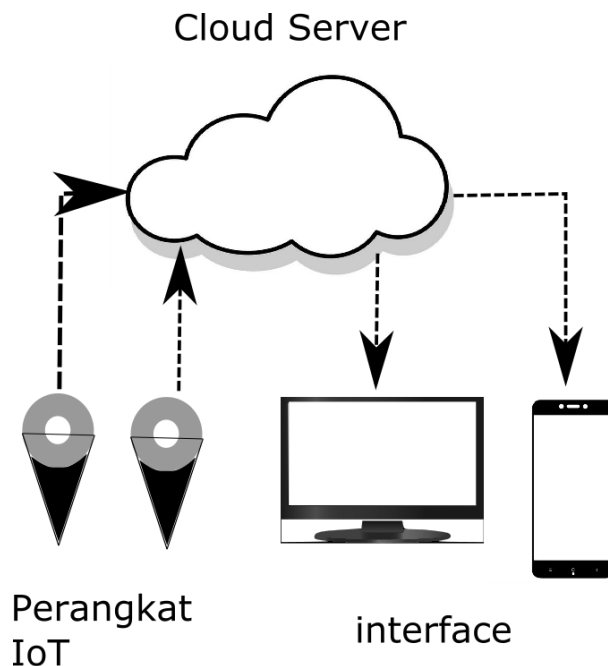
bantuan manusia sebagai pengentri data, prinsipnya adalah *Machine to Machine* (M2M). Dari sudut pandang sistem, manusia adalah pihak yang lambat, rawan kesalahan, dan perantara yang tidak efisien yang memunculkan keterbatasan sistem terkait kualitas dan kuantitas data yang dapat tersedia. Sebagai suatu alternatif, hal tersebut dapat menjadi lebih efisien jika sejumlah sensor yang mengukur dan mengamati kondisi atau kejadian nyata di lapangan secara langsung yang juga terhubung ke Internet untuk pengumpulan data, dan hal inilah yang menjadi visi dari *IoT* [13]. Pada prakteknya, aplikasi *IoT* sudah diterapkan pada berbagai bidang, seperti transportasi, pemantauan lingkungan, pengendalian daya listrik dan lainnya [14]. Salah satu bidang yang potensial untuk “merangkul” teknologi *IoT* adalah pertanian, termasuk budidaya bunga.

Dengan semakin berkembangnya infrastruktur internet, maka babak berikutnya, bukan hanya *smartphone* atau komputer saja yang dapat terkoneksi dengan internet. Namun berbagai macam benda, atau peralatan elektronik, peralatan yang dapat dikenakan manusia, dan termasuk benda nyata apa saja yang terhubung ke jaringan lokal dan global menggunakan sensor atau aktuator tertanam [15].

### **2.3. *Cloud Computing***

*Cloud computing* adalah pemodelan untuk memungkinkan akses jaringan yang dapat diminta kapan saja, dimana saja, serta mudah pada wadah sumber daya komputasi yang dapat diatur sedemikian rupa, sehingga proses pada *server* dapat dengan cepat ditetapkan dan dirilis dengan usaha manajemen atau interaksi penyedia layanan secara ringkas. Contoh untuk penggunaan pada *cloud computing* adalah penyedia jaringan komunikasi, *server*, penyimpanan data, aplikasi, hingga layanan yang lainnya [16]. *Cloud server* memiliki kemampuan dan fungsi yang sama terhadap *server*

pada umumnya, tetapi dapat mengakses secara diremote dari layanan penyedia *cloud server*. *Cloud server* juga dapat disebut sebagai *server* virtual atau *server* virtual terprivatisasi [17]. Ilustrasi untuk jaringan *cloud server* pada *IoT* akan ditunjukkan pada gambar 2.6.



Gambar 0.6 Ilustrasi jaringan cloud pada sistem IoT.

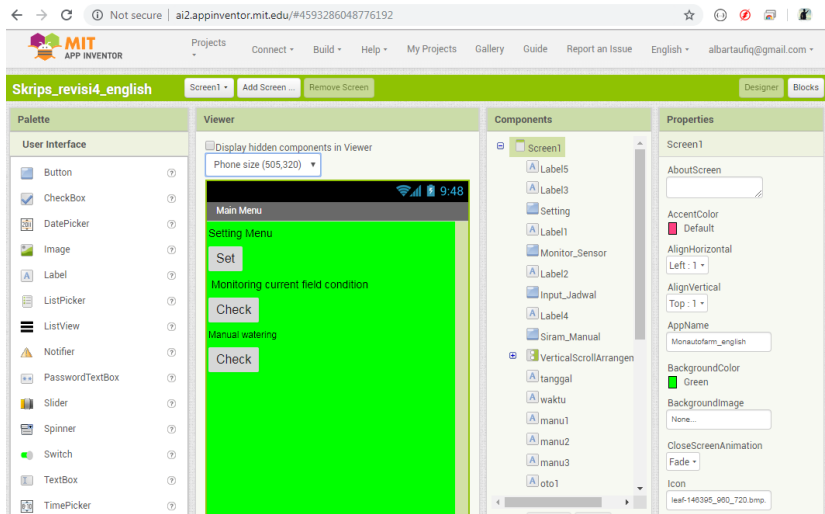
Salah satu penerapan layanan yang digunakan pada *cloud computing* adalah pemanfaatan untuk *IoT* dalam pengelolaan data yang diterima dari perangkat pengirim seperti data sensor – sensor yang terpasang pada perangkat tersebut, kemudian melalui jaringan internet dan konfigurasi tambahan pada perangkat *IoT* data diterima pada *cloud server*. Kemudian data yang telah terkumpul pada *cloud server* dapat diakses kembali menggunakan perangkat *interface* seperti komputer atau *smartphone* untuk menampilkan data terkini dari perangkat *IoT*, bahkan mengendalikan perangkat tersebut. Pada penelitian ini *cloud server* digunakan untuk

menghimpun data dari beberapa sensor pada perangkat *IoT*, yang kemudian diakses kembali oleh pengguna menggunakan aplikasi *webview* sehingga data dapat ditampilkan.

#### **2.4. MIT App Inventor**

MIT App Inventor merupakan aplikasi editor yang digunakan untuk membuat aplikasi pada *smartphone* android berbasis *cloud*, sehingga akses untuk menggunakan aplikasi tersebut dapat melalui *web browser*. Aplikasi ini diperuntukan untuk programmer pemula dalam membuat aplikasi pada *smartphone* android. App inventor dikembangkan oleh Google dan MIT Media Lab menggunakan basa pemrograman Java dan Kawa Scheme karena kedua bahasa pemrograman tersebut digunakan guna memudahkan pengguna MIT App Inventor untuk melakukan proses program dan beberapa kebutuhan lainnya yang dibutuhkan dalam sistem operasi Android. Dari bahasa Kawa tersebut terbagi lagi menjadi dua bagian, yakni *Kawa Language Framework* dan *Kawa's dialect*. Dari bahasa kawa tersebutlah yang dijadikan sebagai compiler dan menerjemahkan *Visual Block Programming*, atau disebut sebagai pemrograman dengan metode diagram blok [18].

Pada Gambar 2.7 ditunjukkan tampilan utama untuk editor aplikasi App Inventor.



Gambar 0.7 Tampilan editor MIT App Inventor.

## 2.5. *Urban Agriculture*

Agrikultur atau disebut sebagai pertanian adalah kegiatan pemanfaatan sumber daya hayati yang dilakukan manusia untuk menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri, atau sumber energi, serta untuk mengelola lingkungan hidupnya [19]. Kegiatan pemanfaatan sumber daya hayati dalam pertanian dipahami sebagai budidaya tanaman atau bercocok tanam, hingga melakukan pengembangbiakan ternak hewan, yang nantinya akan menghasilkan sumber pangan sehari – hari, dari makanan pokok hingga makanan olahan hasil rekayasa para penggiat budidaya agrikultur itu sendiri. Adapun kegiatan agrikultur yang dilakukan di kawasan pedesaan hingga perkotaan disebut juga sebagai *urban agriculture*. Kegiatan *urban agriculture* dapat mencerminkan tingkatan ekonomi yang berbeda serta perkembangan kehidupan sosial. Dari pembudidayaannya yang dilakukan secara bersama – sama, menghasilkan sebuah lingkungan dimana perkembangan dari pengolahan makanan hasil agrikultur dapat

dirasakan bersama – sama, serta akses untuk mendapatkan hasil panen dari pertanian didapatkan dengan lebih terjangkau.

Pengembangan dari *urban agriculture* memiliki beberapa keuntungan, diantaranya adalah [20]:

1. mengisi lahan-lahan kosong yang tidak produktif sehingga bisa memberikan nilai tambah pada perekonomian kota.
2. meningkatkan citra positif publik, khususnya dalam relasi antar masyarakat perkotaan.
3. meningkatkan lahan hijau dalam wilayah kota.
4. memberikan kesempatan bagi rumah tangga yang berpenghasilan rendah (*low-income household*) untuk bisa mengonsumsi produk pangan yang berkualitas baik dan mengandung nilai nutrisi tinggi, dengan harga yang terjangkau.

Adapun kekurangan tersendiri dalam mengembangkan *urban agriculture*, diantaranya adalah [20]:

1. lahan-lahan yang digunakan dalam budidaya dikhawatirkan tidak menghasilkan produk dengan kualitas yang diharapkan.
2. kurangnya dukungan dari pemerintah setempat secara nyata, atau dengan kata lain keterlibatan pemerintah hanya sebatas gagasan.
3. kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya kemandirian pangan dalam jangka panjang.
4. ketidakpedulian dari masyarakat terhadap lingkungan disekitarnya.

Oleh karena itu, untuk menjawab tantangan-tantangan yang ada, diperlukan sosialisasi serta dukungan nyata dari pemerintah setempat, baik dalam wujud sarana, infrastruktur, serta regulasi, sehingga program ini mampu berjalan dengan baik.



## 2.6. Mikrokontroler

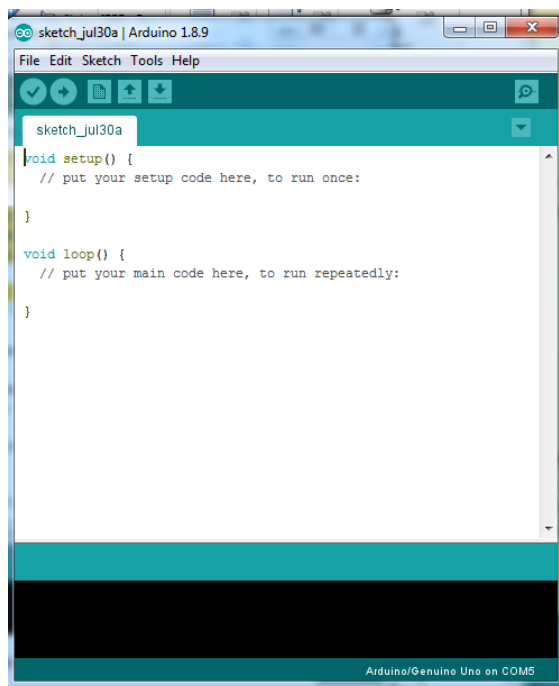
Mikrokontroler merupakan chip mikrokomputer yang secara fisik berupa sebuah sirkuit terintegrasi atau disebut sebagai *Integrated Circuit* (IC). Mikrokontroler digunakan dalam system yang kecil, murah serta tidak membutuhkan proses perhitungan yang sangat kompleks seperti dalam aplikasi di komputer. Mikrokontroler banyak dijumpai pada peralatan-peralatan elektronik, seperti pada *CD Player*, *remote control*, *microwave oven*, hingga robot. Mikrokontroler berisikan bagian-bagian utama, yaitu *Central Processor Unit* (CPU), *Random-Access Memory* (RAM), *Read-Only Memory* (ROM), dan *port Input / Output* (I/O). Mikrokontroler bekerja berdasarkan program yang telah disimpan didalamnya dan menjalankan instruksi yang telah diberikan pada instruksi program tersebut [21].

## 2.7. Arduino IDE

Arduino adalah sebuah *platform* elektronik bersifat *open-source* yang diperuntukan untuk kegiatan penggunaan sistem mikrokontroler secara *hardware* maupun *software*. Arduino mulai dibentuk di Ivrea Interaction Design Institute sebagai alat perantara untuk melakukan pengkonsepian alat dalam bentuk prototipe yang sasaran penggunaannya untuk kalangan pelajar yang belum memiliki latar pendidikan elektronik dan pemrograman. Adapun penggunaannya saat ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam aplikasi elektronik, dari sistem yang hanya melakukan instruksi secara hardware seperti mengendalikan nyala lampu dan motor, hingga melakukan pembacaan sensor tertentu dan mengirimkannya ke internet. Dari perkembangan itulah hingga kini perangkat Arduino mulai dikembangkan lebih lanjut untuk pengaplikasian pada sistem IoT hingga sistem tertanam yang integrasi pada lingkungan [22].

Program yang digunakan pada Arduino adalah bahasa C. Aplikasi Arduino IDE ini dapat memprogram *board* Arduino yang merupakan *board* bawaannya, seperti Arduino Uno, Arduino Mega, hingga Arduino Zero. Perkembangan pengintegrasian Arduino saat ini mampu juga untuk memprogram mikrokontroler selain *board* Arduino, seperti *board* mikrokontroler terintegrasi dengan modul komunikasi Wi-Fi ESP8266. Hal ini menjadi memudahkan untuk pengguna aplikasi Arduino IDE untuk mengembangkan sistem alat yang berkaitan dengan sistem IoT.

Pada gambar 2.8 adalah tampilan aplikasi Arduino IDE.

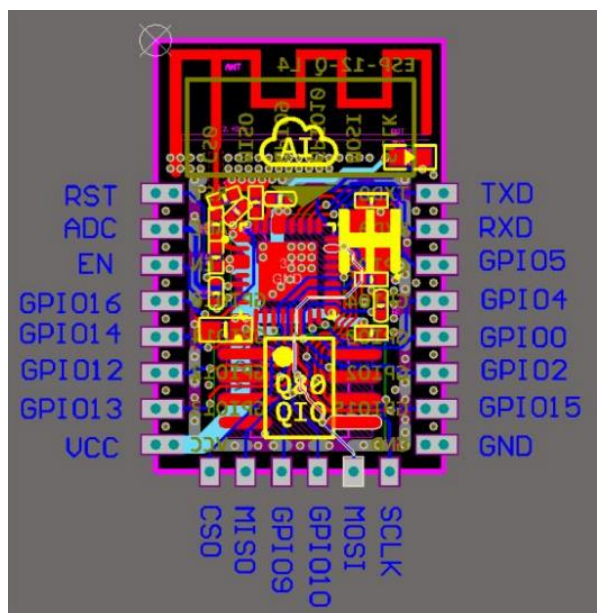


Gambar 0.8 Tampilan editor Arduino IDE

## 2.8. ESP8266 Module

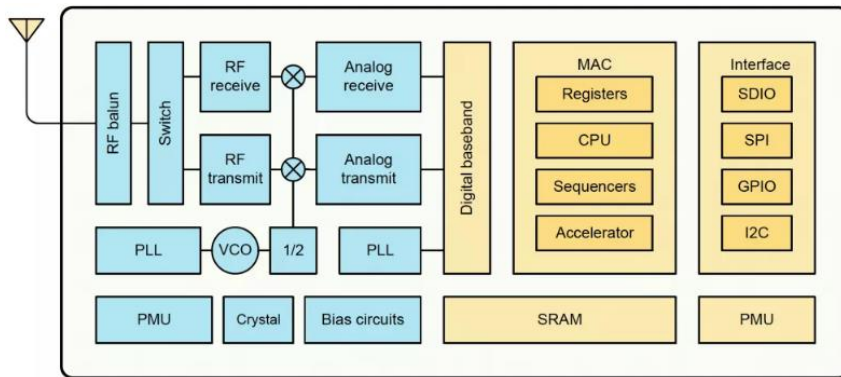
ESP8266 *WiFi module* merupakan sebuah platform *IoT* yang bersifat *opensource*. Modul ini dikembangkan oleh tim Ai-thinker. Prosesor inti

ESP8266 yang berukuran kecil daripada modul intinya membungkus Tensilica L106 yang mengintegrasikan mikro MCU 32-Bit *ultra low power* dengan *16-bit short mode*. Prosesor ini dibekali dengan kemampuan *clock speed* pada 80 MHz dan 160 MHz, mendukung RTOS, integrasi sistem Wi-Fi MAC/BB/RF/PA/LNA, serta antenna *on-board*. Pada gambar 2.9 [23] menunjukkan konfigurasi pin pada modul ESP8266 tipe ESP-12F.



Gambar 0.9 Konfigurasi Pin ESP-12F.

Blok diagram ESP-12E *Module* ditunjukkan Gambar 2.10 [23].



Gambar 0.10 Blok Diagram ESP-12E Module.

Fitur-fitur NodeMCU 1.0 (ESP-12E *Module*) ini adalah sebagai berikut [23]:

1. 802.11 b/g/n.
2. *Integrated low power 32-bit MCU.*
3. *Integrated 10-bit ADC.*
4. *Integrated TCP/IP protocol stack.*
5. *Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network.*
6. *Integrated PLL, regulators, and power management units.*
7. *Supports antenna diversity.*
8. WiFi 2.4 GHz, support WPA/WPA2.
9. *Support STA/AP/STA+AP operation modes.*
10. *Support Smart Link Function untuk both Android dan iOS.*
11. SDIO 2.0, (H) SPI, UART, I2C, I2S, IR Remote Control, PWM, GPIO
12. STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO
13. A-MPDU & A-MSDU aggregation dan 0.4s guard interval
14. +20 dBm output power in 802.11b mode

15. *Operating temperature range -40C ~ 125C*
16. *FCC, CE, TELEC, WiFi Alliance, dan SRRC certified*

Berikut ini merupakan aplikasi dari NodeMCU 1.0 (ESP-12E *Module*) :

1. *Home Appliances*
2. *Home Automation*
3. *Smart Plugs and Lights*
4. *Mesh Network*
5. *Industrial Wireless Control*
6. *Baby Monitors*
7. *IP Camera*
8. *Sensor Networks*
9. *Wearable Electronics*
10. *Wi-Fi Location-aware Devices*
11. *Security ID Tags*
12. *Wi-Fi Position System Beacons*

## **2.9. *Liquid Crystal Display***

*Liquid Crystal Display (LCD)* adalah komponen media penampil tulisan karakter menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. *LCD 16 x 2* ialah *LCD dot* matrik dengan jumlah karakter 2 baris x 16 kolom. Fitur *LCD 16 x 2* adalah sebagai berikut [24] :

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram.
4. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
5. Dilengkapi dengan *back light*.

Bentuk fisik dari *LCD 16 x 2* ditunjukkan Gambar 2.11 [24].



Gambar 0.11 Bentuk Fisik LCD 16x2.

Spesifikasi Kaki *LCD* 16 x 2 ditunjukkan Tabel 2.1 [24].

Tabel 0.1 Spesifikasi Kaki *LCD* 16x2.

Pin	Deskripsi
1	<i>Ground</i>
2	<i>Vcc</i>
3	Pengatur Kontras
4	“RS” <i>Instruction/Register Select</i>
5	“R/W” <i>Read/Write LCD Registers</i>
6	“EN” <i>Enable</i>
7 – 14	Data I/O Pin
15	<i>Vcc</i>
16	<i>Ground</i>

## 2.10. Sensor

Sensor merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah suatu daya menjadi daya yang lain [21]. Fungsi sensor secara umum adalah untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia dan dapat digunakan untuk mengkonversi suatu besaran tertentu menjadi satuan analog sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik [25].

Prinsip kerja suatu sensor ditentukan oleh bahan sensor utama yang dipakai, yang berkaitan erat dengan macam besaran yang diindera. Prinsip kerja sensor adalah sebagai berikut [26] :

1. Prinsip Fotovoltaik : Besaran yang diindera adalah cahaya.

Cahaya yang diubah menjadi tegangan antara dua bahan berbeda susunannya.

2. Prinsip Piezoelektris : Besaran yang diindera menyebabkan perubahan tegangan  $V$  dan muatan  $Q$  yang ditimbulkan oleh sejenis kristal.
3. Prinsip Elektromagnetik : Besaran yang diindera mengubah fluks magnetis yang kemudian mengubah suatu tegangan.
4. Prinsip Kapasitif : Perubahan besaran yang diindera menyebabkan perubahan kapasitas.
5. Prinsip Induktif : Perubahan besaran yang diindera menyebabkan perubahan induktif.
6. Prinsip Fotokonduktif : Besaran yang diindera mengubah hantaran (*conductive*) atau rambatan (*resistance*) bahan semi penghantar melalui perubahan cahaya yang mengenai bahan tersebut.
7. Prinsip Reluktif : Besaran yang diindera diubah menjadi perubahan tegangan AC sebagai akibat perubahan lintasan diantara dua atau lebih komponen ketika rangsangan AC diterapkan pada sistem kumparan tersebut.
8. Prinsip Potensiometer : Besaran yang diindera diubah menjadi perubahan menjadi perubahan kedudukan kontak geser pada suatu elemen hambatan.
9. Prinsip Resistif : Perubahan besaran yang diindera diubah menjadi perubahan hambatan suatu elemen.
10. Prinsip Ukur Regangan : Besaran yang diindera diubah menjadi perubahan hambatan sebagai akibat adanya regangan, biasanya pada dua atau empat cabang suatu jembatan *wheatstone*.
11. Prinsip Termoelektris : Besaran yang diindera adalah suhu dan

tranduser bekerja atas dasar efek *Seeback*, efek Thomson atau efek Peltier.

Pada penelitian ini sensor yang digunakan adalah sensor rangkaian *Capacitive Soil Moisture Sensor*, yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembaban pada tanah. Kemudian rangkaian *Sensor pH Meter*, yang digunakan untuk mengukur nilai keasaman pada tanah. Lalu sensor Suhu DHT22 yang berfungsi untuk mengukur tingkat suhu dan kelembaban di sekitar.

### **2.10.1. *Capacitive Soil Moisture Sensor***

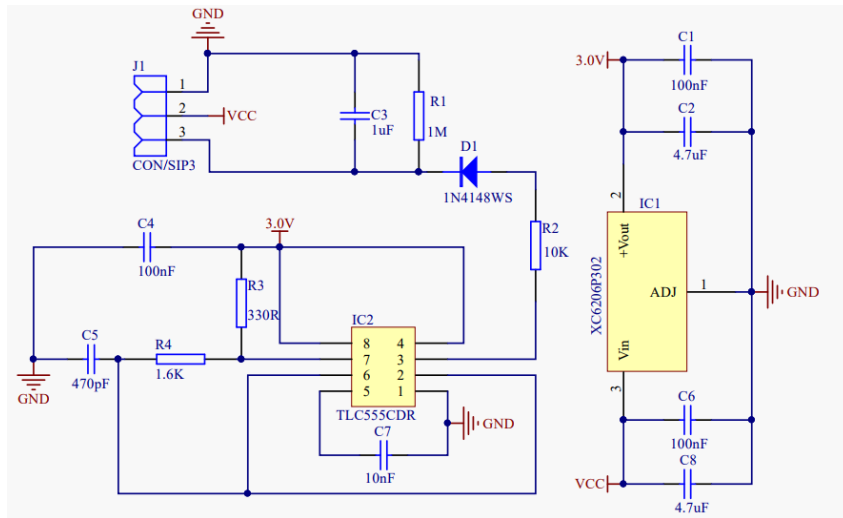
*Capacitive Soil Moisture Sensor* ini merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi tingkat kelembaban secara kapasitif. Sensor ini dapat digunakan sebagai parameter untuk otomatisasi penyiram tanaman. Pada gambar 2.12 [27] adalah contoh bentuk fisik dari sensor kelembaban.



Gambar 0.12 Sensor *Capacitive Soil Moisture Sensor* (SEN0193).

Pada gambar 2.13 [27] adalah rangkaian elektronik dari *Capacitive Soil Moisture Sensor*.





Gambar 0.13 Skematik Rangkaian Sensor Capacitive Soil Moisture Sensor.

Adapun rangkaian ini dapat bekerja dengan tegangan masukan sebesar 3,3 – 5,5 Volt DC, dengan jangkauan keluaran tegangan analog sebesar 0 – 3 Volt DC. Output yang dihasilkannya tersebut dapat dibaca oleh mikrokontroler pada umumnya, seperti Arduino, Raspberry, hingga modul ESP pada port analognya. Untuk probe pendeteksi tanah bisa menggunakan probe bawaan dari modul sensornya, atau bisa juga diganti dengan probe tanah yang berbeda dari gambar di atas.

### 2.10.2. Sensor pH Meter

Sensor pH meter adalah sensor yang dapat membaca tingkat keasaman sebuah media, contohnya tanah dan air. Nilai pH tanah merupakan faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Nilai pH yang sesuai untuk tanaman berbeda berbeda satu sama lain. Maka dari itu, agar memastikan bahwa media tanah yang digunakan cocok untuk tanaman yang akan ditanam, maka dibutuhkan pembacaan kondisi

keasaman tanah [28]. Cara penggunaannya sama seperti modul pembacaan sensor kelembaban tanah, dimana sensornya ditancapkan pada tanah, hanya saja bahan yang digunakan pada sensor ini berbeda bahannya, yakni semacam stainless steel.

Bentuk fisik dari sensor pH meter ditunjukkan pada Gambar 2.14.



Gambar 0.14 Bentuk Fisik Sensor pH Meter.

### 2.10.3. Sensor DHT-22

Sensor DHT-22 merupakan sensor yang membaca kondisi suhu dan kelembaban di sekitarnya. Sensor ini memiliki respon pembacaan yang cukup baik, dengan pembacaan suhu kisaran -40 derajat Celcius hingga 80 derajat Celcius, sehingga sensor ini cukup tahan dingin dan panas dengan suhu di lingkungan luar [29]. Sensor ini memiliki perbandingan yang lebih baik daripada sensor DHT-11, yang memiliki kesamaan fungsi. Sensor ini dapat dikembangkan untuk beberapa aplikasi, seperti sistem kendali suhu ruangan, *thermometer digital*, hingga *weatherstation*.

Bentuk fisik sensor DHT-22 ditunjukkan pada Gambar 2.16.



Gambar 0.15 Bentuk fisik Sensor DHT-22.

Sensor ini memiliki 3 Pin. Pin Vcc yang membutuhkan tegangan sebesar 5 Volt dari mikrokontroler, pin Ground, serta Pin *input*. DHT-22 dapat digunakan pada mikrokontroler Arduino Uno atau Arduino Mega. Pada penelitian ini, DHT-22 mengirim data pada mikrokontroler ESP8266.

#### 2.10.4. Sensor Cahaya BH1750

Sensor BH1750 merupakan sensor yang mendeteksi tingkat intensitas cahaya dalam satuan lux. Resolusi pembacaan sensor ini sebesar 65535 lux. akses pembacaan modul sensor cahaya BH1750 dilakukan dengan komunikasi I2C dari mikrokontroler ke modul sensornya. Sensor ini aplikasinya diterapkan untuk membaca intensitas cahaya pada *weatherstation*, hingga intensitas Cahaya yang diterima oleh tanaman dalam satuan lux [30].

Pada Gambar 2.16 adalah modul sensor cahaya BH1750 yang digunakan.



Gambar 0.16 Sensor cahaya BH1750.

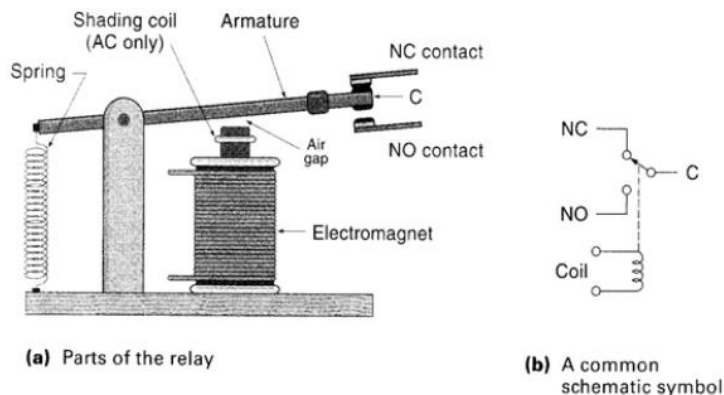
#### 2.11. Relay

*Relay* dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. Sebelum tahun 1970, *relay* merupakan otak dari rangkaian pengendali. Baru setelah itu muncul PLC yang mulai menggantikan posisi

*relay*. *Relay* yang paling sederhana ialah *relay* elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana *relay* elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

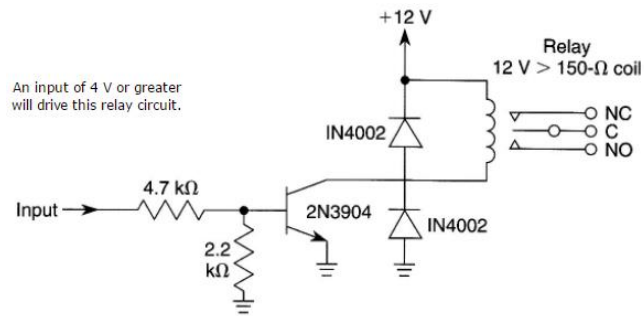
1. Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak saklar.
2. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik.

Prinsip kerja dari *relay* adalah ketika *Coil* mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik *armature* yang berpegas, dan *contact* akan menutup. Gambar 2.17 mendeskripsikan dari prinsip kerja *relay*.



Gambar 0.17 Prinsip Kerja Relay.

Secara sederhana *relay* akan bekerja sebagai saklar ketika mendapat tegangan atau tidak. Jika *relay* diberikan tegangan, maka *relay* akan menghantarkan tegangan ke rangkaian yang terbuhung dengannya. Sebaliknya jika tidak mendapat tegangan maka *relay* akan memutus tegangan. Contoh rangkaian kendali relay ditunjukkan pada gambar 2.18.



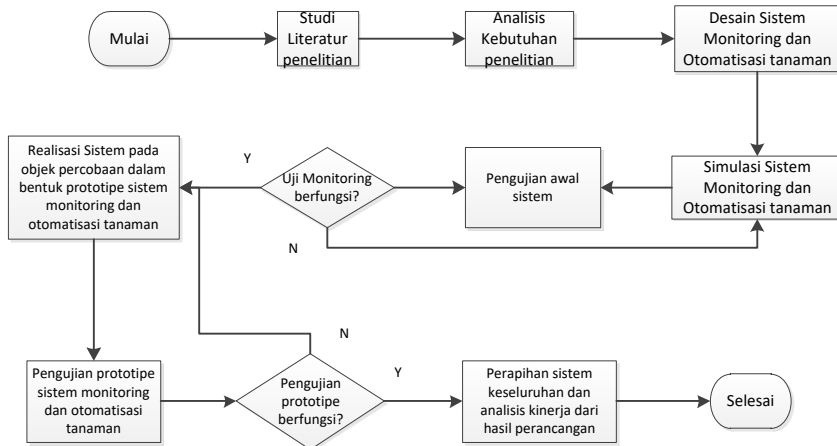
Gambar 0.18 Skematik switching relay dengan kontrol transistor.

Sumber : <https://electronics.stackexchange.com/questions/312953/analyzing-a-transistor-relay-driver>

## BAB III Metodologi Penelitian

### 3.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Tahapan – tahapan yang dilakukan pada penelitian ini terdapat pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 0.1 Diagram alir Metode Penelitian.

#### 3.1.1. Studi Literatur

Sebelum melakukan rancang bangun sistem monitoring dan otomatisasi kondisi perkebunan berbasis *internet of things*, dilakukan studi literatur terlebih dahulu. Studi literatur yang dilakukan berupa pengumpulan *paper*, pendalaman topik, dan analisa mengenai sistem kendali, aplikasi berbasis *web* dengan pengaturan tampilannya, serta segala referensi yang berkaitan dengan *internet of things*.

#### 3.1.2. Analisis Kebutuhan

Kebutuhan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. 1 unit Notebook Fujitsu S6410, Intel(R) Pentium(R) Core(TM) 2 Duo, @2GHz, dengan sistem operasi Windows 7 32 bit.

2. 1 unit *smartphone* android sistem operasi android, minimal bekerja pada versi Android Ice Cream Sandwich 4.0
3. ESP-12F *Module* beserta adapter PCB untuk sistem monitoring
4. USB To TTL Adapter
5. Arduino Nano
6. *LCD* 16x2
7. *Router*
8. 3 modul Rangkaian sensor kelembaban tanah.
9. 3 modul Rangkaian sensor keasaman tanah
10. 3 Sensor DHT 22, sensor suhu dan kelembaban udara.
11. 2 *Module Relay*
12. 1 Pompa air
13. 1 bibit masing – masing untuk tumbuhan cabe, bawang, dan tomat.
14. Rak penyimpanan pot tumbuhan sebanyak 3 buah.

### **3.1.3. Desain Sistem Monitoring dan Otomatisasi Tanaman**

Setelah bahan dan kebutuhan pembentuk sistem telah disiapkan, maka langkah selanjutnya adalah mendesain terlebih dahulu kerangka sistem monitoring dan otomatisasi tanaman, dimulai dari sisi *hardware* bagian pengumpul informasi keadaan tanah serta suhu, dan *hardware* pada otomatisasi penyiraman. Setelah bagian *hardware* rampung, maka dilanjutkan untuk mendesain kerangka pada sisi *software* untuk penghimpun data berupa *cloud server* serta aplikasi berbasis *WebView* agar dapat dimonitor menggunakan *smartphone* dengan mudah.

### **3.1.4. Simulasi Sistem Monitoring dan Otomatisasi Tanaman**

Simulasi pada alat ini berupa kendali penyiraman otomatis menggunakan Arduino Nano, serta memonitor kelembaban tanah, kelembaban udara, dan suhu ruangan dari modul ESP8266 pada *project board* dengan menggunakan *serial monitor* di Arduino IDE. Setelah pengujian awal dengan memantau perubahan yang terjadi melalui *serial monitor* pada Arduino IDE, kemudian dilanjutkan dengan simulasi mengirimkan data yang telah didapat dari sensor menuju *cloud server*, dan memeriksa data yang telah diterima dari modul ESP8266. Lalu setelah mengirim data ke *cloud server*, simulasi selanjutnya adalah membuat aplikasi android menggunakan MIT App Inventor untuk memonitor data yang telah terkirim ke *cloud server* agar dapat dipantau melalui android dengan tampilan yang ramah untuk pengguna aplikasinya. Setelah itu, simulasi akhir adalah memodifikasi sistem agar dapat memberikan masukan berupa nilai minimal kondisi kelembaban tanah untuk melakukan otomatisasi penyiraman yang sudah tersinkronisasi dari referensi awal berupa kelembaban tanah, diatur melalui aplikasi pada *smartphone*, dan ditanggapi oleh sistem otomatisasi penyiraman yang telah terpasang.

### **3.1.5. Realisasi Sistem**

Setelah selesai membuat dan menguji simulasi awal sistem monitoring dan otomatisasi, maka langkah selanjutnya membuat desain rangka *monitoring* kelembaban tanah, keasaman tanah, kelembaban udara, dan suhu ruangan secara tertanam. Kemudian membuat sistem otomatisasi untuk menyalakan serta mematikan penyiram air pada sistemnya secara tersusun.



### 3.1.6. Pengujian Fitur

Pengujian dilakukan dengan menggunakan bahan uji sebagai berikut

:

1. Pengujian *monitoring*.
  - Kelembaban tanah
  - Keasaman tanah
  - Kelembaban udara
  - Suhu udara
  - Status kendali air
  - Tampilan aplikasi yang *user-friendly*
2. Pengujian pengendalian
  - Mengendalikan nyala penyiraman air dengan tingkat kekeringan tanah yang fleksibel

Cara pengujian pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan secara bertahap sesuai dengan pengujian simulasi, dimana pengujian realisasi ini dilakukan dengan kondisi sistem alatnya telah diintegrasikan secara keseluruhan bagian pembentuk sistem monitoring dan otomatisasi tersebut
2. Pengujian awal dimulai dari pengecekan kembali kondisi *hardware* pada bagian monitoring sensor oleh modul ESP8266, serta mengecek kembali otomatisasi yang dilakukan oleh mikrokontroler ESP8266.
3. Setelah pengecekan kembali pada sisi *hardware* selesai, maka dilanjutkan pada pengecekan sisi *software*, yakni melihat kinerja penerimaan data pada *cloud server* serta pengujian aplikasi pada *smartphone*.
4. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengakses aplikasi pada sistem operasi Android minimal versi 4.0.

5. Setelah aplikasi dapat diakses, dilanjutkan dengan menguji fitur yang ada pada aplikasi, *monitoring* status penyiram air, memonitor suhu udara sekitar, memonitor kelembaban udara, memonitor kelembaban tanah, dan memonitor keasaman tanah.

### **3.1.7. Analisis dan Pengumpulan Data**

Mencatat dan menganalisis dari kinerja sistem monitoring dan otomatisasi yang sudah terpasang. Data yang akan didapat berupa nilai sensor yang terekam pada sistem melalui *serial terminal* pada Arduino IDE, *cloud server*, serta aplikasi *smartphone*. Setelah itu menganalisis kondisi otomatisasi penyiraman pada sistem serta merubah dan menguji kembali otomatisasi penyiraman dengan mengatur nilai minimal agar otomatisasi yang dilakukan bekerja sesuai dengan pengaturan yang diinginkan.

## BAB IV Perancangan dan Implementasi

### 4.1. Perancangan

Perancangan sistem monitoring dan otomatisasi pertanian dibagi menjadi beberapa macam, diantaranya :

1. Blok diagram keseluruhan
2. Blok diagram sensor
3. Blok diagram otomatisasi
4. Blok diagram *interface*
5. Desain sistem
6. Perancangan *hardware*
7. Perancangan *software*

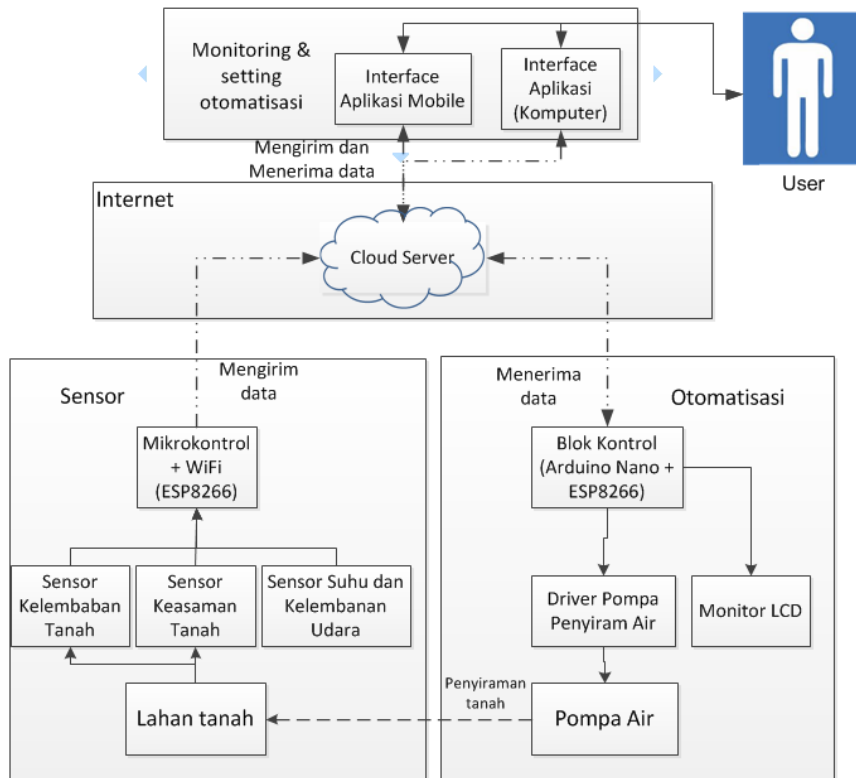
#### 4.1.1. Blok Diagram Keseluruhan

Sistem alat ini dibangun dari 3 sub blok diagram, yakni blok *hardware*, blok monitoring, serta blok internet. Pada blok hardware, terdapat mikrokontrol yang berfungsi sebagai pengumpul data sensor tanah serta lingkungan, dan juga mikrokontroler sebagai otomatisasi sistem penyiraman pada tumbuhan. Kedua mikrokontroler tersebut akan berkomunikasi pada *cloud server* melalui jaringan internet untuk menyimpan data nilai sensor serta fungsi otomatisasi yang akan dilakukan.

Pada blok internet terdapat layanan *cloud server*, dimana fungsinya adalah sebagai tempat penyimpanan nilai-nilai sensor tanah dan lingkungan, nilai *threshold* minimal untuk otomatisasi penyiraman, serta kondisi kinerja otomatisasi yang sedang berlangsung. Bagian inilah yang menghubungkan antara mikrokontrol sensor, mikrokontrol otomatisasi, serta aplikasi yang memantau dan mengatur sistem otomatiasinya.

Pada blok monitoring terdapat aplikasi yang berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan sensor tanah dan lingkungan, memantau kondisi otomatisasi yang sedang dilakukan, serta mengatur nilai *threshold* minimal untuk sistem otomatisasi penyiramannya. Aplikasi ini menggunakan perangkat *smartphone* yang terhubung ke internet agar dapat bekerja mengambil data dan mengatur *threshold*-nya pada *cloud server*.

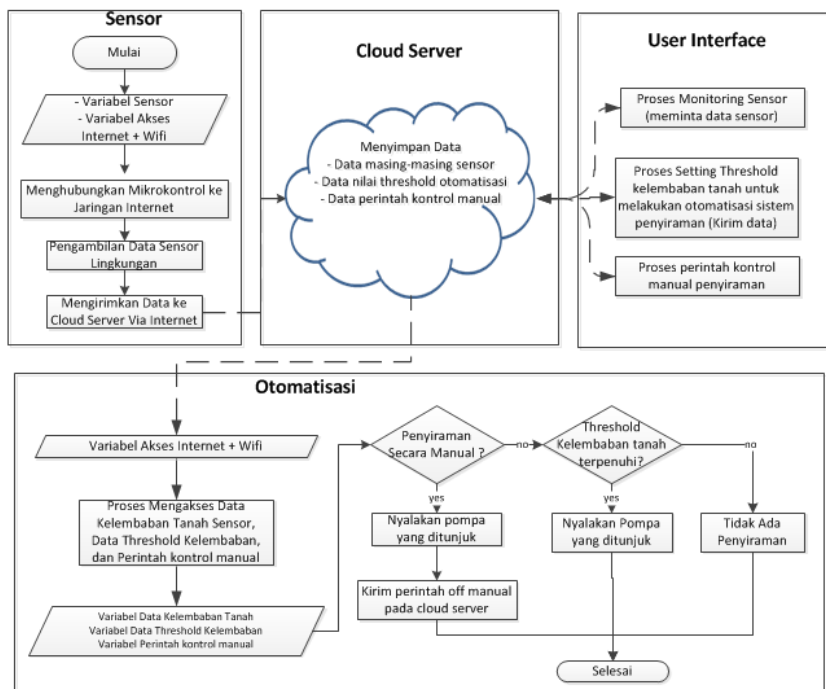
Blok diagram rancang bangun sistem *monitoring* dan otomatisasi pada pertanian jenis sayuran berbasis *Internet of Things* ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 0.1 Blok diagram keseluruhan sistem.

Dari keseluruhan sistem yang dirancang, proses sistem ini dimulai dari pembacaan lingkungan lahan tanaman sekitar menggunakan sensor

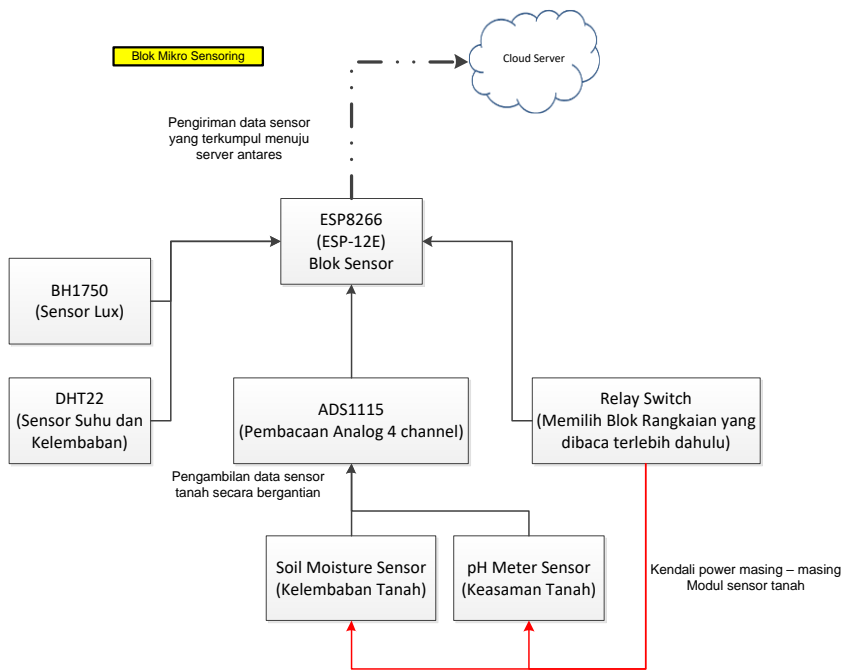
tanah dan udara. Data yang diperoleh dari sensor tersebut diolah oleh mikrokontroler sensor dan dikirim ke *cloud server* melalui jalur internet secara berkala. Setelah sensor dilakukan, kemudian dari sisi pengguna dapat memantau data yang telah terkirim pada *cloud server* dan mengatur kontrol penyiraman tanamannya baik secara otomatis maupun manual. Setelah diset sedemikian rupa, maka data sensor dan parameter yang telah disetel akan diteruskan dari *cloud server* menuju mikrokontroler otomatisasi untuk mengeksekusi otomatisasi penyiraman tanaman jika sudah terpenuhi parameter yang sudah disiapkan. Pada Gambar 4.2 menunjukan *flowchart* sistem kerja alat keseluruhan setiap satu siklus.



Gambar 0.2 Flowchart sistem kerja alat keseluruhan.

### 4.1.2. Blok Diagram Sensor

Untuk mikrokontrol bagian sensor terdapat beberapa parameter sensor yang digunakan, yakni kondisi kelembaban tanah, keasaman tanah, nilai konduktivitas tanah, suhu dan kelembaban sekitar, dan intensitas cahaya. Untuk pembacaan sensor dilakukan secara bergilir. Setelah semua data dari modul sensor terkirim, ada parameter yang akan digunakan untuk melakukan otomatisasi penyiraman pada tanaman yaitu kondisi kelembaban tanah. Blok diagram sensor ditunjukkan pada Gambar 4.3.

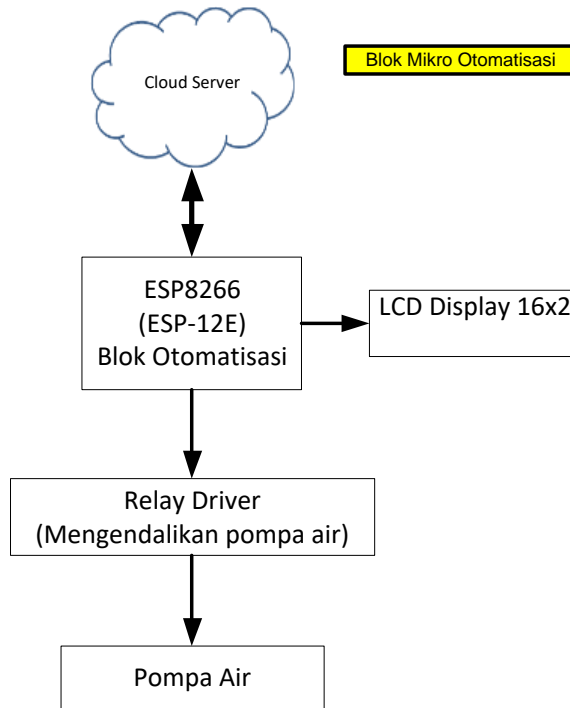


Gambar 0.3 Diagram blok sensor tanah.

### 4.1.3. Blok Diagram Otomatisasi

Sistem kendali penyiraman menggunakan satu mikrokontroler ESP8266 sebagai pengambil data referensi untuk melakukan otomatisasi penyiraman menggunakan pompa air melalui kendali *On – Off* Relay. Modul ini dilengkapi dengan tampilan LCD 2 x 16 sebagai penampil

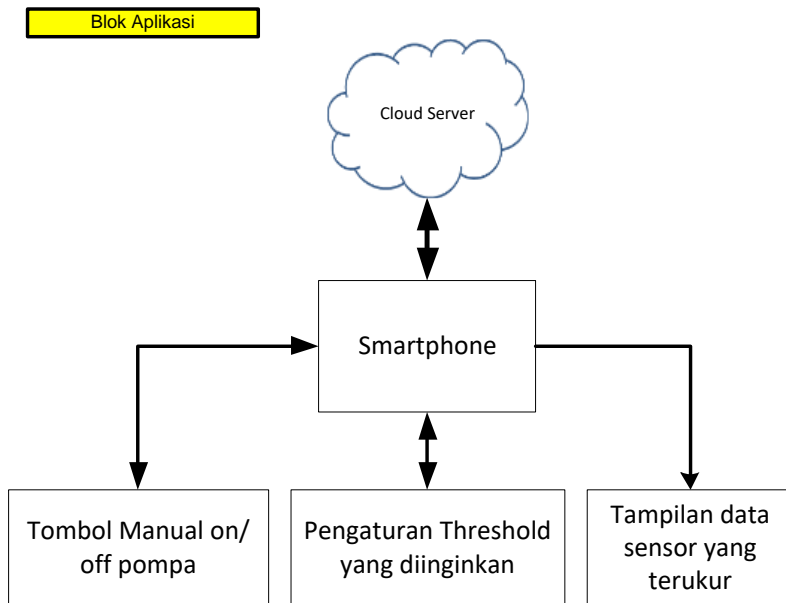
informasi dari kondisi otomatisasi yang sedang dilakukan, serta menampilkan nilai kelembaban tanah yang diambil dari *cloud server*. Blok diagram otomatisasi ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 0.4 Blok diagram modul otomatisasi penyiraman.

#### 4.1.4. Blok Diagram *Interface*

Sistem antarmuka yang akan dibuat menggunakan aplikasi android yang sudah deprogram terlebih dahulu. Untuk fitur aplikasi android ini diantaranya adalah proses pengambilan data sensor tanah, suhu, dan cahaya pada pot tanaman yang terpasang sistem. Kemudian data yang telah diterima akan ditampilkan pada aplikasi. Selain itu aplikasi ini memiliki fitur pengatur penyiraman secara otomatis dengan memberikan nilai referensi tanah yang kering terhadap tingkat kelembaban tanah yang terbaca oleh sensor. Blok diagram *interface* ditunjukkan pada Gambar 4.5.



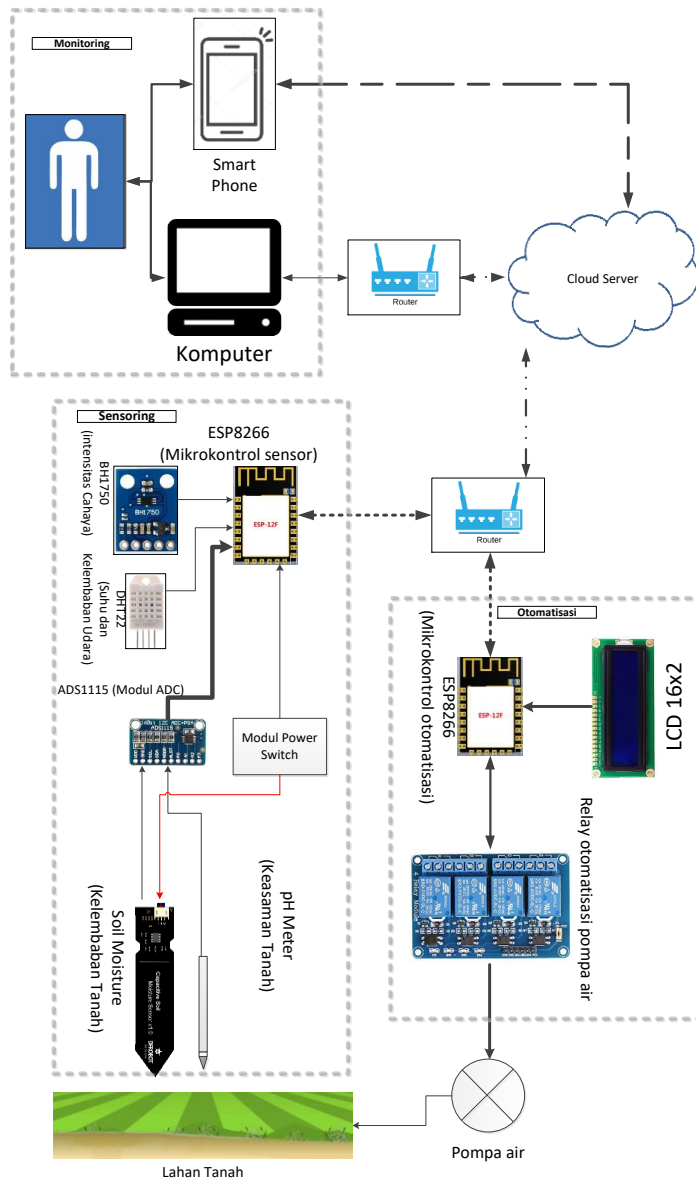
Gambar 0.5 Blok diagram interface.

#### 4.1.5. Desain Sistem

Modul Wifi ESP8266 pada bagian sensor berfungsi sebagai mikrokontrol pengolah data sensor tanah dan lingkungan, yang diteruskan hasil olahan data tersebut pada server IoT Antares melalui jaringan Wifi. Kemudian data dari server Antares akan diambil oleh modul Wifi ESP8266 pada bagian otomatisasi untuk memonitor hasil nilai sensor yang terbaca pada bagian sensor menggunakan modul penampil LCD 16x2, serta mengambil nilai kontrol manual dari *smartphone* dan *threshold* batas kelembaban tanah pada penyiraman otomatis untuk mengaktualisasi pompa air agar dinyalakan atau dimatikan. Nilai *threshold* kelembaban tanah dapat diatur dari bagian monitoring aplikasi *smartphone*.

Desain sistem monitoring dan otomatisasi pada pertanian berbasis Internet of Things ditunjukkan pada Gambar 4.6.

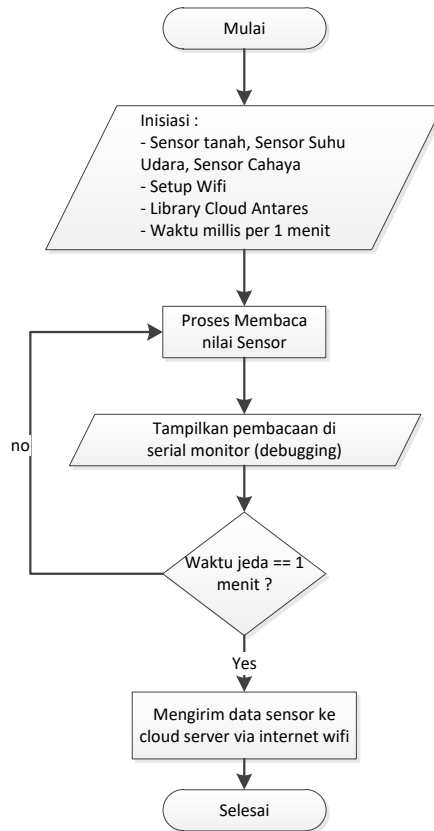




Gambar 0.6 Desain sistem sensor, otomatisasi, dan antarmuka.

Pada bagian sensor, terdapat tiga tahapan untuk sistem kerja bagian sensor, yaitu inisiasi koneksi jaringan internet melalui wifi, proses sensor membaca kondisi tanah dan lingkungan sekitar, dan proses pengiriman data yang didapat ke *cloud server*. Pada Gambar 4.7 memaparkan *flowchart*

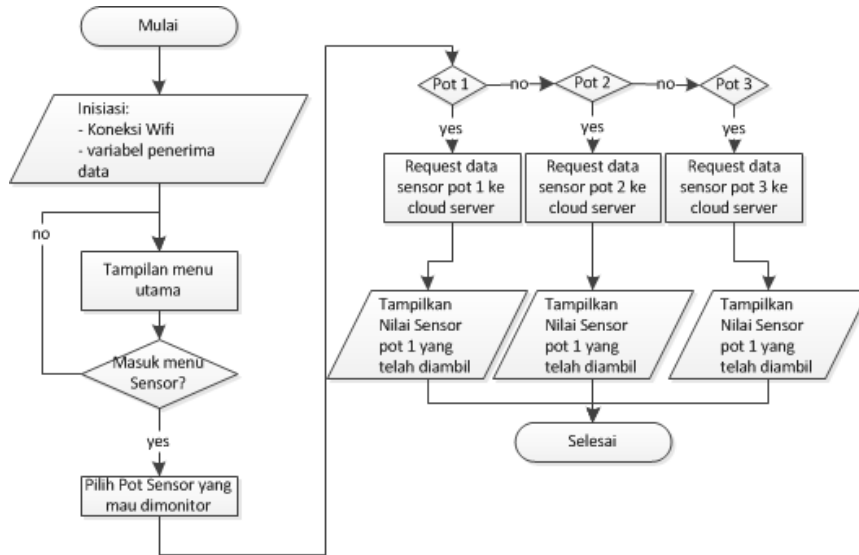
untuk sistem kerja modul sensor dalam proses satu kali siklus program berjalan.



Gambar 0.7 Flowchart sistem kerja mikrokontroler sensor tanah.

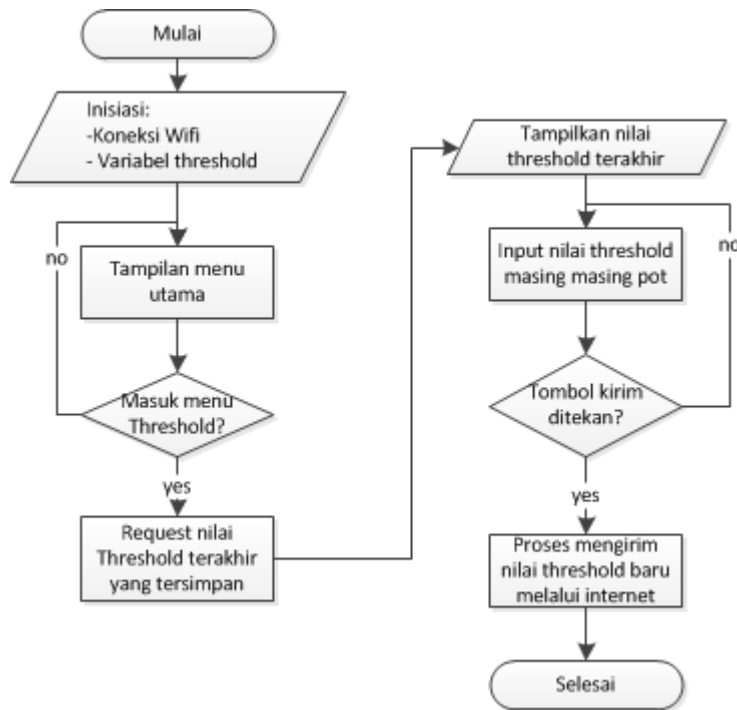
Pada bagian aplikasi akan melakukan proses pengambilan data nilai masing-masing sensor, serta melakukan input untuk melakukan otomatisasi penyiraman secara *threshold* nilai kelembaban tanah, secara jadwal, dan kendali manual. Untuk keterangan yang ditampilkan saat memonitor kondisi tanah dan lingkungan sekitar pada pot tanah adalah persentase kelembaban tanah, nilai keasaman pH tanah, suhu udara, kelembaban udara, intensitas cahaya, nilai *threshold* kelembaban tanah, dan kontrol manual

untuk menyalakan pompa air. Pada Gambar 4.7 merupakan *flowchart* kerja sistem monitoring sensor tanah.



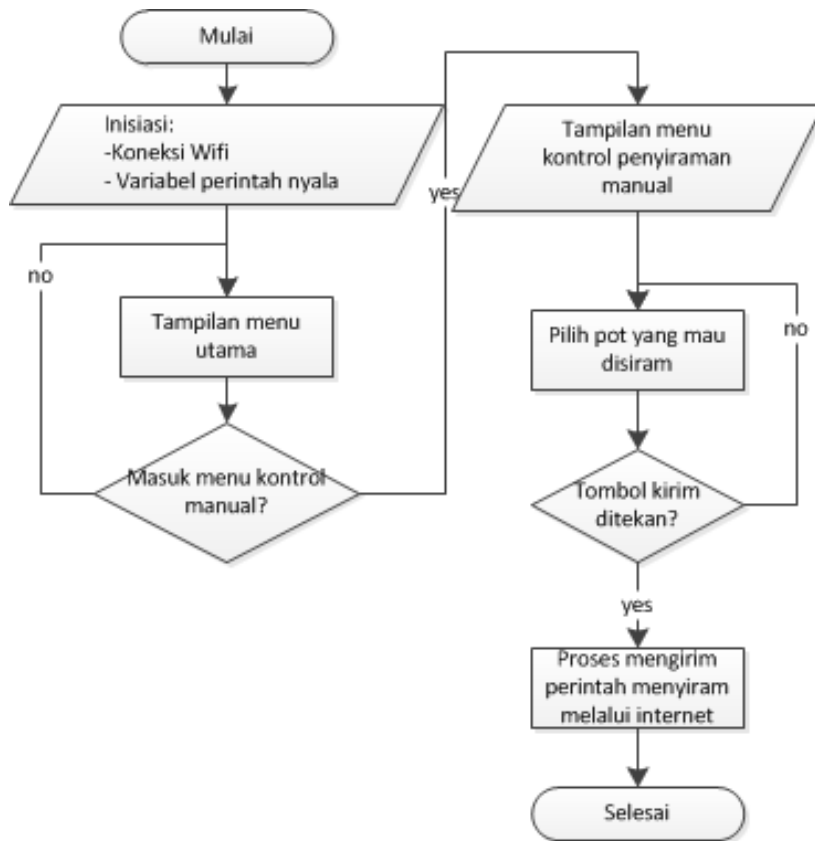
Gambar 0.8 Flowchart sistem kerja aplikasi untuk menampilkan nilai sensor.

Untuk proses penginputan nilai *threshold* kelembaban tanah dilakukan di aplikasi dengan masuk menu *threshold*. Kemudian input nilai *threshold* dalam skala persentase minimal untuk menyalakan masing-masing pompa air pada masing-masing pot tanaman. Kemudian pilih kirim untuk mengirim nilai *threshold* pada *cloud server*. Pada Gambar 4.9 menunjukkan flowchart proses menginput nilai *threshold* kelembaban tanah pada aplikasi.



Gambar 0.9 Flowchart proses menginput nilai threshold kelembaban tanah pada aplikasi.

Untuk proses penginputan kendali penyiraman secara manual dilakukan di aplikasi dengan masuk menu kendali manual. Kemudian pilihlah pot mana yang mau disiram untuk menyalakan pompa air yang dikehendaki. Kemudian pilih kirim untuk mengirim referensi kendali manualnya pada *cloud server*. Pada Gambar 4.10 menunjukkan flowchart proses menginput kendali manual penyiraman pada aplikasi.

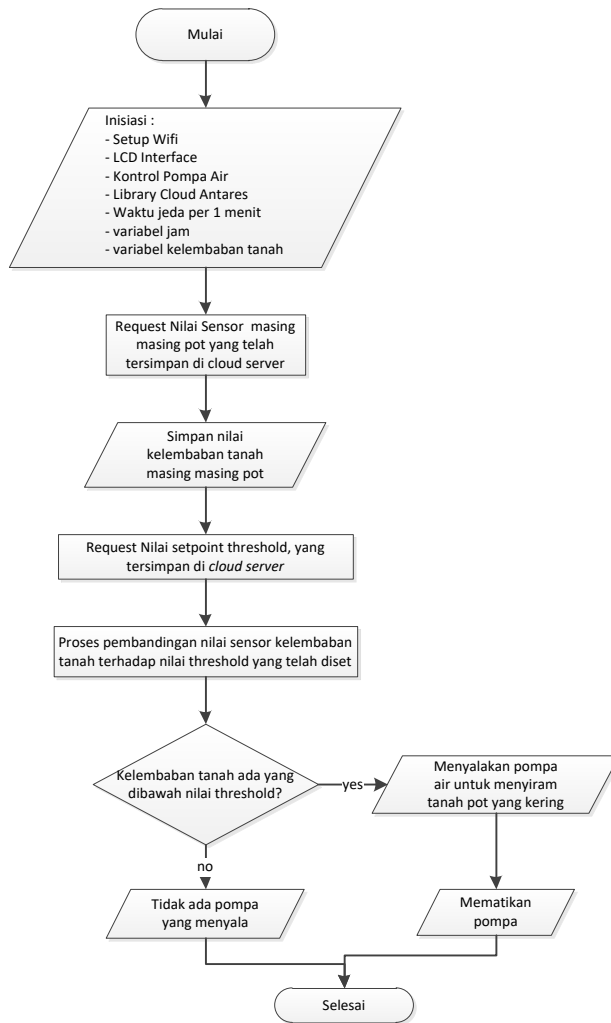


Gambar 0.10 Flowchart proses menginput perintah kendali manual pada aplikasi.

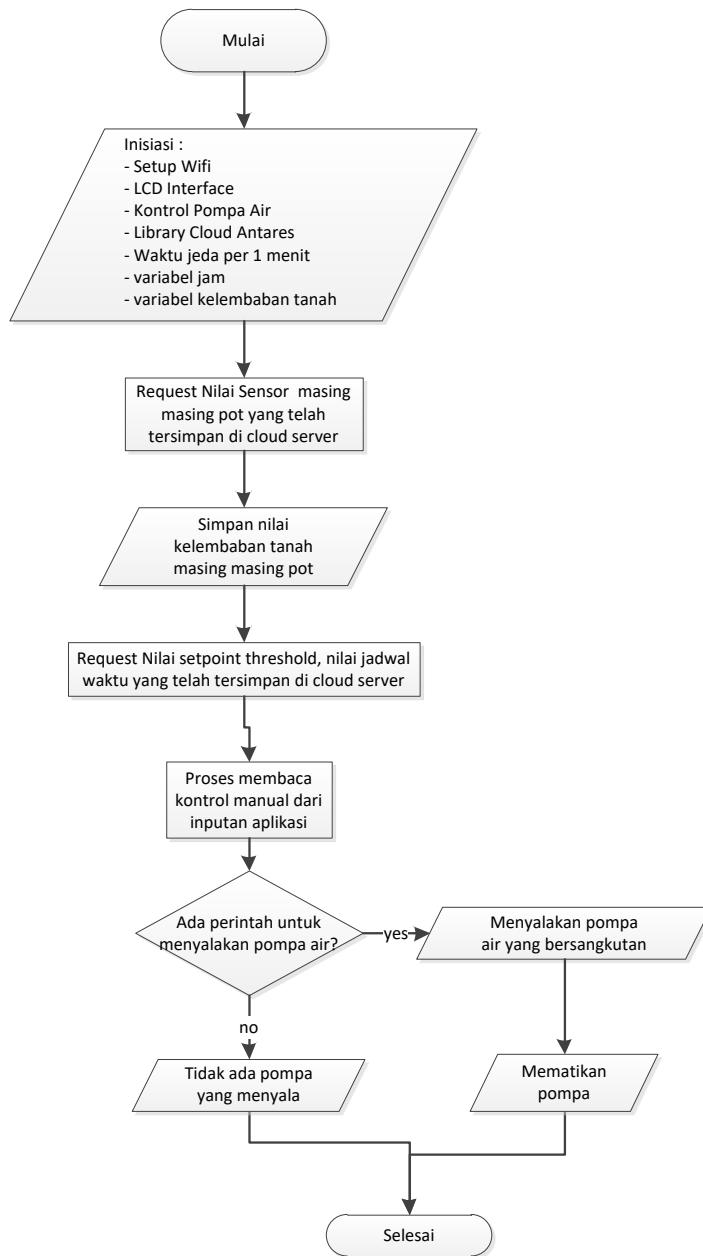
Untuk proses otomatisasi penyiraman, terdapat dua cara, yaitu membandingkan nilai sensor kelembaban tanah yang sedang terbaca terhadap batasan *threshold* minimal kering yang telah diset pada *cloud server* dan kendali secara manual. Proses membandingkan kelembaban tanah terhadap *threshold* yang telah diset melalui proses pengambilan nilai referensi yang bersangkutan dari *cloud server*, yang kemudian dibandingkan pada mikrokontroler bagian otomatisasi. *Threshold* ini sendiri merupakan batas nilai kelembaban tanah yang ditentukan oleh pengguna untuk menentukan tingkat kekeringan yang kemudian menjadi referensi menyalakan pompa air agar melakukan penyiraman pada lahan jika sudah

melewati nilai ambang tersebut. Setelah dibandingkan, maka akan mendapatkan keputusan apakah akan dilakukan penyiraman atau tidak. Setelah penyiraman selesai, maka dilakukan kembali pembandingan kembali kondisi kelembaban tanah terhadap *threshold* untuk membuktikan sudah tersiram atau tidak tanah tersebut.

Otomatisasi penyiraman secara kendali manual dilakukan dengan cara membaca referensi perintah kendali langsung dari aplikasi, kemudian datanya tersimpan pada *cloud server*, dan tersampaikan ke mikrokontroler otomatisasi. Kemudian pada mikrokontrol tersebut langsung menginisiasi pompa air untuk langsung menyala beberapa waktu, dan kemudian pompa tersebut dan dimatikan kembali. Setelah dimatikan, mikrokontrol tersebut mengirim kembali pada *cloud server* dengan referensi kendali manual pada posisi mati, supaya setelah sekali perintah kontrol manual dilakukan oleh mikrokontrol otomatisasi tidak akan melakukan lagi penyiraman hingga perintah selanjutnya yang diinisiasi oleh aplikasi. Pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12 merupakan *flowchart* kerja sistem otomatisasi secara *threshold* kelembaban tanah, jadwal, dan kendali manual.



Gambar 0.11 Flowchart sistem kerja mikrokontroler otomatisasi dengan otomatisasi secara pembacaan threshold kelembaban tanah.



Gambar 0.12 Flowchart sistem kerja mikrokontroler otomatisasi dengan perintah manual.



#### 4.1.6. Perancangan *Hardware*

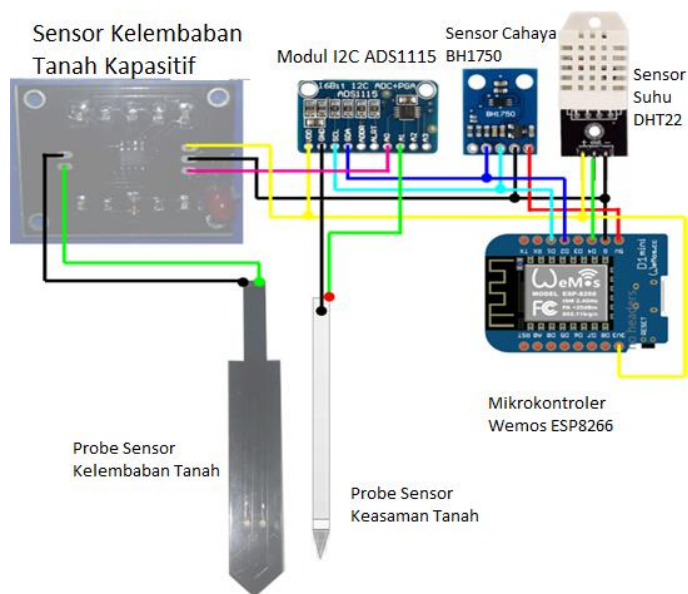
Perancangan hardware sistem monitoring dan otomatisasi pertanian memiliki beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu analisis kebutuhan, analisis kebutuhan dilakukan berdasarkan studi literatur yang sebelumnya telah dilakukan. Tahap kedua, melakukan simulasi di PCB Bolong. Tahap ketiga adalah perakitan sistem, tahap ini dilakukan jika simulasi yang dilakukan pada projectboard sudah berhasil.

Berdasarkan studi literatur kebutuhan yang diperlukan untuk membuat sistem monitoring dan otomatisasi pada pertanian berbasis *Internet of Things*. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Satu unit laptop Fujitsu S6410, digunakan sebagai debugging alat
2. Modul Wifi ESP8266 (ESP-12 Module), digunakan sebagai mikrokontroler pengirim dan penerima data
3. Router Wifi, digunakan sebagai sumber internet alat bagian sensor dan monitoring
4. Sensor kelembaban DFRobot (SEN0193) modifikasi, digunakan untuk mengambil nilai kelembaban tanah
5. Sensor pH, digunakan untuk mengukur nilai kelembaban tanah
6. Modul BH1750, digunakan untuk mengukur nilai intensitas cahaya
7. Sensor DHT22, digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara
8. Modul LCD 16x2, digunakan untuk menampilkan data yang telah diolah pada bagian otomatisasi
9. Modul Relay, digunakan untuk mengendalikan pompa air
10. Pompa air *submersible*, digunakan untuk mengalirkan air pada pot tanaman

11. Power supply 5V, digunakan sebagai sumber tegangan untuk menyalakan semua modul elektronik yang digunakan
12. Modul USB – TTL CP2102, digunakan untuk memprogram modul ESP8266
13. Kabel USB Micro, digunakan untuk menghubungkan mikrokontrol ke computer untuk debugging alat
14. Set kabel jumper dan konektor, digunakan untuk menghubungkan mikrokontrol dengan sensor maupun dengan output.
15. Pot tanaman, digunakan untuk media tanah
16. Ember, digunakan untuk menampung sumber air

Pada tahap simulasi, semua kebutuhan tersebut dirangkai seperti pada Gambar 4.13 untuk bagian sensor, dan Gambar 4.14 untuk bagian otomatisasi.

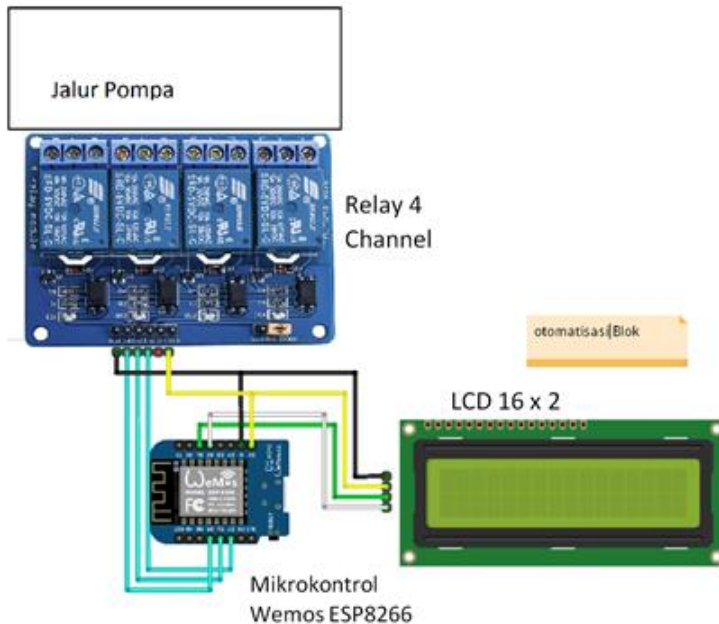


Gambar 0.13 Skema rangkaian sistem sensor.

Keterangan pin yang digunakan untuk menghubungkan semua komponen pada bagian sensor yang dipakai ditunjukkan Tabel 4.1.

Tabel 0.1 Keterangan pin yang digunakan pada sistem bagian sensor.

Pin Sensor/Module	Pin Controller	Fungsi
Vcc, Sensor Kelembaban Tanah	3,3V, ESP8266	Tegangan Sensor Kelembaban Tanah
Gnd, Sensor Kelembaban Tanah	GND, ESP8266	Ground Sensor Kelembaban Tanah
AO, Sensor Kelembaban Tanah	ADC0, Modul ADS1115	Output Sensor Kelembaban Tanah
A1, Sensor Keasaman Tanah	ADC1, Modul ADS1115	Output Sensor Keasaman Tanah
GND, Sensor Keasaman Tanah	GND, ESP8266	Ground Sensor Keasaman Tanah
Vcc, Sensor DHT22	3,3V, ESP8266	Tegangan Sensor DHT22
Gnd, Sensor DHT22	GND, ESP8266	Ground Sensor DHT22
S, Sensor DHT22	D4, ESP8266	Data Output Sensor DHT22
Vcc, Sensor BH1750	5V, Power Supply	Tegangan Sensor BH1750
Gnd, Sensor BH1750	GND, ESP8266	Ground Sensor BH1750
SDA, Sensor BH1750	D2, ESP8266	Komunikasi I2C
SCL, Sensor BH1750	D1, ESP8266	Komunikasi I2C
Vcc, Modul ADS1115	5V, Power Supply	Tegangan Modul ADS1115
Gnd, Modul ADS1115	GND, ESP8266	Ground Modul ADS1115
SDA, Modul ADS1115	D2, ESP8266	Komunikasi I2C
SCL, Modul ADS1115	D1, ESP8266	Komunikasi I2C



Gambar 0.14 Skema rangkaian sistem otomatisasi.

Keterangan pin yang digunakan untuk menghubungkan semua komponen pada bagian otomatisasi yang dipakai ditunjukkan Tabel 4.2.

Tabel 0.2 Keterangan Pin yang digunakan pada sistem bagian Otomatisasi.

Pin Sensor/Module	Pin Controller	Fungsi
Vcc, Modul LCD 16x2	5V, Power Supply	Tegangan Sensor LCD 16x2
Gnd, Modul LCD 16x2	GND, ESP8266	Ground Sensor LCD 16x2
SDA, Modul LCD 16x2	D2, ESP8266	Komunikasi I2C
SCL, Modul LCD 16x2	D1, ESP8266	Komunikasi I2C
Vcc, Modul Relay	5V, Power Supply	Tegangan Modul Relay
Gnd, Modul Relay	GND, ESP8266	Ground Modul Relay
R1, Modul Relay	D5, ESP8266	Pin Kontrol Relay 1
R2, Modul Relay	D6, ESP8266	Pin Kontrol Relay 2
R3, Modul Relay	D7, ESP8266	Pin Kontrol Relay 3

#### **4.1.7. Perancangan *Software***

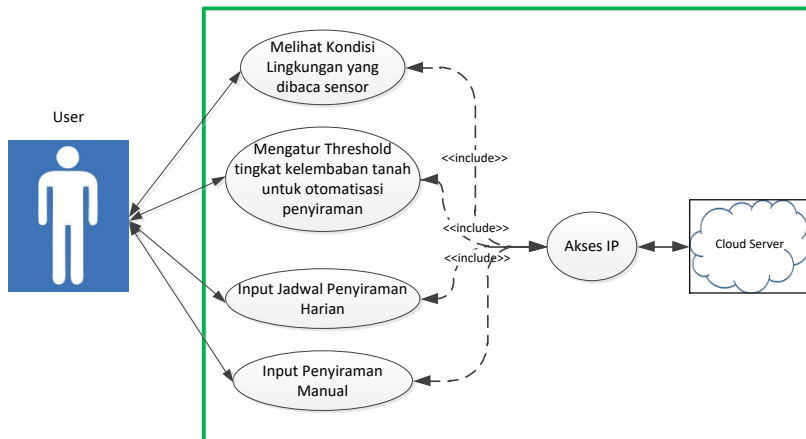
Perancangan *software* pada penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan pada saat penelitian berlangsung, menunjang terhadap tahapan-tahapan metodologi. Bahasa pemrograman yang digunakan pada penelitian ini adalah Arduino yang memiliki kemiripan dengan bahasa C, serta pemrograman aplikasi android menggunakan App Inventor 2. Berikut beberapa *software* yang digunakan pada penelitian ini :

1. Arduino IDE, digunakan untuk mengupload program ke perangkat ESP8266
2. *Cloud Server* Antares, digunakan untuk menampung data yang diterima dari sensor dan aplikasi android dan mengirimkan kembali data-data tersebut ke perangkat otomatisasi dan aplikasi monitoring android.
3. MIT App Inventor 2, digunakan untuk membuat aplikasi monitoring dan otomatisasi pada perangkat *smartphone android*

Perancangan *software* pada penelitian ini dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu perancangan proses sistem monitoring dan otomatisasi tanaman, serta perancangan *interface* sistem monitoring dan otomatisasi tanaman.

#### **4.1.8. Perancangan Proses**

Perancangan proses sistem otomatisasi pada tanaman sayur berbasis *Internet of Things* menggunakan modul ESP8266 dengan protokol HTTP digambarkan dengan skenario *use case* yang ditunjukkan Gambar 4.15.



Gambar 0.15 *Use case* sistem monitoring dan setting otomatisasi alat.

User bisa mengakses empat fitur umum dari sistem monitoring dan otomatisasi pertanian meliputi nilai lingkungan tanah dan sekitarnya, jadwal penyiraman secara otomatis, *threshold* kelembaban tanah untuk mengotomatisasikan pompa air, serta penyiraman manual. Saat kita memberikan nilai *threshold* kelembaban tanah yang terbaru dalam nilai persentase, maka data tersebut akan otomatis terkirim ke *cloud server* Antares, yang kemudian akan menjadi nilai referensi terbaru bagi alat bagian otomatisasi, dan akan menyalakan pompa air secara otomatis ketika nilai kelembaban yang dibutuhkan untuk otomatisasi tercapai. Skenario *use case* sensor ditunjukkan Tabel 4.3.

Tabel 0.3 Skenario *use case* sensor.

<i>Use case</i>	Sistem
1. Akses via Aplikasi untuk nilai sensor	2. masuk ke display menu sensor 3. akses nilai sensor yang terakhir tersimpan pada <i>cloud server</i> Antares 4. menerima data 5. mengolah data
7. melihat data	6. <i>parsing</i> nilai yang akan ditampilkan
8. selesai	

Skenario *use case* otomatisasi secara pembacaan tingkat kekeringan tanah ditunjukkan Tabel 4.4.

Tabel 0.4 Skenario *use case* otomatisasi secara pembacaan *threshold* kelembaban tanah.

Tabel <i>Use case</i>	Sistem
1. Akses via Aplikasi untuk input nilai <i>threshold</i> kelembaban tanah	2. masuk ke display menu <i>threshold</i> 3. akses nilai <i>threshold</i> yang terakhir tersimpan pada <i>cloud server</i> Antares 4. menerima data 5. mengolah data
7. melihat data	6. <i>parsing</i> nilai <i>threshold</i> kelembaban yang akan ditampilkan dan diproses dengan membandingkan tingkat kelembaban yang sedang terbaca untuk mengeksekusi otomatisasinya
8. selesai	

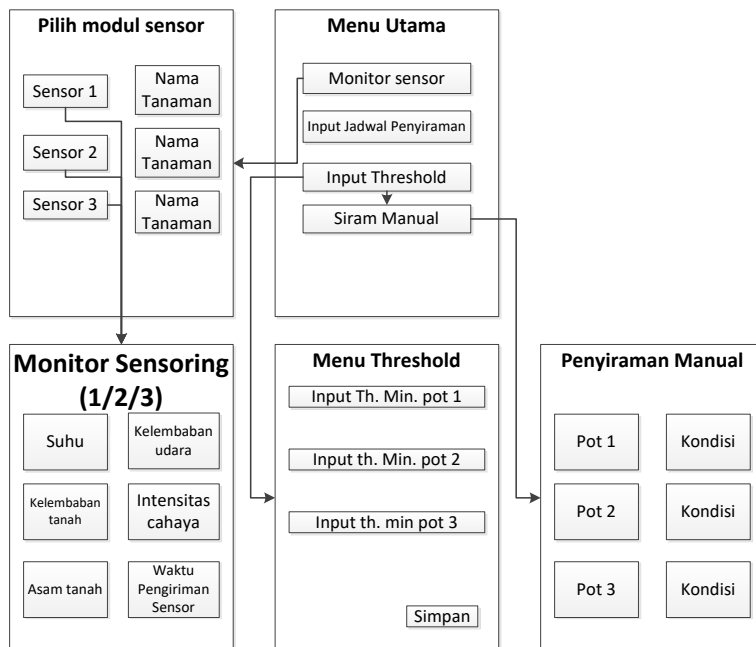
Untuk melakukan penyiraman secara manual bisa dilakukan pada sisi *user interface* dengan menekan tombol siram pada menu penyiraman manual. Untuk skenario *use case* penyiraman secara manual ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 0.5 Skenario *use case* otomatisasi secara manual.

Tabel <i>Use case</i>	Sistem
1. Akses via Aplikasi untuk masuk ke menu penyiraman manual	2. masuk ke <i>display</i> menu penyiraman manual
	3. memilih tombol siram yang akan ditekan
	4. tombol yang tertekan akan menjadi inputan baru pada <i>cloud server</i> antares
6. melihat data	5. <i>parsing</i> nilai penyiraman manual yang akan ditampilkan dan diproses dengan mengaktifkan penyiraman pompa yang ditunjuk
7. selesai	

#### 4.1.9. Perancangan *Interface*

Perancangan *interface* sistem monitoring dan otomatisasi pada pertanian digambarkan dengan skenario *use case* yang ditunjukkan Gambar 4.16.



Gambar 0.16 Perancangan interface aplikasi.



Untuk visualisasi penggunaan aplikasi pada *smartphone* menggunakan aplikasi yang dibuat dari App Inventor 2. Aplikasi ini akan menampilkan parameter nilai sensor yang diinginkan dengan sistemnya yang mengakses *cloud server* via jaringan internet dan mengambil data-data yang tersimpan pada *cloud server* sesuai dengan masing-masing sensor yang akan diakses.

Pada sisi *cloud server*, adapun pada submenu masing masing fungsi yang berhubungan pada aplikasi android memiliki format menggunakan *javascript*, sehingga harus dilakukan penyesuaian format saat komunikasi data antara aplikasi dan *cloud server*, serta mikrokontroler dan *cloud server*. Data yang diakses dan dikirimkan pada *cloud server*

Contoh format data pengiriman antara aplikasi dan *cloud server* ditunjukkan pada Gambar 4.17 dan Gambar 4.18. Sedangkan antara mikrokontroler dan *cloud server* ditunjukkan pada Gambar 4.19.

Format data yang digunakan pada bagian pengaturan tingkat *threshold* ini berupa variable *threshold* pot beserta nilai variabelnya. Variabel *threshold* pot berfungsi sebagai penanda pot sehingga dapat dibedakan untuk pot berapa nilai *threshold* kelembaban tanah yang diatur, serta nilai variabelnya yang merupakan konstanta nilai yang digunakan untuk memenuhi kondisi otomatisasi penyiraman.

```
Data
{
  "Th.pot1": "29",
  "Th.pot2": "40",
  "Th.pot3": "15",
}
```

Gambar 0.17 Format pengiriman data dari aplikasi ke cloud server untuk pengaturan threshold kelembaban tanah.

Format data yang digunakan pada bagian kontrol manual penyiraman ini berupa variabel logika *on – off* masing-masing pompa air beserta dengan nilai variabelnya. Variabel logika pompa pot berfungsi sebagai penanda pot sehingga dapat dibedakan untuk pot berapa nilai *threshold* kelembaban tanah yang diatur, serta nilai variabelnya yang merupakan konstanta nilai yang digunakan untuk memenuhi kondisi otomatisasi penyiraman.

```
Data
{
  "pot1": "1",
  "pot2": "0",
  "pot3": "1",
}
```

Gambar 0.18 Format pengiriman data kontrol pompa dari dari aplikasi ke cloud server.

Format data yang digunakan pada bagian monitoring sensor ini berupa variable parameter masing-masing sensor beserta dengan nilai variabelnya. Variabel parameter berfungsi sebagai sub keterangan parameter sensor, yakni suhu udara / *Temperature*, kelembaban udara /

*Humidity*, intensitas cahaya / *Lux*, kelembaban tanah / *soilmoist*, kondisi kelembaban tanah, serta tingkat asam tanah. Nilai variabel masing-masing parameter tercantum setelah variabel parameter.

```
Data
{
  "Temperature": "29.30",
  "Humidity": "40.00",
  "Lux": "300",
  "Soilmoist": "45.00",
  "kondisi": "sedang",
  "Asamtanah": "6.2"
}
```

Gambar 0.19 Format pengiriman data sensor dari mikrokontroler ke cloud server.

## 4.2. Implementasi

Pengimplementasian alat dibagi menjadi dua, yaitu implementasi *hardware* dan implementasi *software*. Hal tersebut dilakukan agar dapat melihat masalah dalam pengerjaan maupun pengintegrasian antara keduanya dalam rancang bangun sistem monitoring dan otomatisasi pada pertanian berbasis *Internet of Things*. Penjabaran dari implementasi ini akan mempermudah saat *troubleshoot* alat jika ada beberapa fungsi alat yang berfungsi kurang baik.

### 4.2.1. Implementasi Hardware

Sistem monitoring kondisi tanah berupa prototipe, dengan menggunakan media pot sebagai penampung tanah sebanyak 3 buah. Pot yang digunakan memiliki ketinggian sekitar 20 cm. Pada Gambar 4.20 adalah media tanam pot yang digunakan dalam percobaan sistem alat.

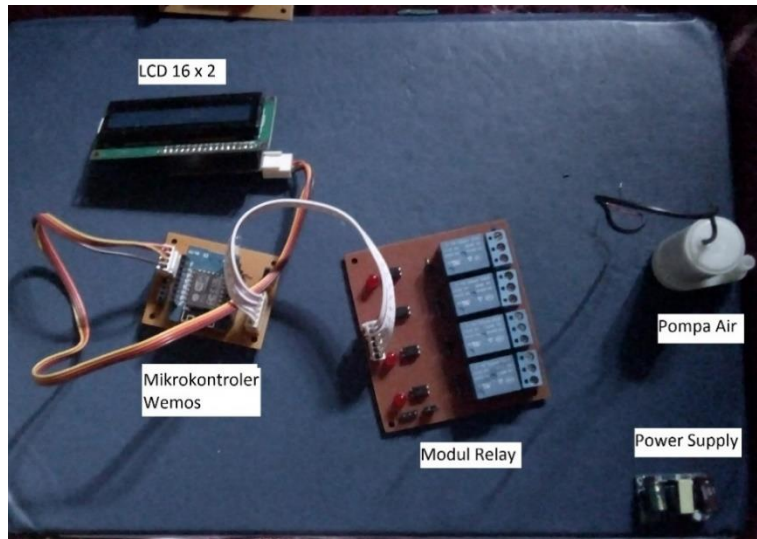


Gambar 0.20 Media tanam pot.

Alat Elektronik pada sistem monitoring ini terdapat 2 bagian, yakni bagian sensor dan otomatisasi. Masing-masing bagian menggunakan mikrokontrol dengan jenis yang sama. Adapun bentuk fisik skema rangkaian dapat dilihat pada Gambar 4.21, serta Gambar 4.22.



Gambar 0.21 Alat bagian sensor.



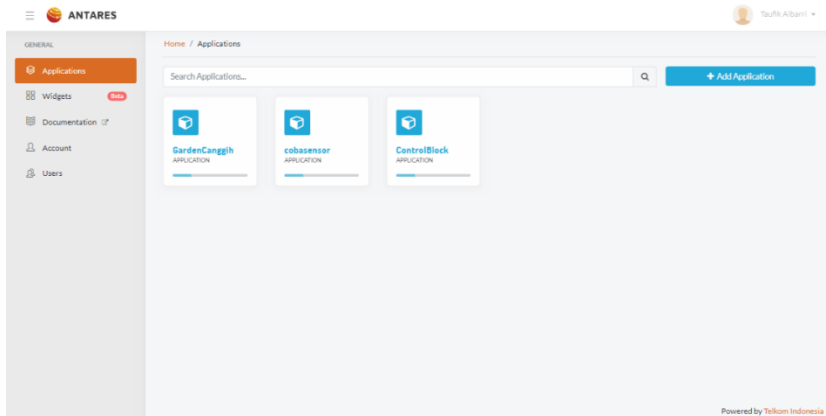
Gambar 0.22 Alat bagian otomatisasi.

#### 4.2.2. Implementasi *Software*

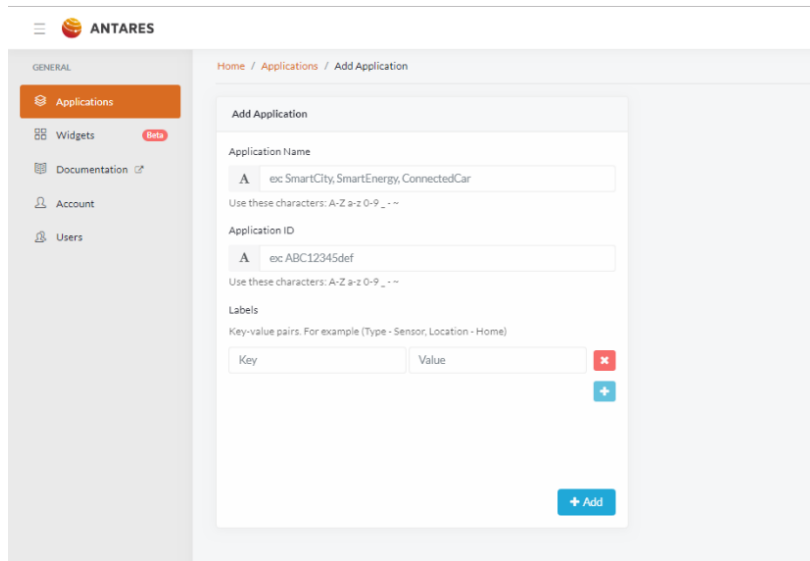
Dalam pengimplementasian *software* pada penelitian ini untuk mikrokontroler bagian sensor digunakan beberapa *library*, di antaranya yaitu AntaresESPHTTP untuk komunikasi modul wifi ke *cloud server* Antares menggunakan protokol HTTP, DHTesp untuk sensor suhu dan kelembaban sekitar, BH1750 untuk sensor cahaya, dan ADS1015 untuk menambah jumlah pin analog dalam pembacaan sensor kelembaban tanah dan keasaman tanah. Sementara untuk bagian otomatisasi yang digunakan adalah *library* AntaresESPHTTP untuk komunikasi modul wifi ke *cloud server* menggunakan protokol HTTP, Arduinojson sebagai pengolah data hasil pengambilan data dari *cloud server* memiliki format data *JavaScript Object Notation* (JSON), dan LiquidCrystal\_I2C untuk menggunakan tampilan LCD menampilkan data yang telah diolah.

Untuk pengaturan penyimpanan data dari *cloud server* dapat diatur melalui *browser* dan masuk ke dalam situs antares.id, kemudian login sebagai user Antares, dan kemudian masuk pada *management console user* Antares. Siapkan *application/aplikasi* sebagai wadah utama untuk satu

sistem monitoring dan otomatisasi IoT. Pada Gambar 4.23, Gambar 4.24, Gambar 4.25, dan Gambar 4.26 merupakan tampilan saat mengakses *cloud server* Antares.



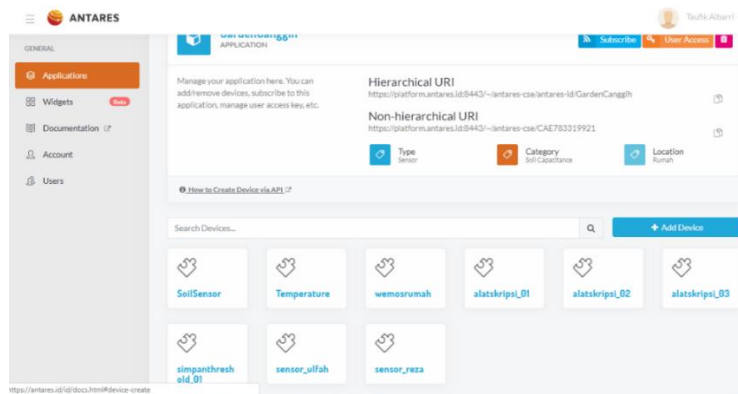
Gambar 0.23 Tampilan utama dashboard Antares setelah login.



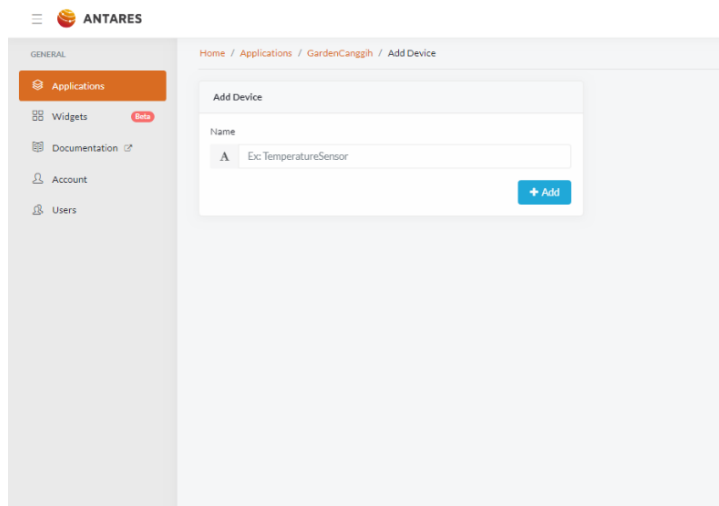
Gambar 0.24 Tampilan penambahan aplikasi baru.

Setelah penambahan aplikasi, masuklah ke dalam aplikasi tersebut. Didalam aplikasi ini menyimpan menu *device* yang akan menerima nilai variabel dan mengirim nilai variabel dari sisi *device* dengan cara di *request*

untuk perintah mengirim dan mengakses data diluar *cloud server* nya. Agar *device* diluar *cloud server* dapat mengirim dan menerima nilai variabel yang dibutuhkan, maka dilakukan penambahan *device* pada aplikasi *cloud server* yang sudah dibuat. Pada penelitian yang dilakukan ini dibutuhkan *device* untuk blok sensor sebagai wadah penyimpanan data sensor tanah, serta *device* untuk aplikasi *smartphone* yang menerima nilai *threshold* otomatisasi penyiraman serta kontrol manual pompa dari *smartphone*.



Gambar 0.25 Tampilan aplikasi Antares.



Gambar 0.26 Tampilan menambah device.

Setelah *device* ditambahkan pada aplikasi, maka *cloud server* sudah siap untuk menerima data dari sensor maupun dari pengguna aplikasi, serta dapat mengirimkan kembali data yang diperlukan oleh pengguna aplikasi serta mikrokontroler otomatisasi untuk menjalankan perintah kontrol pompa air.

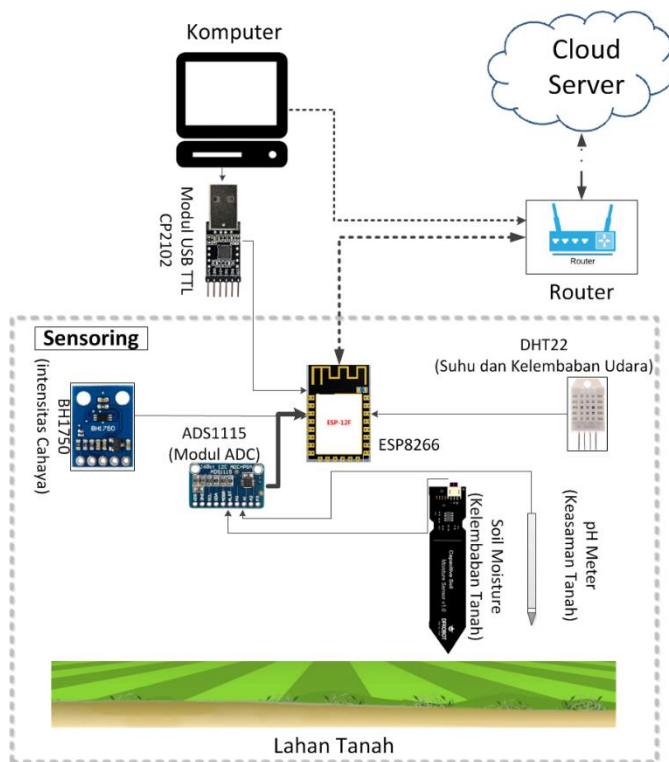


## BAB V Pengujian dan Analisis

### 5.1. Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan, yakni :

1. Kalibrasi dan pengujian alat sensor, yaitu dengan menjalankan proses pembacaan nilai masing-masing sensor dan dibandingkan dengan alat pembanding sensor. Setelah kalibrasi dilakukan, maka semua sensor diuji secara bersamaan dan dipantau hasil data yang diperoleh untuk menentukan berhasil tidaknya sensor-sensor tersebut bekerja. Pada Gambar 5.1 adalah blok diagram sambungan untuk melakukan proses kalibrasi dan pengujian alat sensor.



Gambar 2.1 Blok penyambungan untuk pengujian alat sensor.

Untuk skenario pengujian kalibrasi dan pengujian alat sensor ditunjukkan pada Tabel 5.1.

Tabel 2.1 Skenario pengujian alat sensor

No	Komponen yang diuji	Hasil yang diharapkan
1	Sensor DHT22	Nilai suhu udara dan kelembaban udara dapat ditampilkan dalam nilai derajat Celcius dan persentase kelembaban udara
2	Sensor BH1750	Nilai intensitas cahaya dapat ditampilkan dalam nilai Lux
3	Sensor Kelembaban Tanah	Nilai kelembaban tanah dapat ditampilkan dan diubah dalam nilai persen
4	Sensor Keasaman Tanah	Nilai keasaman tanah dapat ditampilkan dan diubah dalam nilai indeks pH
5	Modul WiFi ESP8266	Dapat mengumpulkan semua data sensor dan dikirimkan data tersebut menuju <i>cloud server</i> .

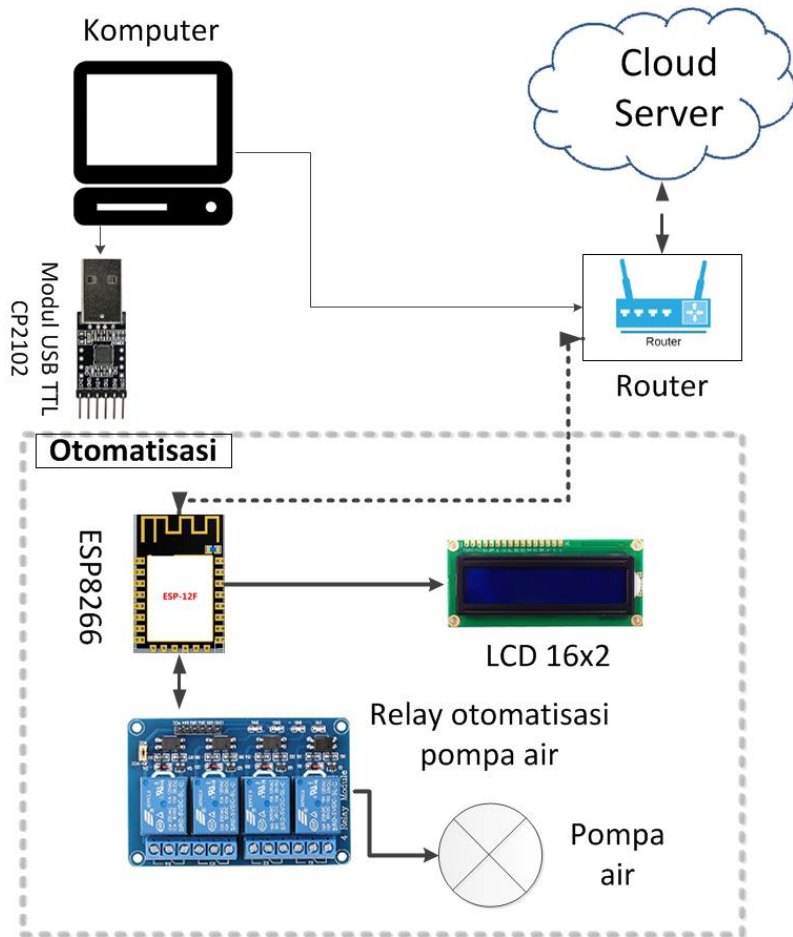
2. Pengujian fungsi aplikasi dan *cloud server*, dengan pengujian aplikasi dilakukan berdasarkan dari *use case* yang telah dipaparkan pada Gambar 4.15 yakni pengujian monitoring sensor, serta pengujian fitur aplikasi menggunakan metode *black box*. Langkah pengujian aplikasi yang telah dilakukan dengan teknik pengujian *black box* ini dikelompokkan dalam Tabel 5.2.

Tabel 2.2 Daftar pengujian aplikasi

No	Komponen yang diuji	Skenario pengujian
1	Tampilan awal	Memilih <i>launcher icon</i> aplikasi monitoring dan otomatisasi
2	Setting menu	Memilih sub menu pengaturan
3	Masukan nama sayuran baru	Memasukan nama sayuran beserta nilai <i>threshold</i> kelembaban tanah

No	Komponen yang diuji	Skenario pengujian
4	Pengaturan sayuran yang akan dimonitor	Mengatur sayuran yang akan dipasang sensor pada masing-masing sayuran
5	Menghapus list sayuran	Menghapus nama sayuran yang telah dimasukan pada <i>database</i>
6	Menu monitoring	Masuk ke menu monitoring
7	Statistik data sensor	Melihat data sensor yang terakhir terekam dari <i>cloud server</i>
8	Kontrol manual pompa	Menyalakan pompa air secara manual
9	Keluar	Keluar dari menu yang sedang dimasuki

3. Pengujian otomatisasi penyiraman, yakni dengan diuji pengambilan data referensi nilai *threshold* kelembaban tanah, referensi nilai kontrol manual penyiraman, dan nilai sensor dari *cloud server*. Setelah data tersebut diterima oleh ESP8266, maka selanjutnya akan dilakukan perintah penyiraman sesuai dari data yang telah diterima mikrokontroler otomatisasi. Data mengenai nilai sensor dan nilai set *threshold* kelembaban tanah ditampilkan pada LCD yang telah terpasang di alat otomatisasi. Pada Gambar 5.2 adalah skenario untuk melakukan proses pengujian alat otomatisasi.



Gambar 2.2 Blok penyambungan untuk pengujian alat sensor

Untuk skenario pengujian kalibrasi dan pengujian alat sensor ditunjukkan pada Tabel 5.3 .

Tabel 2.3 Skenario pengujian alat otomatisasi

No	Komponen yang diuji	Skenario pengujian
1	Modul WiFi ESP8266	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul wifi ESP866 mengakses data sensor, data nilai threshold aplikasi, dan data kontrol manual penyiraman, yang kemudian data tersebut ditampilkan di serial monitor.</li> </ul>

No	Komponen yang diuji	Skenario pengujian
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul wifi ESP866 melakukan penyiraman dari perintah kontrol manual dan dari perbandingan nilai threshold kelembaban tanah terhadap nilai sensor kelembaban tanah</li> </ul>
2	Modul Relay	Modul relay bekerja untuk menyalakan dan mematikan pompa air sesuai perintah yang diterima dari modul Wifi ESP8266
3	Modul LCD 16 x 2	Data yang telah diterima oleh modul Wifi ESP8266 ditampilkan kembali ke LCD secara bergantian

## 5.2. Kalibrasi dan Pengujian Sensor Alat

Pengujian sensor alat ini dilakukan dengan melihat data yang tersimpan di *cloud server* dan dibandingkan langsung dengan alat ukur yang dapat dilihat langsung nilainya. Ada 5 sensor yang diuji dan dikalibrasikan, yaitu sensor DHT22 yang membaca kondisi suhu dan kelembaban udara sekitar, sensor BH1750 yang membaca kondisi cahaya sekitar, sensor kelembaban tanah kapasitif, dan sensor keasaman tanah dengan memanfaatkan *probe* sensor keasaman tanah yang telah disiapkan.

Pengambilan nilai sensor DHT22 dan BH1750 menggunakan koding *library* yang tersedia pada arduino, sehingga data yang disajikan hanya langsung dipanggil saja untuk mendapatkan nilai sensor yang sedang terukur. Sensor DHT22 menghasilkan data dalam satuan suhu derajat celsius dan persentase kelembaban udara, sementara sensor BH1750 menghasilkan data dalam satuan lux cahaya.

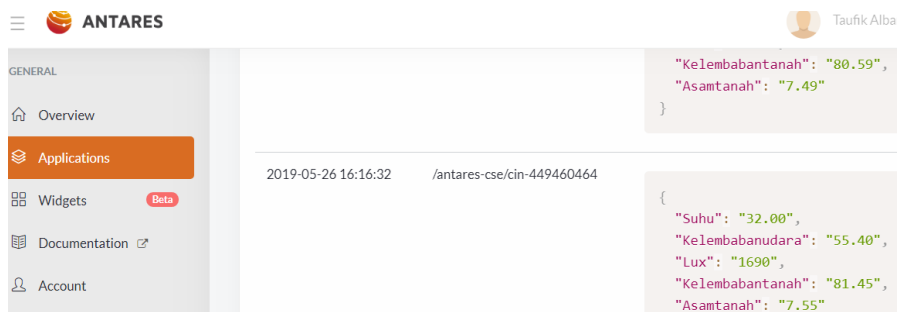
Untuk sensor kelembaban tanah dan keasaaman tanah ini dilakukan pembacaan nilai analog terlebih dahulu. Lalu nilai analog yang didapat saat pengukuran dicocokkan dengan nilai yang ditampilkan pada alat pengukur

kelembaban tanah dan keasaman tanah saat pengujian dilakukan secara bersamaan. Kemudian nilai analog yang didapat dipasangkan dengan nilai analog pada alat bawaannya dan dibuatlah nilai persamaan garis untuk dijadikan rumus pengkonversian dari pengukuran masing-masing sensor analog menjadi nilai persentase kelembaban tanah dan pH tanah.

Setelah didapati nilai sensor yang terukur maka datanya akan dikirimkan menuju *cloud server* melalui modul mikrokontroler wifi ESP8266. Waktu pengujian yang dilakukan untuk tiap pengambilan data dilakukan selama 3 menit setiap pengambilan data.

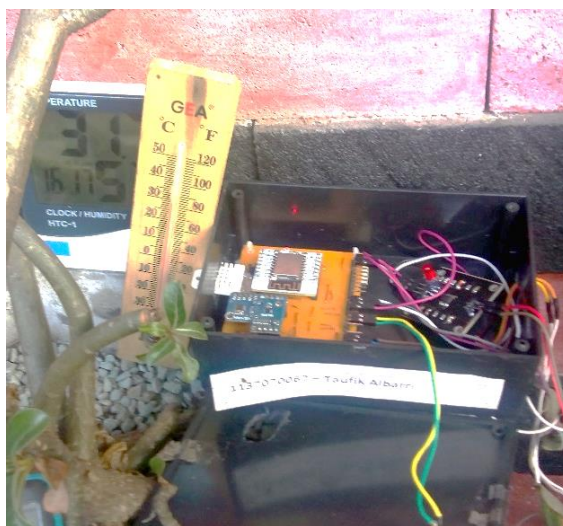
### 5.2.1. Kalibrasi Sensor Suhu DHT22

Pengujian kalibrasi pembacaan suhu pada sensor DHT22 dilakukan dengan pembacaan suhu yang dilakukan setiap 3 menit dengan pembacaan suhu di teras halaman depan rumah. Data yang didapat dibandingkan dengan termometer digital, dengan penggunaan skala pengukuran 0,1 °C. Hasil data yang tersimpan pada *cloud server* ditunjukkan pada Gambar 5.3.



Gambar 2.3 Monitoring nilai sensor yang didapat oleh cloud server.

Pada *cloud server* tercantum nilai suhu yang terbaca adalah 32 °C, hasil tersebut cukup mendekati dengan pembacaan thermometer digital, yakni 31,7 °C, yang menjadikan selisih pembacaan suhunya sebesar 0.3 °C. Hasil *monitoring* thermometer digital ditunjukkan pada Gambar 5.4.



Gambar 2.4 Monitoring suhu di luar menggunakan termometer digital.

Pada Tabel 5.4 adalah hasil pencatatan pengujian sensor suhu DHT22 beserta standar deviasi pada sensor DHT22.

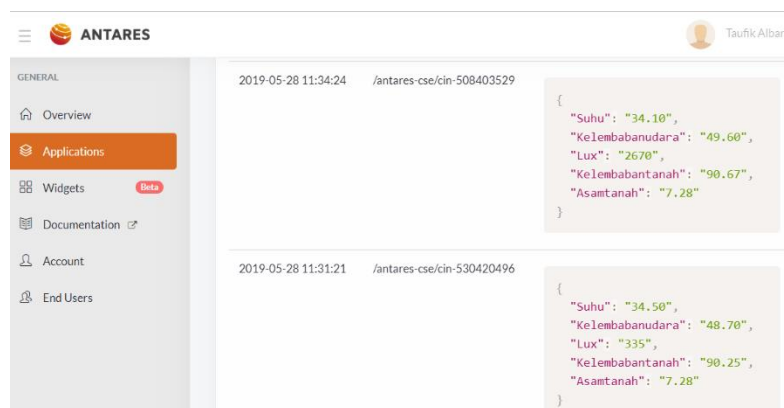
Tabel 2.4 Pengujian sensor suhu.

No.	DHT22 (°C)	Termometer digital (°C)	selisih
1	30.6	30.4	0.2
2	30.3	30.3	0
3	30.5	30.2	0.3
4	30.5	30.1	0.4
5	30.4	30	0.4
6	30.1	29.9	0.2
7	30.1	29.7	0.4
8	30.1	29.7	0.4
9	30	29.6	0.4
10	30.1	29.5	0.6
11	30.1	29.5	0.6
12	30.1	29.5	0.6
13	29.9	29.4	0.5
14	29.8	29.3	0.5
15	29.8	29.2	0.6
16	29.5	29.1	0.4
17	29.5	29	0.5
18	29.6	28.3	1.3
19	29.6	28.3	1.3
20	29.6	28.3	1.3
Rata-rata Penyimpangan			0.545

Rata-rata standar deviasi sensor DHT22 yang didapat adalah 0,39, yang berarti kesalahan pembacaan suhu DHT22 adalah sebesar 0.39. Perbedaan yang terjadi itu berasal dari kalibrasi alat yang sudah dilakukan oleh pabrik pembuat sensor. Maka *monitoring* suhu yang tersimpan pada *cloud server* bisa dikatakan sesuai dengan kondisi pembacaan riil.

### 5.2.2. Kalibrasi Sensor Kelembaban Udara DHT22

Pengujian kalibrasi pembacaan kelembaban udara pada sensor DHT22 dilakukan dengan pembacaan kelembaban udara yang dilakukan setiap 3 menit dengan pembacaan kelembaban udara di teras halaman depan rumah. Data yang didapat dibandingkan dengan higrometer digital, dengan penggunaan skala pengukuran 1%. Pada Gambar 5.5 dapat dilihat hasil data yang tersimpan pada *cloud server*. Untuk hasil *monitoring* higrometer digital ditunjukkan pada Gambar 5.6. Perbandingan diantara pembacaan kelembaban udara DHT terhadap higrometer digital masing-masing sebesar 48.7% dan 42%. Dari kedua alat dalam membaca kelembaban udara terdapat selisih sebesar 6.7%.



Gambar 2.5 Monitoring nilai sensor yang didapat oleh cloud server.





Gambar 2.6 Monitoring kelembaban udara di luar menggunakan hygrometer digital.

Pada Tabel 5.5 adalah hasil pencatatan pengujian sensor kelembaban udara DHT22 beserta standar deviasi pada sensor DHT22.

Tabel 2.5 Pengujian sensor kelembaban udara.

No.	DHT22 (%)	Higrometer digital (%)	Penyimpangan
1	62.5	56	6.5
2	62.8	57	5.8
3	63.0	57	6
4	63.1	57	6.1
5	63.1	57	6.1
6	64.0	58	6
7	64.5	58	6.5
8	64.6	58	6.6
9	65.3	59	6.3
10	67.0	60	7
11	66.4	60	6.4
12	66.7	60	6.7
13	66.7	60	6.7
14	66.9	61	5.9
15	66.8	61	5.8
16	68.1	61	7.1
17	68.7	61	7.7

18	69.0	64	5
19	69.3	64	5.3
20	69.0	64	5
Rata-rata penyimpangan			6.225

Rata-rata standar deviasi sensor DHT22 yang didapat adalah 4.35, yang berarti kesalahan pembacaan kelembaban udara DHT22 adalah sebesar 4.35. akan tetapi, setiap perubahan kelembaban udara yang terjadi pada sensor DHT22 ini cukup konsisten meskipun standar deviasi yang terjadi tidaklah kecil nilainya. Perbedaan yang terjadi itu berasal dari kalibrasi alat yang sudah dilakukan oleh pabrik pembuat sensor. Maka *monitoring* kelembaban udara yang tersimpan pada *cloud server* bisa dikatakan sesuai dengan kondisi pembacaan riil.

### 5.2.3. Kalibrasi Sensor Cahaya BH1750

Pengujian kalibrasi pembacaan lux cahaya pada sensor BH1750 dilakukan dengan pembacaan intensitas cahaya yang dilakukan setiap 3 menit yang bertempat di teras halaman depan rumah. Data yang didapat dibandingkan dengan lux meter analog, dengan penggunaan skala pengukuran pada nilai lux 0 – 1000 bernilai 100 per strip garis pengukuran, serta nilai lux 1000 – 2000 bernilai 500 per strip garis pengukuran. Pada Gambar 5.7 dapat dilihat hasil data yang tersimpan pada *cloud server* , sementara hasil *monitoring* lux meter analog ditunjukkan pada Gambar 5.8. Perbandingan diantara pembacaan lux BH1750 terhadap lux meter analog masing-masing sebesar 1621 lux dan 400 lux.

Dari kedua alat dalam membaca intensitas cahaya terdapat selisih sebesar 1221. Lux meter analog yang digunakan memiliki skala pengukuran yang besar sehingga *monitoring* yang dilakukan menjadi tidak spesifik. Akan tetapi pada Tabel 5.6 yang menyajikan data pengujian sensor cahaya baik menggunakan sensor BH1750 maupun sensor lux meter analog

terdapat perubahan intensitas cahaya secara linear. Dari sifat perubahan linearitas yang tercatat ini maka dapat dikatakan pembacaan sensor cahaya ini sesuai dengan kondisi pembacaan yang riil.



The screenshot shows the ANTARES monitoring interface. The user is identified as Taufik Alban. The dashboard displays a table of sensor data for the resource index /antares-cse/cin-946924468. The data is as follows:

Time	Resource Index (ri)	Data
2019-05-26 16:22:38	/antares-cse/cin-946924468	<pre>{   "Suhu": "31.80",   "Kelembabanudara": "55.00",   "Lux": "1621",   "Kelembabantanah": "82.09",   "Asamtanah": "7.59" }</pre>

Gambar 2.7 Monitoring nilai sensor yang didapat oleh cloud server.



Gambar 2.8 Monitoring intensitas cahaya di luar menggunakan lux meter analog.

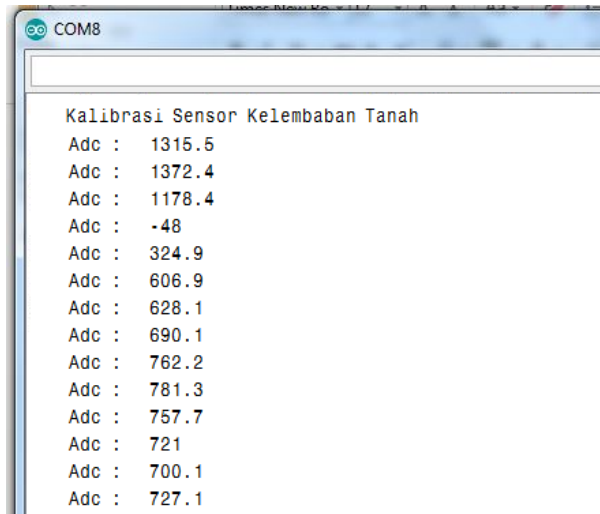
Pada Tabel 5.6 adalah hasil pencatatan pengujian sensor cahaya BH1750 dan sensor lux analog meter.

Tabel 2.6 Pengujian sensor lux cahaya.

No.	BH1750 (Lux)	Lightmeter Analog (Lux)
1	1853	400
2	1721	400
3	1883	400
4	1690	400
5	1699	400
6	1621	300
7	1461	300
8	1355	300
9	1309	300
10	1185	200
11	1095	200
12	1061	200
13	998	200
14	932	200
15	851	200
16	682	100
17	693	100
18	579	100
19	483	100
20	390	100

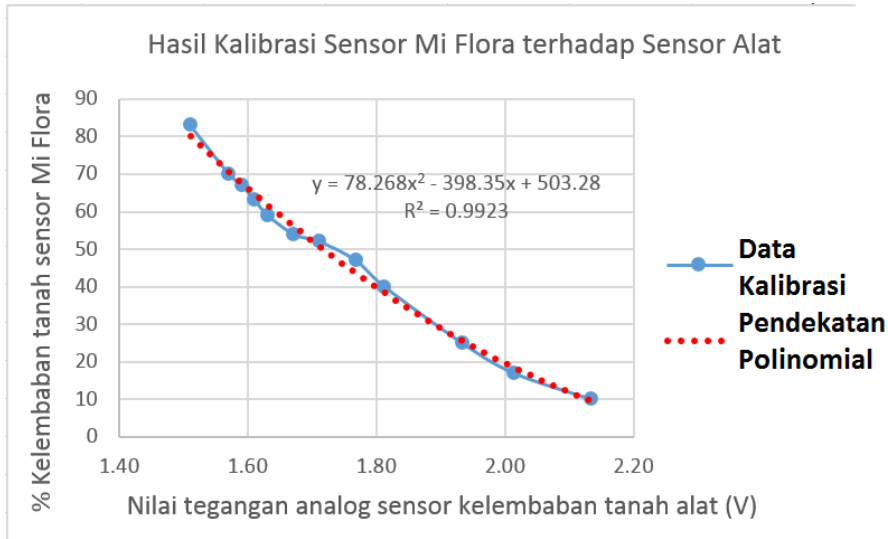
#### 5.2.4. Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah

Pengujian kalibrasi pembacaan kelembaban tanah dilakukan dengan pembacaan nilai analog terlebih dahulu untuk menentukan nilai persentase tanah kering dan persentase tanah basah. Dari tanah yang kering dan tanah yang basah, didapat nilai analog kering dan basah, yang kemudian dijadikan fungsi persamaan garis terhadap nilai persentase 0 % hingga 100 %. Nilai kering dan nilai basah ini dibandingkan secara langsung dengan alat pembacaan kelembaban tanah. Didapat dari hasil pembacaan nilai analog sensor pada Gambar 5.9 untuk tanah awal yang terbaca kering sebesar 1315.5, dan saat tanah tersiram nilai analog nya berubah drastis menjadi 48.



Gambar 2.9 Pembacaan nilai analog kelembaban tanah pada serial monitor.

Dari nilai tersebut, dipatok untuk nilai tanah kering dengan dilebihkan dari nilai pembacaan sebelumnya menjadi 1500, sementara untuk nilai tanah basah dengan dilebihkan dari nilai pembacaan sebelumnya menjadi -100. Kedua nilai tersebut menjadi patokan nilai kelembaban tanah secara persentase 0 % dan 100 %. Dengan demikian, didapatlah persamaan garis antara nilai kelembaban tanah secara nilai analog terhadap nilai kelembaban tanah secara persentase. Persamaan garis tersebut digunakan pada program pembacaan nilai kelembaban tanah pada program mikrokontroler. Pada Gambar 5.10 Merupakan hasil persamaan garis yang didapatkan dari nilai analog terhadap persentase kelembaban tanah.



Gambar 2.10 Hasil mendapatkan nilai persamaan garis kelembaban tanah

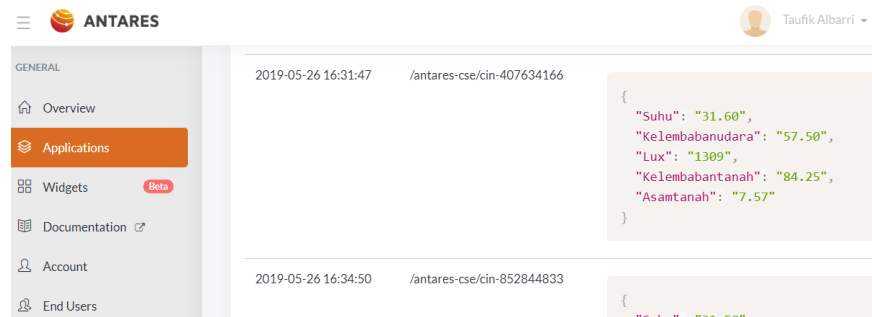
Didapat persamaan nilai (1) untuk nilai kelembaban tanah :

$$y = 78.268x^2 - 398,35x + 503,28 \quad (1)$$

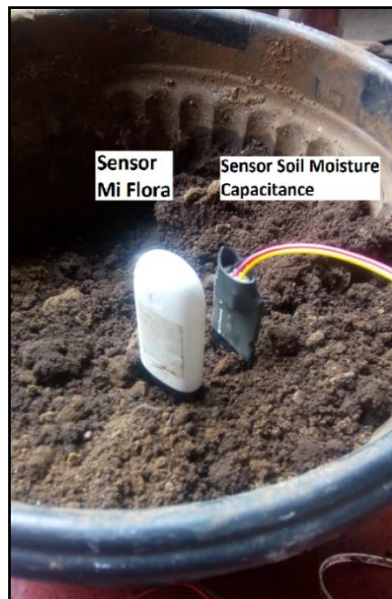
Dimana y adalah hasil nilai persentase untuk sensor, dan x adalah nilai tegangan analog yang didefinisikan mikrokontroler secara ADC. Persamaan ini yang digunakan pada program mikrokontrol sensor untuk menentukan nilai kelembaban tanah dari nilai tegangan analog menjadi nilai persentase.

Pengambilan data kalibrasi dilakukan sebanyak 10 kali. Data yang dihasilkan berupa nilai persentase pembacaan kelembaban tanah pada alat kalibrasi, nilai output tegangan analog sensor, dan nilai persentase kelembaban tanah pada sensor alat yang menggunakan rumus persamaan garis secara polinomial yang didapat pada grafik persamaan garis Gambar 5.10. Data sensor kelembaban tanah yang semula bernilai tegangan analog diubah menjadi nilai persentase kelembaban tanah dengan menggunakan persamaan garis (1) pada program pembacaan sensor di mikrokontroler

sensor. Hasil data yang dikirimkan ke *cloud server* dapat dilihat pada Gambar 5.11. sementara posisi pengujian kalibrasi sensor dapat dilihat pada Gambar 5.12, dimana mikrokontroler sensor yang terhubung dengan modul sensor kelembaban tanah ditancap ke tanah bersamaan dengan sensor kelembaban tanah digital.



Gambar 2.11 Monitoring nilai sensor yang didapat oleh cloud server.



Gambar 2.12 Monitoring kelembaban tanah menggunakan *soil meter digital*.

Hasil pengujian alat pembacaan sensor kelembaban tanah ditunjukkan pada Tabel 5.7.

Tabel 2.7 Pengujian sensor kelembaban tanah.

<i>No</i>	<i>Tegangan analog sensor (V)</i>	<i>Nilai ADC yang terbaca</i>	<i>Nilai kelembaban tanah sensor (%)</i>	<i>Alat kalibrasi (%)</i>	<i>/Selisih/</i>
<b>1</b>	2.14	10600	6.2	10	3.8
<b>2</b>	2.01	10000	18.3	17	1.3
<b>3</b>	1.93	9600	26.9	25	1.9
<b>4</b>	1.81	9000	40.3	40	0.3
<b>5</b>	1.77	8780	45.5	47	1.5
<b>6</b>	1.71	8500	52.2	52	0.2
<b>7</b>	1.67	8300	57.2	54	3.2
<b>8</b>	1.63	8100	62.3	59	3.3
<b>9</b>	1.61	8000	64.9	63	1.9
<b>10</b>	1.59	7900	67.5	67	0.5
<b>Rata-rata nilai penyimpangan</b>					<b>1.8</b>

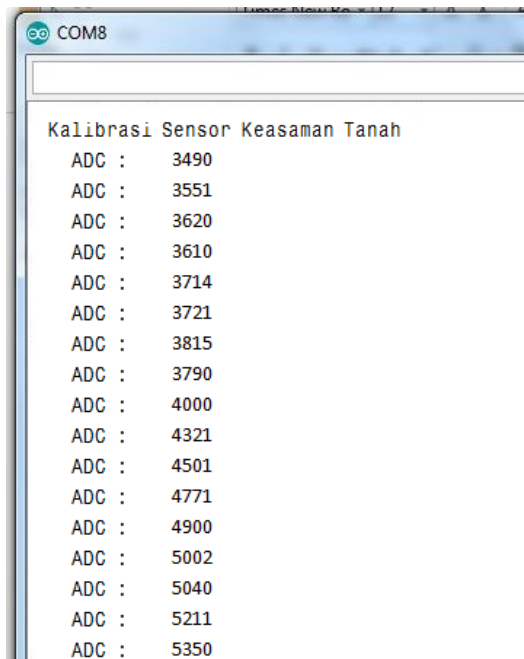
Setelah dibandingkan hasilnya, maka didapat selisih absolut rata-rata antara pembacaan sensor kalibrasi terhadap sensor alat sebesar 1.8%, dengan selisih absolut terbesar yang diperoleh adalah senilai 3.8% dan selisih absolut terkecil yang diperoleh adalah 0.2%.

### **5.2.5. Kalibrasi Sensor Keasaman Tanah**

Pengujian kalibrasi pembacaan keasaman tanah dilakukan dengan pembacaan nilai analog terlebih dahulu untuk menentukan nilai keasaman tanah dalam skala pH. Pembacaan keasaman tanah dilakukan pada tanah dengan disirami air keran biasa, dan kemudian ditambahkan dengan air asam yang didapat dari larutan bubuk pH. Dari pembacaan keasamaan tanah tadi diukur hasil perubahan tanahnya dari kondisi netral menjadi asam.

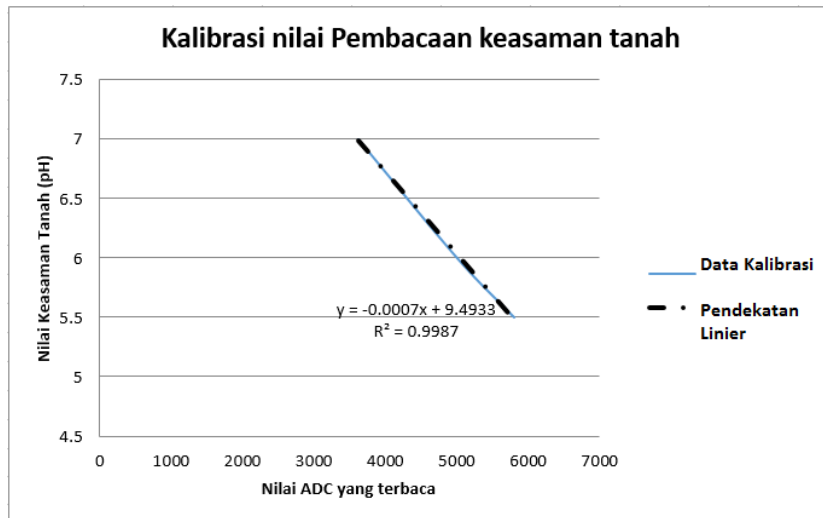
Nilai pH tanah netral dan nilai pH tanah asam ini dibandingkan secara langsung dengan alat pembacaan keasaman tanah. Didapat dari hasil pembacaan nilai analog sensor pada Gambar 5.13 Untuk tanah awal yang disiram air keran biasa sebesar 3551, dan saat tanah tersiram air asam nilai analog nya berubah drastis hingga 5350.





Gambar 2.13 Pembacaan nilai analog keasaman tanah pada serial monitor.

Dari nilai tersebut, nilai pH tanah pada alat ukur keasaman tanah pembacaan awal terukur bernilai 7, yang saat disandingkan dengan nilai analog nya sebesar 3620, lalu nilai pH nya menjadi 6 ketika nilai analog nya sebesar 5002, dan nilai pH 5 dicapai ketika nilai analog nya sebesar 5800. Dari ketiga pasang nilai keasaman tanah tersebut didapatkan persamaan garis antara nilai keasaman tanah secara nilai analog secara skala nilai pH. Persamaan garis tersebut digunakan pada program pembacaan nilai keasaman tanah pada program mikrokontroler. Pada Gambar 5.14 Merupakan hasil persamaan garis yang didapatkan dari nilai analog terhadap nilai pH tanah.



Gambar 2.14 Hasil mendapatkan nilai persamaan garis keasaman tanah.

Didapat persamaan nilai (2) untuk nilai keasaman tanah :

$$y = -0.0007x + 9.4933 \quad (2)$$

Dimana nilai y adalah nilai akhir pembacaan keasaman dalam skala pH, sementara x adalah nilai tegangan analog yang terbaca dari sensor keasaman tanah diubah menjadi nilai ADC yang dapat dibaca oleh mikrokontroler.

Pengujian pembacaan keasaman tanah dilakukan dengan pembacaan yang dilakukan setiap 3 menit dengan pembacaan keasaman tanah di media tanah yang telah disiapkan. Data yang didapat dibandingkan dengan sensor keasaman tanah analog. Pada Gambar 5.9 dapat dilihat hasil data yang tersimpan pada *cloud server*, Sementara hasil *monitoring* keasaman tanah analog ditunjukkan pada Gambar 5.10. Perbandingan diantara pembacaan keasaman tanah alat terhadap kelembaban tanah analog masing-masing sebesar 7.2 dan 8.

Dari kedua alat dalam membaca kelembaban udara terdapat selisih sebesar 0.8. Keasaman tanah analog yang digunakan memiliki skala pengukuran 3.5 sampai dengan 8 dalam satuan nilai pH. Pada Tabel 5.8 yang menyajikan data pengujian sensor keasaman tanah yang terpasang pada alat sensor *monitoring* terhadap keasaman tanah analog. Terdapat perubahan nilai keasaman tanah secara linear. Dari sifat perubahan linearitas yang tercatat ini maka dapat dikatakan pembacaan sensor keasaman tanah ini sesuai dengan kondisi pembacaan yang riil.



Gambar 2.15 Monitoring kelembaban tanah menggunakan soil meter analog.

Tabel 2.8 Pengujian sensor keasaman tanah.

No.	Probe keasaman tanah	pH Meter analog	Penyimpangan
1	7.2	7	0.2
2	7.2	7	0.2
3	7.1	7	0.1
4	7.1	7	0.1
5	7.1	7	0.1
6	7.1	7	0.1

No.	<i>Probe</i> keasaman tanah	pH Meter analog	Penyimpangan
7	7	7.5	-0.5
8	7	7.5	-0.5
9	7	7.5	-0.5
10	7.3	7.5	-0.2
11	7.2	7.5	-0.3
12	7.2	8	-0.8
13	7	8	-1
14	7.2	8	-0.8
15	7.2	8	-0.8
16	7.3	8	-0.7
17	7.2	8	-0.8
18	7.1	8	-0.9
19	7.1	8	-0.9
20	7.2	8	-0.8
Rata-rata penyimpangan			0.515

#### 5.2.6. Pengujian Sensor Alat

Setelah semua sensor alat telah dikalibrasi, semua sensor disambungkan ke mikrokontroler ESP8266 dan kemudian dilihat kinerja pembacaan sensor nya menggunakan serial monitor pada arduino IDE. Saat alat sensor dinyalakan maka dilakukan proses pengaturan sambungan jaringan wifi sebagai jalur internet alat. Ketika jaringan wifi telah tersambung, maka selanjutnya adalah dilakukan proses pembacaan sensor-sensor secara periodik. Pada Gambar 5.16 adalah proses penghubungan alat sensor ke jaringan internet wifi. Data yang diperoleh pada Gambar 5.16 adalah kelembaban udara sebesar 47.5%, suhu udara sebesar 28.3 °C, intensitas cahaya sebesar 38 Lux, serta nilai analog lembab tanah dan pH tanah sebesar 7.28.

```
.....  
[ANTARES] WiFi Connected!  
[ANTARES] IP Address: 192.168.1.6  
[ANTARES] Setting time using SNTP  
. .  
Current time: Thu Aug 1 12:42:34 2019  
BH1750 Test begin  
lembab Suhu Cahaya lembab Tanah pH Tanah lembabtanah raw asamtanah raw  
sensor soilmoist  
sensor pH  
47.5 28.3 0 100.00 7.28 3190.17 3307.39  
waktu : :12  
sensor soilmoist  
..
```

Gambar 2.16 Proses penghubungan alat sensor ke jaringan internet wifi.

Kemudian alat sensor tersebut akan terus melakukan proses pembacaan sensor sampai batas waktu pengiriman yang telah diatur pada program. Pada program alat telah diatur untuk jeda pengiriman data sensor dilakukan setiap 10 menit. Di setiap perulangan pembacaan ditampilkan juga data waktu program alat sensor telah dijalankan. Saat waktu pengiriman data sensor tiba, maka ada proses penghubungan alat sensor ke *cloud server* melalui jaringan internet, kemudian dilakukan pengiriman data sensor alat ke *cloud server*. Data sensor yang dikirim diantaranya nilai suhu dan kelembaban udara, intensitas cahaya, nilai kelembaban tanah, dan nilai keasaman tanah.

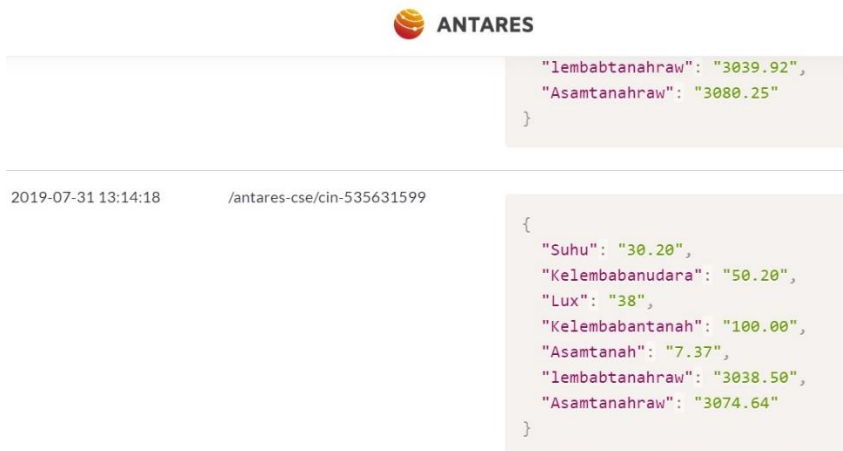
Tanda pengiriman yang dilakukan berhasil adalah pada response code dengan keterangan 201. Pada kode HTTP, kode ini merupakan keterangan bahwa perintah pengiriman data yang dilakukan berhasil dibuat dan terkirim ke *cloud server*. Pada Gambar 5.17 merupakan proses pengiriman data sensor yang dilakukan.

```
waktu :
:613

[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id:8080/~/.antares-cse/antares-id/GardenCanggih/alatskripsi_03...
[ANTARES] POST...
[ANTARES] <m2m:cin xmlns:m2m="http://www.onem2m.org/xml/protocols"><cnf>message</cnf><con>{"Suhu": "30.20", "Kelembaban": "50.20", "Lux": "38", "Kelembabantanah": "100.00", "Asamtanah": "7.37", "lembabtanahraw": "3038.50", "Asamtanahraw": "3074.64"}
[ANTARES] RESPONSE CODE : 201
201
```

Gambar 2.17 Proses pengiriman data sensor.

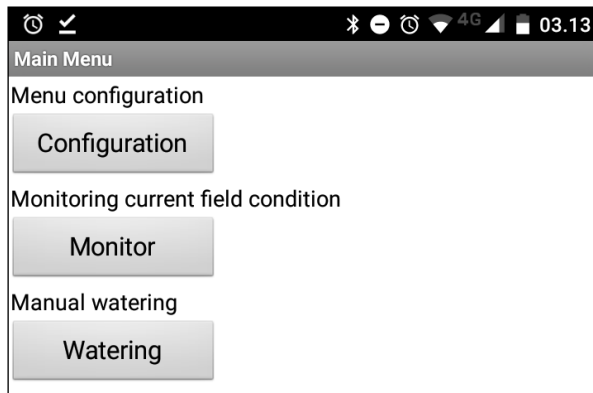
Setelah pengiriman data telah dilakukan, maka data tersebut akan tampil pada *cloud server* alat sensor yang dituju. *Cloud server* akan terus mendapatkan data sensor secara periodik selama alat sensor terus menyala. Data inilah yang akan diakses oleh aplikasi untuk memeriksa kondisi alat sensor yang tertanam pada tanaman sayuran yang dimonitor, serta referensi kelembaban tanah untuk kontrol otomatisasi penyiraman. Pada Gambar 5.18 ditunjukkan hasil data sensor yang diterima oleh *cloud server*.



Gambar 2.18 Hasil data sensor yang tersimpan.

### 5.3. Tampilan pada *Cloud Server* dan Aplikasi

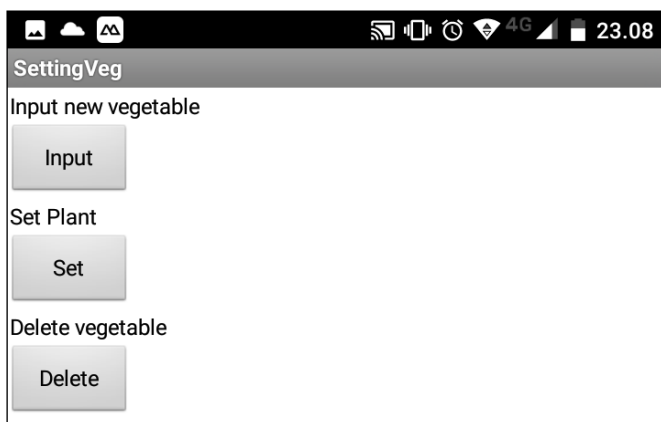
Pada Gambar 5.19 adalah tampilan untuk menu utama pada aplikasi android yang sudah dibuat menggunakan aplikasi MIT App Inventor 2.



Gambar 2.19 Tampilan utama aplikasi android.

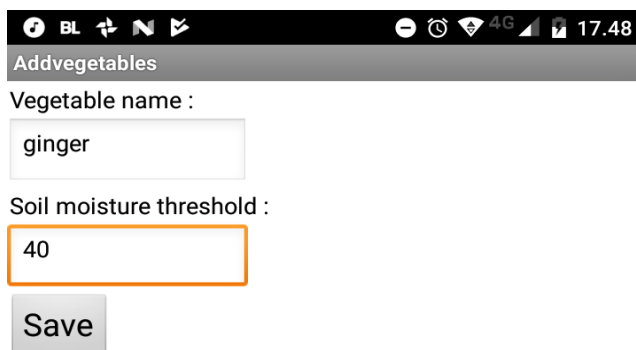
Di menu utama terdapat pilihan untuk masuk ke menu *setting* yang berfungsi untuk mengatur tumbuhan apa yang akan dimonitor, menu *monitoring* yang berfungsi untuk melihat kondisi tanaman sayuran yang telah dipasang alat monitoring, dan *manual watering* yang berfungsi untuk melakukan penyiraman secara manual.

Di dalam menu *setting* terdapat 3 sub menu untuk pengaturan awal tanaman sayuran, yaitu menu menginput sayuran baru beserta tingkatan *threshold* kelembaban tanah minimal untuk melakukan otomatisasi penyiraman, *set plant* untuk mengatur urutan tanaman sayuran yang akan dimonitor pada tiap sensor, serta menghapus database sayuran yang ingin dihilangkan. Pada Gambar 5.20 merupakan tampilan submenu yang terdapat didalam menu utama *setting*.



Gambar 2.20 Tampilan submenu setting

Untuk menu input tanaman sayuran baru ini *user* akan diminta untuk memasukan nama sayuran yang baru dan nilai *threshold* kelembaban tanah dalam nilai persentase 0 %-100 %. Setelah selesai menginput data sayurannya, maka akan tersimpan pada database aplikasi. Pada Gambar 5.21 adalah tampilan saat melakukan input tanaman sayuran baru.

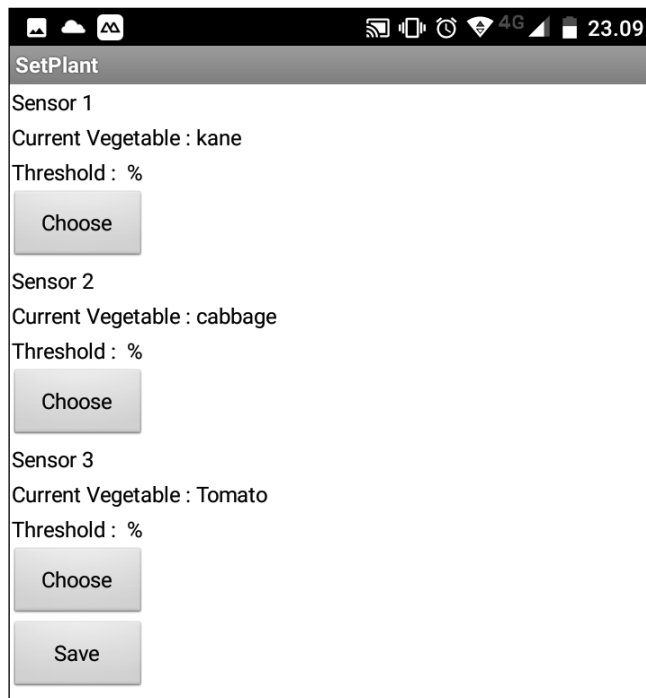


Gambar 2.21 Menginput database nama sayuran.

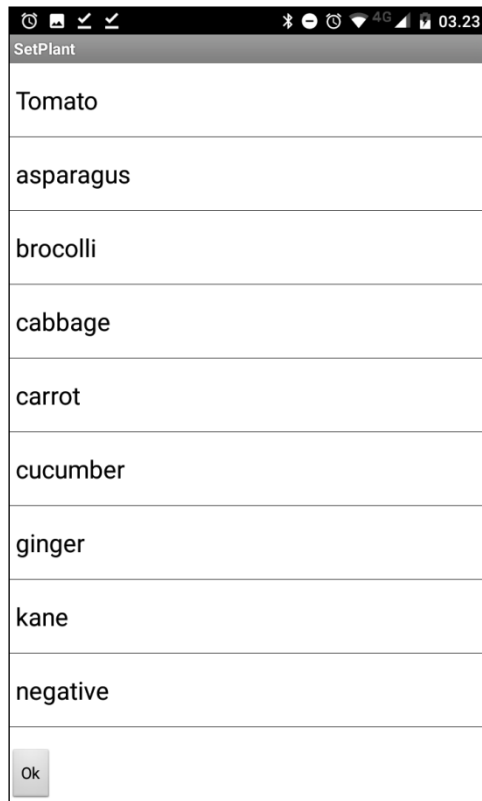
Setelah database sayuran yang akan digunakan telah terinput, maka *user* harus melakukan setting tanaman yang akan dimonitor dan diotomatisasikan pada penyiramannya pada masing-masing sensor. Setelah *user* selesai memilih sayuran yang akan dipantau oleh masing-masing sensor maka tinggal memilih pilihan simpan untuk menyelesaikan *setting*



pada aplikasi, yang datanya akan tersimpan pada aplikasi berupa nama tanaman yang sedang dipantau, dan tingkat *threshold* kelembaban tanah sayuran yang tersimpan juga pada aplikasi dan *cloud server*. Pada Gambar 5.22 merupakan tampilan saat akan melakukan *setting* sayuran apa saja yang akan dimonitor, serta Gambar 5.23 adalah tampilan daftar sayuran yang telah diinputkan.

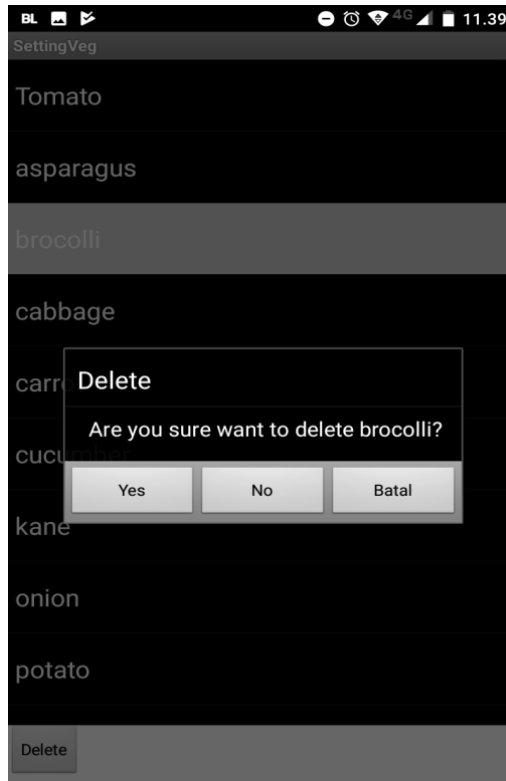


Gambar 2.22 Menu setting sayuran yang akan dimonitor oleh sensor.



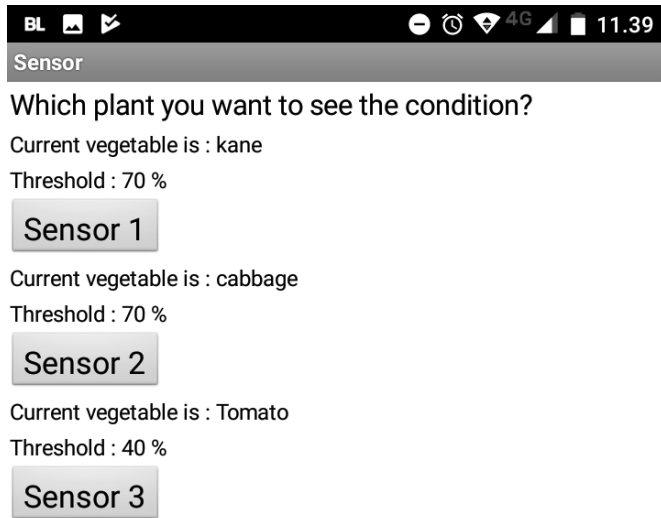
Gambar 2.23 Daftar sayuran yang telah dimasukkan pada database aplikasi.

Database yang telah diinputkan juga dapat dihapus apabila terjadi salah melakukan penginputan nama maupun bila ingin mengganti nilai *threshold* kelembaban tanah yang baru. Pada Gambar 5.24 ditunjukkan cara untuk menghapus database yang telah terinput sebelumnya.



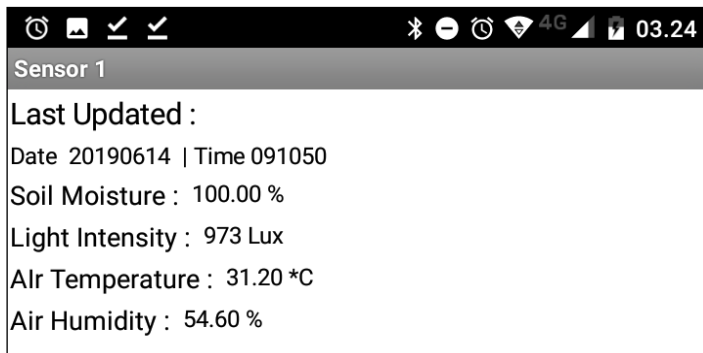
Gambar 2.24 Memilih daftar sayuran yang akan dihapus.

Apabila *setting* pada aplikasi untuk sistem monitoring dan otomatisasi pada sayuran telah dilakukan, maka user sudah dapat menjalankan fitur *monitoring* dan otomatisasinya. Tampilan pada menu sensor berupa sub menu untuk memilih tanaman mana yang ingin dimonitor kondisi lingkungannya. Didalam masing-masing sensor pada tanaman terdapat parameter yang dimonitor, diantaranya adalah waktu terakhir pengambilan data, suhu udara, kelembaban udara, intensitas cahaya, kelembaban tanah, dan keasaman tanah. Data tersebut diperoleh dari *cloud server* yang telah menerima parameter sensornya dari mikrokontroler sensor yang terpasang pada lahan. Pada Gambar 5.25 adalah submenu pada menu sensor.

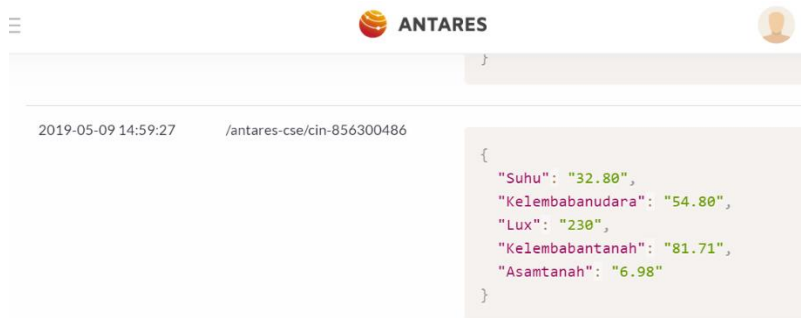


Gambar 2.25 Submenu monitoring sensor.

Untuk data *monitoring* akan mengakses ke *cloud server* setiap *user* masuk ke dalam sub menu salah satu sensor yang ingin dilihat. Hasilnya adalah data yang diterima pada tampilan aplikasi sama dengan data yang terdapat pada *cloud server* saat dibandingkan. Pada Gambar 5.26 adalah tampilan monitoring data sensor yang didapat dari *cloud server*, sementara Gambar 5.27 adalah pembandingan data yang telah diakses pada *cloud server*.



Gambar 2.26 Tampilan nilai sensor yang telah diakses pada cloud server.



Gambar 2.27 Data yang tersimpan di cloud server.

#### 5.4. Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan agar memastikan aplikasi yang telah dibuat sudah optimal untuk digunakan pada sistem monitoring dan otomatisasi pertanian. Teknik pengujian yang dilakukan menggunakan metode pengujian *black box*. Pengujian secara *black box* digunakan dengan menguji fungsi-fungsi yang terdapat pada aplikasi yang dirancang.

Pada Tabel 5.9 adalah kasus untuk menguji perangkat lunak yang sudah dibangun menggunakan metode *Black box* berdasarkan Tabel 5.9.

Tabel 2.9 Hasil pengujian aplikasi secara *black box*

No	Komponen yang diuji	Skenario pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Tampilan awal	Memilih <i>launcher icon</i> aplikasi monitoring dan otomatisasi	Ketika <i>launcher icon</i> aplikasi ditekan, maka akan masuk ke dalam menu utama aplikasi	Berhasil masuk
2	Setting menu	Memilih sub menu pengaturan	Ketika memilih menu ini maka akan masuk ke sub menu setting	Berhasil masuk setting menu

No	Komponen yang diuji	Skenario pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
3	Masukan nama sayuran baru	Memasukan nama sayuran beserta nilai <i>threshold</i> kelembaban tanah	Ketika memasukan nama sayuran beserta nilai <i>threshold</i> kelembaban tanah, maka aplikasi akan menyimpan data tersebut	Nama sayuran berhasil disimpan di aplikasi
4	Pengaturan sayuran yang akan dimonitor	Mengatur sayuran yang akan dipasang sensor pada masing-masing sayuran	Setiap memilih <i>change</i> pada tiap sensor, pengguna dapat memilih tanaman apa yang akan disandingkan dengan sensor tersebut	Setelah dipilih masing-masing sayuran untuk tiap sensor, nama sayurannya berhasil disandingkan dengan sensor serta nilai <i>threshold</i> nya dikirimkan ke <i>cloud server</i>
5	Menghapus list sayuran	Menghapus nama sayuran yang telah dimasukan pada <i>database</i>	Ketika ada nama sayuran yang dipilih untuk dihapus, setelah menekan tombol <i>yes</i> maka nama sayuran tersebut terhapus dari aplikasi	Sayuran yang dipilih berhasil dihapus
6	Menu monitoring	Masuk ke menu monitoring	Ketika memilih menu ini maka akan masuk ke sub menu monitoring masing-masing sensor yang terpasang	Berhasil masuk ke menu monitoring
7	Statistik data sensor	Melihat data sensor yang	Ketika masuk menu ini dengan	Data nilai sensor yang diakses dari

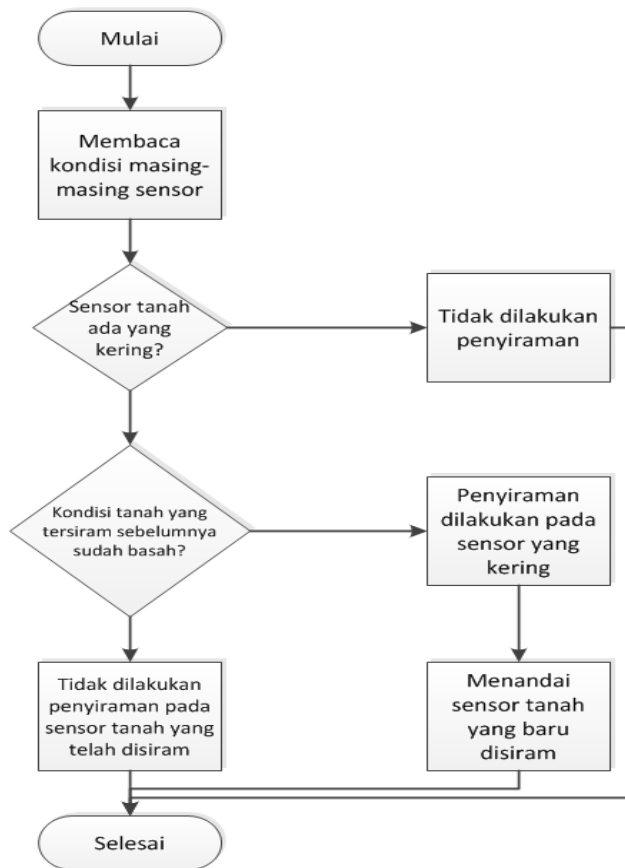
No	Komponen yang diuji	Skenario pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
		terakhir terekam dari <i>cloud server</i>	syarat memiliki akses internet, akan muncul nilai data sensor yang tersimpan di <i>cloud server</i>	aplikasi berhasil tampil
8	Control manual pompa	Menyalakan pompa air secara manual	Ketika memilih tanaman yang akan disiram, maka akan mengirimkan logika on-off berupa 1 dan 0 yang diteruskan ke <i>cloud server</i>	Data nilai logika kontrol berhasil dikirim ke <i>cloud server</i>
9	Keluar	Keluar dari menu yang sedang dimasuki	Setiap menekan tombol kembali, maka akan keluar dari sub menu, serta jika sedang berada di menu utama, maka akan keluar dari aplikasi	Berhasil keluar dari menu yang sedang digunakan

Berdasarkan dari hasil pengujian aplikasi secara *black box* ini, maka aplikasi dinyatakan berhasil berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna saat melakukan kegiatan monitoring dan otomatisasi.

### 5.5. Hasil Otomatisasi Penyiraman

Pengujian alat otomatisasi menggunakan algoritma pemilihan kondisi dari pembacaan tanah yang kering, dan kemudian tanah yang sebelumnya telah dibasahi akan tetapi belum dilakukan pembaharuan nilai sensor kelembaban tanah setelah dilakukan penyiraman. Pada Gambar 5.28

merupakan *flowchart* sistem otomatisasi yang tertanam pada alat otomatisasi.



Gambar 2.28 *Flowchart* sistem otomatisasi penyiraman.

Pengujian awal untuk melakukan otomatisasi adalah inisiasi alat otomatisasi untuk terhubung ke *cloud server* melalui jaringan internet agar mendapatkan data referensi untuk kontrol penyiraman secara manual, serta referensi data sensor kelembaban tanah untuk melakukan kontrol penyiraman secara otomatis. Pada Gambar 5.29 adalah proses pengaturan awal alat otomatisasi, yaitu menghubungkan mikrokontroler ke sumber internet wifi.



```
[ANTARES] Trying to connect to HOME 2...  
..  
[ANTARES] WiFi Connected!  
[ANTARES] IP Address: 192.168.1.7  
[ANTARES] Setting time using SNTP  
.  
Current time: Wed Jul 31 15:31:06 2019
```

Gambar 2.29 Inisiasi awal alat otomatisasi.

Setelah inisiasi selesai kemudian alat otomatisasi mulai mengambil data sensor dan referensi kontrol manual dari *cloud server* secara bergantian. Untuk data nilai sensor yang didapat merupakan hasil pembacaan dari alat sensor dengan jangka waktu setiap 10 menit. Artinya data nilai sensor yang diterima oleh alat otomatisasi mulai diperbaharui setiap 10 menit sekali. Pada Gambar 5.30 merupakan hasil pengambilan data sensor dari *cloud server*. Data yang terpampang di gambar adalah pengambilan 3 alat sensor dengan data waktu pengiriman data sensor, suhu udara, kelembaban udara, intensitas cahaya, kelembaban tanah, dan keasaman tanah.

```
COM8

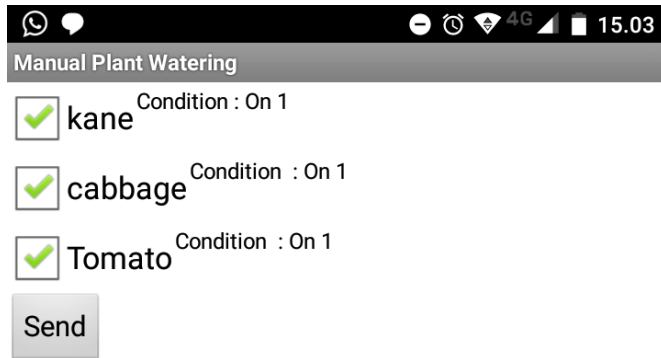
[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id...
[ANTARES] GET...
[ANTARES] RESPONSE CODE : 200
{"m2m:cin":{"rn":"cin_311694721","ty":4,"ri":"/antares-cse/cin-311694721","pi":"/antares-cse/cnt-971820190614T091050
/antares-cse/cnt-97183699
Hasil Data Sensor 1
kelembaban tanah 1 :100.00
ph tanah 1 :7.52
Lux 1 :973.00
suhu 1 :31.20
kelembaban udara 1 :54.60

[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id...
[ANTARES] GET...
[ANTARES] RESPONSE CODE : 200
/antares-cse/cnt-449109214
Hasil Data Sensor 2
kelembaban tanah 2 :66.70
ph tanah 2 :7.31
Lux 2 :21.00
suhu 2 :25.60
kelembaban udara 2 :64.50

[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id...
[ANTARES] GET...
[ANTARES] RESPONSE CODE : 200
/antares-cse/cnt-580071618
Hasil Data Sensor 3
kelembaban tanah 3 :100.00
ph tanah 3 :7.30
Lux 3 :5.00
suhu 3 :nan
kelembaban udara 3 :nan
```

Gambar 2.30 Data nilai sensor yang diterima alat otomatisasi.

Untuk data referensi kontrol manual dan otomatis yang didapatkan adalah data yang telah diinputkan dari aplikasi. Untuk kontrol manual data yang diinputkan adalah perintah kontrol *on-off*, atau dianotasikan menjadi logika 1 dan 0. Pada pengujian ini terdapat 3 buah pompa yang akan di kontrol sehingga terdapat 3 buah data referensi kontrol pompa secara manual. Pada Gambar 5.31 Merupakan tampilan aplikasi untuk melakukan masukan referensi kontrol manual.



Gambar 2.31 Tampilan aplikasi kendali manual pompa.

Setelah melakukan perintah kirim pada aplikasi, maka data kendali berupa logika on dan off akan diteruskan ke *cloud server*. Setelah tersimpan di *cloud server*, data tersebut secara periodik akan diambil oleh mikrokontrol bagian otomatisasi untuk menjustifikasi perintah yang didapat untuk melakukan penyiraman atau tidak. Setelah diterima pada mikrokontrol otomatisasi, penyiraman akan dilakukan, dan akan kembali memberikan umpan balik data kontrol penyiraman dengan logika off. Hal ini dilakukan karena proses pengambilan data mikrokontroler dilakukan secara periodik, sehingga apabila tidak kembali diberikan data kendali off pada *cloud server*, maka mikrokontrol akan terus menyalakan pompa penyiraman.

Pada Gambar 5.32 merupakan tampilan data *cloud server* untuk perintah kendali penyiraman dari hasil masukan aplikasi, yang kemudian diberi data umpan balik berupa perintah kendali off.

2019-07-31 14:35:57	/antares-cse/cin-217929465	<pre>{   "pot1": "0",   "pot2": "0",   "pot3": "0" }</pre>
2019-07-31 14:34:41	/antares-cse/cin-15212187	<pre>{   "pot1": 1,   "pot2": 1,   "pot3": 1 }</pre>

Gambar 2.32 Data perintah kendali yang dikirim ke cloud server.

Dari alat otomatisasi setelah mendapatkan data sensor secara bergilir, maka data selanjutnya yang didapat dari *cloud server* adalah data nilai referensi kontrol manual. Dari data referensi yang dicontohkan pada Gambar 5.33 telah diinputkan kontrol untuk menyalakan ketiga pompa. Maka kondisi yang dilakukan oleh alat otomatisasi adalah menyalakan ketiga pompa air secara bergantian dengan mengaktifkan relay kontrol. Pada Gambar 5.33 Merupakan data yang diterima oleh alat otomatisasi.

```
COM8

[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id...
[ANTARES] GET...
[ANTARES] RESPONSE CODE : 200
kontrol pompa
pompa 1 :1.00
pompa 2 :1.00
pompa 3 :1.00
sematkan kendali pompa...

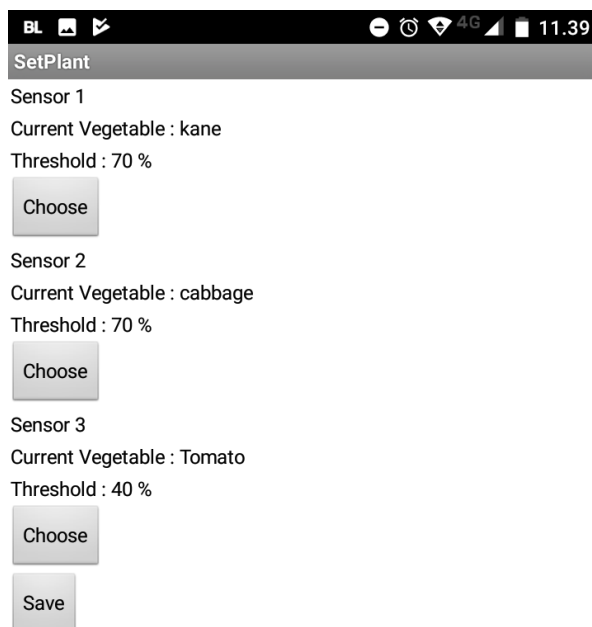
[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id:8080/~antares-cse/antares-id/GardenCanggih/SaklarAlat_01...
[ANTARES] POST...
[ANTARES] <cm2m:cin xmlns:m2m="http://www.onem2m.org/xml/protocols"><cnf:message</cnf><con>{"pot1":"0","pot2":"0","pot3":"0"

[ANTARES] RESPONSE CODE : 201
201
ada yang tersiram...

[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id:8080/~antares-cse/antares-id/GardenCanggih/terakhirsiram...
[ANTARES] POST...
[ANTARES] <cm2m:cin xmlns:m2m="http://www.onem2m.org/xml/protocols"><cnf:message</cnf><con>{"mPot1":"1","mPot2":"1","mPot3":
```

Gambar 2.33 Data perintah yang diterima dari *cloud server* pada mikrokontroler otomatisasi.

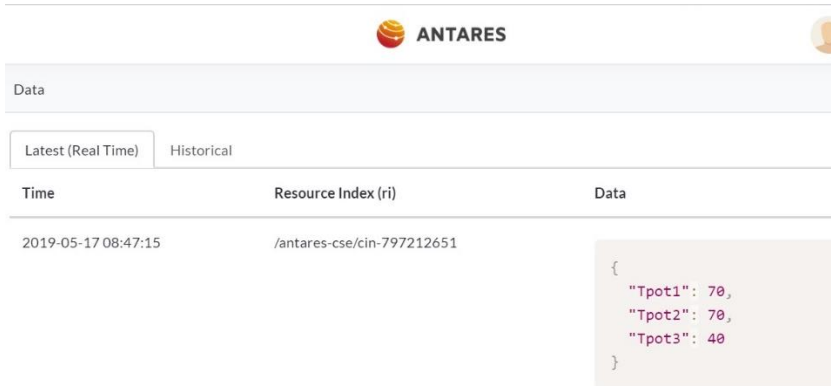
Untuk kontrol secara otomatisasi harus melakukan terlebih dahulu pengaturan nilai *threshold* kelembaban tanah untuk memicu kontrol secara otomatis. Pengaturan ini dilakukan pada aplikasi, dengan memilih jenis tanaman sayuran yang sebelumnya telah diinputkan terlebih dahulu. Pada masing-masing sayuran telah diberikan nilai *threshold* kelembaban tanah dalam skala persen, sehingga saat pengguna menyimpan pengaturan sayuran yang akan dipantau pada masing-masing sensor maka aplikasi tersebut akan mengirimkan data nilai referensi *threshold* kelembaban tanah ke *cloud server*. Pada Gambar 5.34 merupakan tampilan pada aplikasi untuk melakukan pengaturan nilai *threshold* kelembaban tanah.



Gambar 2.34 Pengaturan nilai *threshold* kelembaban tanah pada aplikasi.

Data nilai *threshold* kelembaban tanah yang telah terinput kemudian disimpan pada *cloud server* setelah tombol simpan ditekan. Pada

Gambar 5.35 Merupakan tampilan *cloud server* telah disimpan nilai *threshold* kelembaban tanah dari masukan aplikasi.



Gambar 2.35 Tampilan nilai *threshold* yang tersimpan di *cloud server*.

Setelah nilai referensi *threshold* kelembaban tanah telah diatur, maka selanjutnya adalah pengujian alat otomatisasi untuk melakukan penyiraman tanah secara otomatis. Pengujian otomatisasi yang dilakukan pada Gambar 5.36 adalah diterapkan pada nilai sensor 2. Kondisi tanah dibuat dalam kondisi basa berada di atas *threshold* kelembaban tanah, yakni dengan *threshold* sebesar 70 %, dan kelembaban tanah yang terbaca saat itu adalah 78.97 %..

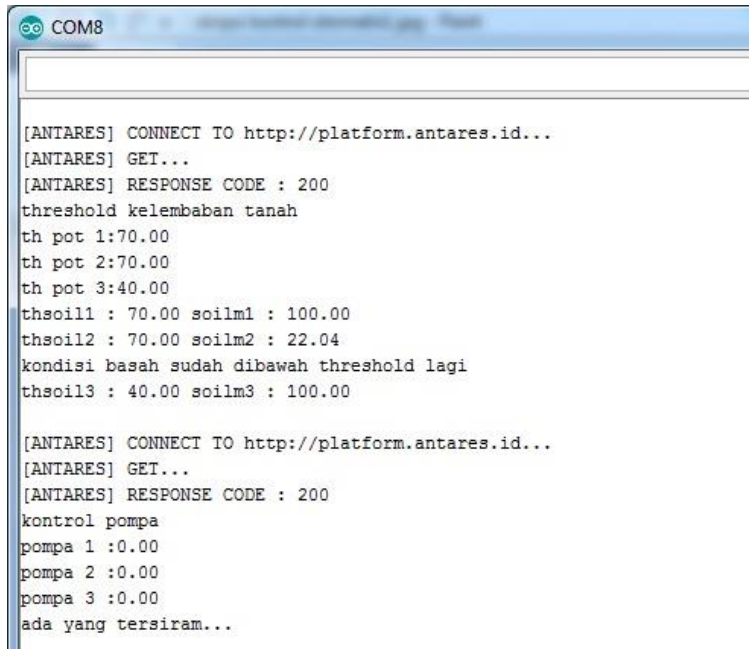
```
COM8
/antares-cse/cnt-449109214
Hasil Data Sensor 2
kelembaban tanah 2 :78.97
ph tanah 2 :7.35
Lux 2 :22.00
suhu 2 :25.30
kelembaban udara 2 :69.60

[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id...
[ANTARES] GET...
[ANTARES] RESPONSE CODE : 200
/antares-cse/cnt-580071618
Hasil Data Sensor 3
kelembaban tanah 3 :100.00
ph tanah 3 :7.30
Lux 3 :5.00
suhu 3 :nan
kelembaban udara 3 :nan

[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id...
[ANTARES] GET...
[ANTARES] RESPONSE CODE : 200
threshold kelembaban tanah
th pot 1:70.00
th pot 2:70.00
th pot 3:40.00
thsoil1 : 70.00 soilm1 : 100.00
thsoil2 : 70.00 soilm2 : 78.97
thsoil3 : 40.00 soilm3 : 100.00
```

Gambar 2.36 Tampilan alat otomatisasi saat tanah masih basah.

Setelah itu, kondisi sensor tanah diberikan pembacaan yang kering. Pada Gambar 5.37 adalah kondisi sensor yang semula dalam kondisi basah menjadi terbaca berada dibawah nilai *threshold* yang sudah diatur sebelumnya. Semula nilai kelembaban tanah dari 78.97 % menurun menjadi 22.04 %. Pada *serial monitor* alat otomatisasi ditampilkan keterangan alat sensor yang telah mengalami kekeringan dan relay untuk menyalakan pompa pun diaktifkan saat kondisi ini terpicu.



```
COM8  
[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id...  
[ANTARES] GET...  
[ANTARES] RESPONSE CODE : 200  
threshold kelembaban tanah  
th pot 1:70.00  
th pot 2:70.00  
th pot 3:40.00  
thsoil1 : 70.00 soilm1 : 100.00  
thsoil2 : 70.00 soilm2 : 22.04  
kondisi basah sudah dibawah threshold lagi  
thsoil3 : 40.00 soilm3 : 100.00  
  
[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id...  
[ANTARES] GET...  
[ANTARES] RESPONSE CODE : 200  
kontrol pompa  
pompa 1 :0.00  
pompa 2 :0.00  
pompa 3 :0.00  
ada yang tersiram...
```

Gambar 2.37 Kondisi saat terjadi penyiraman pada sensor 2.

Apabila penyiraman telah diaktifkan, maka tahap selanjutnya pada alat otomatisasi adalah menunggu pembaharuan nilai sensor untuk memastikan kondisi kelembaban tanah pada tanah dari sensor 2 tersebut benar-benar basah. Dilakukan. Pada Gambar 5.38 adalah kondisi setelah sebelumnya berhasil melakukan penyiraman pada alat sensor 2.



```


[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id...
[ANTARES] GET...
[ANTARES] RESPONSE CODE : 200
threshold kelembaban tanah
th pot 1:70.00
th pot 2:70.00
th pot 3:40.00
thsoil1 : 70.00 soilm1 : 100.00
thsoil2 : 70.00 soilm2 : 22.04
menunggu pot 2 terupdate basah
thsoil3 : 40.00 soilm3 : 100.00

[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id...
[ANTARES] GET...
[ANTARES] RESPONSE CODE : 200
kontrol pompa
pompa 1 :0.00
pompa 2 :0.00
pompa 3 :0.00

```

Gambar 2.38 Kondisi setelah terjadi penyiraman pada sensor 2.

Untuk memastikan bahwa pada alat sensor 2 sedang mengalami kekeringan, maka dari alat otomatisasi dikirimkan umpan balik keterangan bahwa area pada sensor 2 telah disiram dengan keterangan anotasi 1. Pada Gambar 5.39 adalah keterangan untuk kondisi penyiraman pada area masing-masing sensor sedang terjadi.



Data		
Latest (Real Time)		Historical
Time	Resource Index (ri)	Data
2019-08-01 14:32:29	/antares-cse/cin-491487046	<pre> {   "mPot1": "",   "mPot2": "1",   "mPot3": "" } </pre>

Gambar 2.39 keterangan kondisi penyiraman pada masing-masing sensor.

Pemberitahuan pada alat otomatisasi tersebut tampil saat penyiraman dilakukan. Di Gambar 5.39 waktu pemberitahuan penyiraman telah dilakukan terjadi pada pukul 14.32, sementara kondisi tanah yang terbaca oleh sensor 2 mulai kering pada Gambar 5.40 terjadi pada pukul 14.31. Maka percobaan otomatisasi ini terjadi selisih 1 menit untuk mengetahui bahwa kondisi tanah pada sensor 2 sedang kering dan kemudian dilakukan penyiraman otomatis. Hal ini terjadi karena sistem alat otomatisasi dan alat sensor bekerja dengan sistem loop program waktu konstan, dan bekerja pada waktu yang berbeda.



Gambar 2.40 kondisi nilai sensor 2 saat pembacaan tanah mongering.

Saat tanah pada sensor 2 mulai terbaca kembali basah dan melewati nilai *threshold* yang telah diatur, maka pada alat otomatisasi akan menandai bahwa tanah tersebut telah benar-benar tersiram, dan kemudian menunggu kembali pada mode *standby* untuk melakukan penyiraman tanah saat nilai kelembaban tanah sensor melewati nilai *threshold* yang telah diatur. Pada Gambar 5.41 adalah kondisi saat kelembaban tanah sensor 2 telah basah kembali.

```

COM8
ph tanah 3 :7.30
Lux 3 :5.00
suhu 3 :nan
kelembaban udara 3 :nan

[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id...
[ANTARES] GET...
[ANTARES] RESPONSE CODE : 200
threshold kelembaban tanah
th pot 1:70.00
th pot 2:70.00
th pot 3:40.00
thsoil1 : 70.00 soilm1 : 100.00
thsoil2 : 70.00 soilm2 : 80.44
kondisi basah pot 2 baru terdeteksi
thsoil3 : 40.00 soilm3 : 100.00

[ANTARES] CONNECT TO http://platform.antares.id...
[ANTARES] GET...
[ANTARES] RESPONSE CODE : 200
kontrol pompa
pompa 1 :0.00
pompa 2 :0.00
pompa 3 :0.00

```

Gambar 2.41 Kondisi kelembaban tanah sensor 2 menjadi basah.

Setelah pengujian awal otomatisasi penyiraman berhasil dilakukan, maka pengujian selanjutnya adalah pengujian fleksibilitas *threshold* kelembaban tanah minimal dengan mengganti nilai *threshold* kelembaban tanahnya. Perubahan nilai *threshold* yang digunakan adalah dari 70 % pada pengujian sebelumnya diubah menjadi 50 % dan 60 % secara bergantian. Pada Tabel 5.10 merupakan skenario beserta hasil dari pengujian alat otomatisasi yang terjadi.

Tabel 2.10 Hasil skenario otomatisasi penyiraman.

No	Kelembaban yang terbaca (%)	Threshold yang disimpan (%)	Kondisi Penyiraman
1	80.4	70	Kondisi tanah dari sensor telah terbaca basah kembali, menunggu kondisi tanah mengering lagi untuk otomatisasi penyiraman
2	70.2	50	Kondisi tanah berubah, dan nilai threshold kelembaban tanah ikut diatur ulang menjadi 50%

3	49.5	50	Tanah mongering, pompa air menyala
4	49.5	50	Kondisi tanah dari sensor belum diperbaharui, menunggu data sensor baru
5	75.2	50	Kondisi tanah dari sensor telah terbaca basah kembali, menunggu kondisi tanah mongering lagi untuk otomatisasi penyiraman
6	70.3	60	Kondisi tanah berubah, dan nilai <i>threshold</i> kelembaban tanah ikut diatur ulang menjadi 60%
7	58.7	60	Tanah mongering, pompa air menyala
8	58.7	60	Kondisi tanah dari sensor belum diperbaharui, menunggu data sensor baru
9	76.2	60	Kondisi tanah dari sensor telah terbaca basah kembali, menunggu kondisi tanah mongering lagi untuk otomatisasi penyiraman

---

Dari hasil pengujian otomatisasi yang dilakukan dengan merubah nilai *threshold* kelembaban tanah, maka referensi alat otomatisasi untuk menyalakan pompa penyiraman bergantung dengan kondisi pembacaan kelembaban tanah terkini. Dapat terlihat dari pengujian otomatisasi tersebut saat nilai *threshold* diubah menjadi 50 %, maka otomatisasi penyiraman dijalankan saat kelembaban tanah yang terbaca adalah 49,5 % atau nilai kelembaban tanah dibawah 50 %. Sementara disaat nilai *threshold* diubah menjadi 60 %, maka otomatisasi penyiraman dijalankan saat kelembaban tanah yang terbaca adalah 58,7 % atau nilai kelembaban tanah dibawah 60 %.

## BAB VI Penutup

### 6.1. Kesimpulan

Dari hasil pembuatan rancang bangun sistem monitoring dan otomatisasi pada pertanian jenis sayuran berbasis *internet of things* Keseluruhan, didapat hasilnya adalah:

1. Sistem rancang bangun monitoring dan otomatisasi pada pertanian dapat direalisasikan dengan fitur pembacaan kondisi kelembaban dan keasaman tanah, kondisi suhu dan kelembaban udara serta pencahayaan. Untuk otomatisasi penyiraman dilakukan dengan mengambil referensi tingkat kelembaban tanah dengan mengakses nilai kelembaban tanah pada *cloud server* melalui jaringan internet serta mengatur penyiraman secara fleksibel ketika tanah sudah dianggap kering.
2. Hasil pengukuran yang didapat pada sensor setelah dibandingkan dengan alat pembanding sebanding hasilnya, dimana penyimpangan rata-rata pada sensor suhu udara sebesar 0.545 °C, kelembaban udara sebesar 6,2%, Intensitas Cahaya kelembaban tanah sebesar 11%, dan keasaman tanah sebesar 0.5 skala nilai pH. Hasil pembacaannya pun relatif linear.
3. Percobaan kontrol manual penyiraman tanah dilakukan dan dapat mengendalikan pompa penyiraman tanaman. Untuk proses penyiraman terjadi setelah jeda 1 menit dari alat sensor mengirimkan kondisi tanah yang kering dari semula 78,91 % menjadi 22.01 % saat nilai *threshold* yang diatur adalah sebesar 70%. Dan saat nilai *threshold* kelembaban tanah diatur menjadi 50 % dan 60 % secara bergantian, maka otomatisasi penyiraman bekerja saat kelembaban tanah yang terbaca berada dibawah nilai *threshold* tersebut, yakni masing-masing 49,5 %

dan 58,7 %. Dengan demikian pengguna dapat menggunakan sistem otomatisasi penyiraman tanaman sayuran dengan fleksibilitas pada pengaturan *threshold* minimal kelembaban tanah untuk melakukan otomatisasi penyiraman.

## **6.2. Saran**

Dari penelitian ini adapun yang masih bias ditingkatkan lagi untuk memantapkan sistem alat diantaranya adalah :

1. pembacaan sensor kelembaban tanah,
2. memperingkas sistem otomatisasi penyiraman tanaman, dan
3. *user interface* aplikasi serta fungsi aplikasi yang dirancang oleh penulis.

## Daftar Pustaka

- [1] Rahmat Faisal, Edy Batara Mulya Siregar, and Nelly Anna, "INVENTARISASI GULMA PADA TEGAKAN TANAMAN MUDA *Eucalyptus spp.*," *PERONEMA FORESTRY SCIENCE JOURNAL*, vol. 2, no. 2, pp. 44-49, (2013).
- [2] M.Agr. Prof. Dr. Ir. Didy Sopandie, *Fisiologi Adaptasi Tanaman*. Bogor: IPB Press, 2014.
- [3] Lia Kamelia, Adam Faroqi Rasyid, and M. Fahmi Amrillah, "Rancang Bangun Kendali Cahaya dan Irigasi Greenhouse Untuk Budidaya Bunga *Crysanthemum sp* Berbasis Humidity Sensor," Bandung, 2017.
- [4] Kamelia Lia, Ismail Nanang, and Fajrin Noer, "Rancang Bangun Sistem Kendali Pencahayaan dan Penyiraman Bunga *Chrysanthemum sp* di Greenhouse Berbasis Internet of Things," Bandung, 2017.
- [5] Mohammad Tanvir Sadiq, M A Munaim Hossain, Ken Fahmidur Rahman, and Ahmad Sayeed Sayem, "Automated Irrigation System : Controlling Irrigation through Wireless Sensor Network," *International Journal of Electronics and Electrical Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 33-37, 2019.
- [6] Yemeserach Mekonnen, Lamar Burton, Arif Sarwat, and Shekhar Bhansali, "IoT Sensor Network Approach for Smart Farming: An Application in Food, Energy and Water System," in *2018 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)*, San Jose, 2019.
- [7] Dongyu Wang, Dixon Lo, Janak Bhimani, and Kazunori Sugiura, "AnyControl - IoT based Home Appliances Monitoring and Controlling," in *2015 IEEE 39th Annual Computer Software and Applications Conference*, Taichung, 2015, pp. 487 - 492.
- [8] Zulkifli C and Noor N, "Wireless Sensor Network and Internet of Things (IoT) Solution in Agriculture," *Pertanika Journal Sci. & Technology*, vol. 25, no. 1, pp. 91-100, 2017.
- [9] Joseph DiStefano, Allen Stubberud, and Ivan Williams, *Schaum's Outline of Feedback and Control Systems*. New York: McGraw-Hill Professional, 2011.
- [10] D. A. Triwiyanto, "Konsep Umum Sistem Kontrol 1.1".
- [11] A.Rahman,, 2013, pp. 1 - 34.
- [12] P. Parwekar, "From Internet of Things towards cloud of things," in *2011 2nd International Conference on Computer and Communication Technology (ICCT-2011)*, vol. II, Allahabad, 2011, pp. 329-333.
- [13] P. Waher, *Learning Internet of Things*. Birmingham: Packt Publishing, 2015.

- [14] S Chen, H Xu, D Liu, B Hu, and H Wang, "A vision of IoT : Applications, Challenges, and Opportunitis with China Perspective," *IEEE Internet Things J.*, vol. I, no. 4, pp. 349 - 359, 2014.
- [15] Yudha Yudhanto, "Apa itu IOT (Internet of Things)," *Jurnalkomputer*, vol. 20, pp. 1-7, 2007.
- [16] rmogull. (2017, April) CSA-Guidance/Domain 1- Cloud Computing Concepts and Architectures. [Online].  
<https://github.com/cloudsecurityalliance/CSA-Guidance/blob/master/Domain%201-%20Cloud%20Computing%20Concepts%20and%20Architectures.md>
- [17] \_\_\_\_\_. What is a cloud server? - Definition from Technopedia. [Online].  
<https://www.techopedia.com/definition/29019/cloud-server>
- [18] (2012) MIT App Inventor - About Us. [Online].  
<https://appinventor.mit.edu/about-us>
- [19] International Labour Office, "Safety and Health in Agriculture," in *International Labour Conference*, Geneva, 2011.
- [20] Martin Bailkey Jerry Kaufman, "Farming Inside Cities: Entrepreneurial," Massachusetts, 2000.
- [21] Herman Dwi Surjono, *Elektronika Lanjut*. Jember: Penerbit Cerdas Ulet Kreatif, 2009.
- [22] Admin. (2019, July) Arduino. [Online].  
<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [23] \_\_\_\_\_. 0C-ESP8266\_\_WROOM\_WiFi\_Module\_Datasheet\_\_CN\_v0. [Online]. <https://www.elecrow.com/download/ESP-12F.pdf>
- [24] \_\_\_\_\_. (2012) 16x2 LCD Datasheet. [Online].  
<https://www.engineersgarage.com/electronic-components/16x2-lcd-module-datasheet>
- [25] Martin. (2016) Fungsi Sensor. [Online].  
<http://www.fungsiklopedia.com/fungsi-sensor/>
- [26] \_\_\_\_\_. (2012) Teori Sensor dan Transduser Elektronika. [Online].  
<http://elektronika-dasar.web.id/teori-sensor-dan-transduser-elektronika/>
- [27] \_\_\_\_\_. (2017) Capacitive Soil Moisture Sensor SKU:SEN0193. [Online].  
[https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Capacitive\\_Soil\\_Moisture\\_Sensor\\_SKU:SEN0193](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Capacitive_Soil_Moisture_Sensor_SKU:SEN0193)
- [28] \_\_\_\_\_. (2017) Gravity: Analog Spear Tip pH Sensor / Meter Kit (For Soil And Food Applications) SKU: SEN0249. [Online].  
[https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Gravity:\\_Analog\\_Spear\\_Tip\\_pH](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Gravity:_Analog_Spear_Tip_pH)



\_Sensor/\_Meter\_Kit\_(For\_Soil\_And\_Food\_Applications)\_SKU:\_SEN02  
49

- [29] \_\_\_\_\_. Digital Humidity and Temperature Sensor AM2302. [Online].  
<https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/Digital+humidity+and+temperature+sensor+AM2302.pdf>
- [30] ROHM Semiconductor. (2011) <https://www.mouser.com>. [Online].  
<https://www.mouser.com/ds/2/348/bh1750fvi-e-186247.pdf>
- [31] \_\_\_\_\_. WebView for Android - Google Chrome. [Online].  
<https://developer.chrome.com/multidevice/webview/overview>
- [32] Zubaili Isfarizky, Fardian, and Alfatirta Mufti, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Pemakaian Listrik Secara Multi Channel Berbasis Arduino (Studi Kasus Kantor LBH Banda Aceh)," *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, vol. II, pp. 30-35, 2017.
- [33] Handy Wicaksono, *Relay – Prinsip dan Aplikasi.*, 2009.
- [34] Rendy Franata, Oktafri, and Ahmad Tusi, "Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Otomatis Berbasis Perubahan Kadar Air Tanah Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 4, pp. 19-26, 2014.
- [35] Hari Arief Dharmawan, *Mikrocontroller: Konsep Dasar dan Praktis*, Cetakan Pertama ed., Tim UB Press, Ed. Malang, Indonesia: UB Press, 2017.

## Indeks

- actuator*, **7**
- Arduino, **iv, vi, 15, 16, 23, 25, 29, 30, 32, 51, 110, 111**
- Cloud computing*, **10**
- cloud server*, **ii, vii, viii, 3, 4, 11, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 39, 41, 42, 43, 44, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 61, 62, 64, 65, 67, 68, 70, 72, 73, 77, 80, 83, 84, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 107, 110**
- Collaborative-Aware Services*, **9**
- control*, **5, 6, 7, 15**
- control system*, **5**
- controlled variable*, **6**
- Identity-Related Services*, **9**
- Information Aggregation Services*, **9**
- input*, **5, 25, 40, 41, 53, 86**
- interface*, **vi, vii, 11, 33, 37, 38, 51, 53, 54, 108**
- Internet of Things*, **ii, iv, 1, 2, 3, 9, 34, 38, 47, 51, 57, 109, 110**
- Internet of Things (IoT)*, **1**
- JavaScript Object Notation (JSON)*, **59**
- Kawa Language Framework*, **12**
- kondisi tanah, **3, 4, 39, 40, 57, 104, 105, 106, 107**
- loop*, **7, 8, 9, 104**
- low-income household*, **14**
- Machine to Machine (M2M)*, **10**
- NodeMCU, **18, 19**
- outdoor*, **4**
- output*, **5, 18, 48, 76**
- plant*, **7, 8, 85**
- sayuran, **ii, viii, 2, 3, 4, 34, 64, 65, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 92, 99, 107, 108**
- Sensor, **ii, iv, v, vi, 7, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 29, 36, 47, 49, 50, 64, 67, 68, 70, 72, 74, 78, 82, 109, 110, 111**
- smartphone*, **ii, 3, 10, 11, 12, 29, 30, 31, 32, 34, 38, 51, 55, 61**
- threshold*, **ii, vi, vii, viii, ix, 33, 34, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 52, 53, 55, 56, 61, 64, 65, 66, 67, 85, 86, 87, 88, 92, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107**
- Ubiquitous Services*, **9**
- urban agriculture*, **13, 14**
- use case, **ix, 51, 52, 53, 54, 64**
- Visual Block Programming*, **12**
- WiFi module*, **16**