

**PENERAPAN SISTEM KONTROL OTOMATIS DAN AKUISISI DATA  
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* PADA IRIGASI TETES UNTUK  
TANAMAN KAILAN**



**ASRENI  
G041181324**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**



**PENERAPAN SISTEM KONTROL OTOMATIS DAN AKUISISI DATA  
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* PADA IRIGASI TETES UNTUK  
TANAMAN KAILAN**

**ASRENI  
G041181324**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**PENERAPAN SISTEM KONTROL OTOMATIS DAN AKUISISI DATA  
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* PADA IRIGASI TETES UNTUK  
TANAMAN KAILAN**

**ASRENI  
G041181324**

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian  
(S.TP)

Program Studi Teknik Pertanian

pada

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**HALAMAN PENGESAHAN****PENERAPAN SISTEM KONTROL OTOMATIS DAN AKUISISI DATA  
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* PADA IRIGASI TETES UNTUK  
TANAMAN KAILAN****ASRENI  
G041181324**

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Pada Tanggal 18  
Juli 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan pada

UNIVERSITAS HASANUDDIN  
Program Studi Teknik Pertanian  
Departemen Teknologi Pertanian  
Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin  
Makassar


Mengesahkan,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,




Prof. Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, M.P.  
NIP. 19681007 199303 2 002



Muhammad Tahir Sapsal, S.TP, M.Si  
NIP. 19840716 201212 1 002



Ketua Program Studi,  
Teknik Pertanian



Diyah Yumeina, S.TP, M. Agr., Ph.D.  
NIP. 19810129 200912 2 003

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Penerapan Sistem Kontrol Otomatis dan Akuisisi Data Berbasis *Internet of Things* pada Irigasi Tetes untuk Tanaman Kailan" adalah bentar karya saya dengan arahan dari pembimbing Prof. Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, M.P dan Muhammad Tahir Sapsal, S.TP, M.S.. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 06 Agustus 2024



## ABSTRAK

ASRENI (G041 18 1324). **Penerapan Sistem Kontrol Otomatis dan Akuisisi Data Berbasis Internet of Things pada Irigasi Tetes untuk Tanaman Kailan:** SITTI NUR FARIDAH dan MUHAMMAD TAHIR SAPSAL.

**Latar belakang.** Tanaman Kailan adalah sejenis tanaman sayuran daun yang bentuknya menyerupai kembang kol atau sawi. Kailan saat ini kebanyakan menggunakan irigasi tetes. Hal ini dimaksudkan agar air dapat langsung sampai ke akar tanaman karena sistem irigasi tetes memiliki metode pemberian air yang tepat sehingga air dapat terserap oleh tanaman dengan tepat. Salah satu upaya yang dilakukan dalam pemberian air irigasi yaitu menggunakan sistem otomatisasi berbasis mikrokontroler berbasis internet of things dapat mengairi sesuai dengan kebutuhan tanaman dan dapat mengontrol dari jarak jauh. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sistem kontrol dan akuisisi data berbasis *internet of things* pada irigasi tetes untuk tanaman kailan. **Metode.** Penelitian ini menggunakan dua perlakuan yaitu irigasi tetes dengan sistem kontrol dan irigasi tetes konvensional dengan beberapa tahapan yaitu studi literatur, perakitan irigasi tetes, perancangan sistem kontrol, perakitan alat, perancangan software, perancangan sistem monitoring, sistematika iot menggunakan thingspeak, dan uji fungsional. **Hasil.** Dari hasil penelitian menghasilkan data tinggi tanaman Kailan dengan rata-rata tingginya 30,81 cm, jumlah daun dengan jumlah daun terbanyak 10, luas daun dengan nilai setting point batas atas sebesar 30% sebesar 51,66 cm<sup>2</sup>, sedangkan yang paling rendah sebesar 21,36%, dan biomassa tanaman Kailan. **Kesimpulan.** Dari hasil penelitian menghasilkan produktivitas tanaman Kailan dengan sistem kontrol otomatis lebih tinggi daripada tanaman Kailan dengan irigasi manual.

Kata kunci: *IoT*, Mikrokontroler, Sistem Kontrol, Tanaman Kailan

## ABSTRACT

ASRENI (G041 18 1324). **Penerapan Sistem Kontrol Otomatis dan Akuisisi Data Berbasis Internet of Things pada Irigasi Tetes untuk Tanaman Kailan: SITTI NUR FARIDAH dan MUHAMMAD TAHIR SAPSAL.**

**Background.** Kailan plants is a type of leaf vegetable that resembles cauliflower or mustard greens mustard Kailan currently mostly uses drip irrigation. This is intended so that water can get directly to the roots of the plant because the drip irrigation system irrigation system has a precise method of giving water so that water can be absorbed by the plant properly plants appropriately. One of the efforts made in providing water irrigation is using a microcontroller-based automation system based on the internet of things. internet of things-based automation system can irrigate according to plant needs and can be controlled remotely. **Purpose.** This research aims to produce a control and data acquisition system based on the internet of things in drip irrigation for kailan plants of things-based control and data acquisition system in drip irrigation for kailan plants. **Methods.** This study used two treatments treatments, namely drip irrigation with a control system and conventional drip irrigation. drip irrigation with several stages, namely literature study, drip irrigation assembly, control system design, internet of things-based data acquisition, and internet of things-based data acquisition, drip irrigation, control system design, tool assembly, software design, monitoring system design, iot systematics using thingspeak, and functional testing, functional test. **Results.** From the results of the research produced Kailan plant height data with an average height of 30.81 cm, the number of leaves with the highest number of leaves 10, leaf area with an upper limit setting point value of upper limit point value of 30% was 51.66 cm<sup>2</sup>, while the lowest was 21.36%, and biomass of Kailan plants. **Conclusion.** From the results of the study, the productivity of productivity of Kailan plants with contact system.

Keywords: IoT, Microcontroller, Control System, Chickpea Plants



## DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL SKRIPSI .....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA <b>Error!</b> <b>Bookmark not defined.</b>	
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ix
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan dan Manfaat.....	1
BAB II. METODE PENELITIAN.....	3
2.1. Tempat dan Waktu.....	3
2.2. Bahan dan Alat .....	3
2.3. Metode Penelitian .....	3
2.4. Bagan Alir Penelitian .....	10
BAB III. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	11
3.1. Gambaran Umum Jaringan Irigasi Tetes .....	11
3.2. Hasil Uji Fungsional.....	12
3.3. Pengujian Packet Loss and Delay .....	16
3.4. Hasil Uji Kinerja .....	16
3.5. Tinggi Tanaman .....	18
3.6. Jumlah Daun.....	18
3.7. Luas Daun .....	19
3.8. Biomassa Tanaman .....	20
BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN.....	23

4.1 Kesimpulan .....	23
4.2 Saran .....	23
DAFTAR PUSTAKA.....	25
LAMPIRAN.....	27
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....	43

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Nama dan Fungsi Bagian Irigasi Tetes .....	4
Tabel 2. Dimensi Bentuk Irigasi Tetes .....	4
Tabel 3. Validasi Sensor Kadar Air .....	14
Tabel 4. Keseragaman Irigasi Tetes .....	15
Tabel 5. Rata-rata Biomassa Tanaman Kailan .....	20

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bentuk Irigasi Tetes .....	3
Gambar 2. Bagan Kontrol Penelitian.....	4
Gambar 3. Rangkaian Sistem Kontrol Irigasi Tetes .....	5
Gambar 4. Kaidah Pemrograman .....	6
Gambar 5. Skema Sistem Monitoring .....	10
Gambar 6. Bentuk Sistem Irigasi Tetes.....	11
Gambar 7. Hasil Rancangan Sistem Kontrol .....	12
Gambar 8. Tampilan Monitoring Melalui Thingspeak.....	13
Gambar 9. Hasil Kalibrasi Sensor Kadar Air .....	14
Gambar 10. Validasi Sensor Kadar Air.....	15
Gambar 11. Respon Transien Kadar Air Tanah pada Sistem Irigasi Tetes .....	17
Gambar 12. Respon Steady State Irigasi Tetes Tanaman Kailan .....	17
Gambar 13. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Selama Masa Tanam.....	18
Gambar 14. Pertumbuhan Jumlah Daun Selama Masa Tanam.....	19
Gambar 15. Perbandingan Luas Daun .....	20

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman .....	27
Lampiran 2. Perhitungan Koefisien Keseragaman .....	28
Lampiran 3. Kalibrasi Sensor .....	28
Lampiran 4. Perhitungan Kadar Air Metode Grafimetri.....	29
Lampiran 5. Packet Loss and Delay .....	30
Lampiran 6. Persentase Data Terkirim dan Data Hilang .....	35
Lampiran 7. Rata-rata Delay .....	36
Lampiran 8. Code Program .....	37
Lampiran 9. Dokumentasi .....	40



## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* L) adalah sejenis tanaman sayuran daun yang bentuknya menyerupai kembang kol atau sawi. Sayuran yang masih langka di Indonesia ini berfungsi baik sebagai sayuran maupun suplemen makanan bagi individu karena mengandung kalsium, serat, protein, vitamin, mineral, dan nutrisi bermanfaat lainnya.

Kurangnya Kailan di pasar disebabkan oleh beberapa tantangan yang dihadapi petani, seperti hama, cuaca buruk, dan pertanian yang kurang intens, untuk menghindari masalah yang muncul saat musim hujan, Kailan biasanya ditanam pada akhir musim hujan atau menjelang musim kemarau. Keterbatasan pasokan sumber daya air pada musim kemarau dapat menimbulkan masalah karena terbatasnya kuantitas, kualitas, waktu, dan kebutuhan di lokasi penanaman.

Tanaman Kailan memiliki kebutuhan konsumsi air sebesar 55 mm<sup>3</sup> selama musim tanam, dengan tingkat konsumsi air sebesar 1,1 mm<sup>3</sup>/hari dan kebutuhan air 130 mm<sup>3</sup>. Selama ini budidaya tanaman kailan dilakukan dengan menggunakan metode konvensional dengan cara menyemprotkan air menggunakan hand sprayer pada pagi hari. Cara ini tidak efektif untuk mengontrol kebutuhan air untuk tanaman kailan dengan demikian kebutuhan air tidak terkontrol dengan baik dapat menyebabkan tanaman Kailan mati atau mengalami pembusukan pada akar tanaman Kailan (Dewi, 2017).

Proses budidaya tanaman kailan yang dilakukan dengan menggunakan metode konvensional tentu membuat petani tidak dapat memonitoring (mengecek keadaan pemberian air secara *realtime*) terlebih jika jarak antara rumah petani dengan lokasi budidaya yang jauh membuat waktu untuk menempuh lokasi tanam menjadi lama maka dari itu diperlukan teknologi tepat untuk mengendalikan pemberian air irigasi untuk tanaman kailan.

Salah satu upaya yang dilakukan dalam pemberian air irigasi yaitu menggunakan sistem otomatisasi berbasis mikrokontroler dengan *internet of things* sehingga kebutuhan air irigasi untuk tanaman kailan sesuai dengan kebutuhannya karena sistem bekerja ini berdasarkan kebutuhan air yang di perlukan pada tanaman kailan selain itu dengan pemanfaatan *internet of things* proses monitoring dapat di lakukan secara *realtime*.

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian mengenai sistem kontrol otomatis irigasi tetes pada tanaman Kailan dan akuisisi data berbasis IoT (*Internet of Things*) sehingga pemberian air dengan irigasi tetes bisa efektif dan efisien.

### 1.2. Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk yaitu menghasilkan sistem kontrol dan akuisisi data berbasis internet of things pada irigasi tetes untuk tanaman kailan.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai bahan informasi bagi masyarakat mengenai penggunaan irigasi tetes dengan sistem kontrol dan akuisisi data berbasis internet of things sebagai pengembangan pada bidang ilmu pengetahuan khususnya irigasi tanaman kailan.

## BAB II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian penerapan sistem kontrol otomatis irigasi tetes pada tanaman kailan dan akuisisi data secara real time berbasis internet of things pada tanaman Kailan telah dilaksanakan pada bulan Agustus-Oktober 2023 bertempat di Experimental Farming, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

### 2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah media tanam berupa polybag 18 buah, bibit tanaman kailan, dan air. Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini ialah laptop ember air 20 L, selang air PE  $\frac{1}{2}$  inch, emiter putar 4/7 mm, pipa paralon  $\frac{1}{2}$  inch, sambungan pipa L  $\frac{1}{2}$  inch, sambungan  $\frac{1}{2}$  inch, dop penutup pipa  $\frac{1}{2}$  inch, pompa air aquarium AC 220 volt 12 watt, lem pipa, oven, cawan, timbangan analitik, ESP-32 WROOM, soil moisture sensor HD38, solid state relay DA, Adaptor 12 volt 5 A, kabel jumper, LCD 20x4, software Arduino IDE versi 1.8.13

### 2.3. Metode Penelitian

Prosedur penelitian sistem kontrol otomatis irigasi tetes dan akuisisi data berbasis *internet of things* pada tanaman Kailan secara umum dapat dilihat sebagai berikut:

#### 3.4.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari bagaimana cara meningkatkan pertumbuhan tanaman Kailan dengan pengaturan kadar air yang tepat selama masa pertumbuhannya. Menurut Mustafiril (2017), tanaman Kailan tumbuh optimal dengan rentan kadar air 22-27%.

#### 3.4.2 Perakitan Jaringan Irigasi Tetes

Pada tahapan ini dilakukan proses perakitan jaringan irigasi tetes dengan kapasitas 18 polybag sebagai media yang dikontrol. Jaringan irigasi tetes yang di buat menggunakan 6 selang PE dengan panjang 1,2 m dimana setiap selang dipasang 3 buah emiter kemudian di ujung emiter dipasang kran dan pipa utama yang dihubungkan ke pompa air ac untuk mengalirkan air dari tandon menuju emiter.



Gambar 1. Bentuk Irigasi Tetes



Tabel 1. Nama dan Fungsi Bagian Irigasi Tetes.

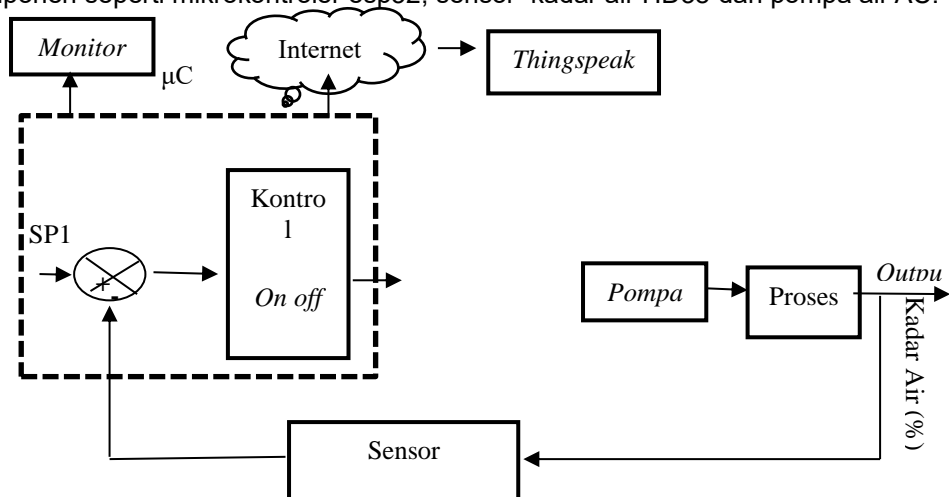
Bagian	Nama	Fungsi
1	Kotak kontrol	Sebagai pusat sistem kendali
2	Selang PE	Tempat melekatnya emitter
3	Polybag	Digunakan sebagai tempat media tanam tanaman kailan
4	sensor kadar air HD38	Digunakan untuk membaca kadar air tanah
5	Sambungan pipa	Digunakan untuk menyambungkan pipa
6	Pipa	Digunakan sebagai tempat mengalirnya air ke emitter
7	Pompa air	Digunakan untuk mengalirkan air ke emitter
8	Ember air	Digunakan sebagai tempat penampungan air

Tabel 2. Dimensi Bentuk Irigasi Tetes.

Dimensi	Satuan	Nilai
Tinggi emitter	M	0.35
Panjang pipa irigasi	M	0.8
Jarak antar polybag	M	0.4
Jumlah emitter	Buah	18
Jarak antar emitter	M	0.4

### 3.4.3 Perancangan Sistem Kontrol

Pada tahapan ini dilakukan proses untuk mengendalikan pemberian air irigasi tetes menggunakan pompa air AC. Sistem kontrol dirancang menggunakan beberapa komponen seperti mikrokontroler esp32, sensor kadar air HD38 dan pompa air AC.

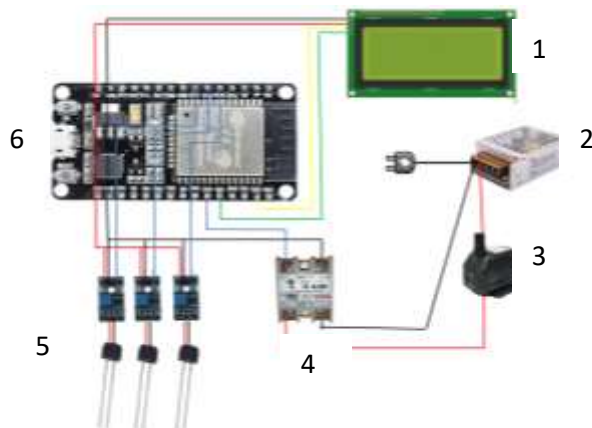


Gambar 2. Bagan Kontrol Penelitian

- Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor kadar air HD38 dimana sensor HD38 digunakan untuk mengukur kadar air pada polybag untuk tanaman Kailan. Pada penelitian ini digunakan 3 sensor HD38.
- Mikrokontroler yang digunakan dalam sistem ini adalah ESP32. Pin-pin yang digunakan sebagai input adalah pin D33,D34, D35 untuk sensor HD38, pin D22 dan D21 untuk LCD. Sedangkan pin yang digunakan untuk output adalah pin D19 untuk dan pompa air
- Aktuator yang digunakan pada penelitian ini adalah satu unit *solid state relay*, tipe DA yang digunakan untuk pompa
- Pompa air digunakan untuk mengalirkan air ke penampung atau tandon air. Jenis pompa yang digunakan ialah pompa air AC

#### 3.4.4 Perakitan Alat

Semua komponen yang sudah disiapkan dirakit sesuai dengan fungsi dan data *sheetnya* masing-masing, kemudian dihubungkan dengan sistem irigasi tetes yang akan dikontrol.

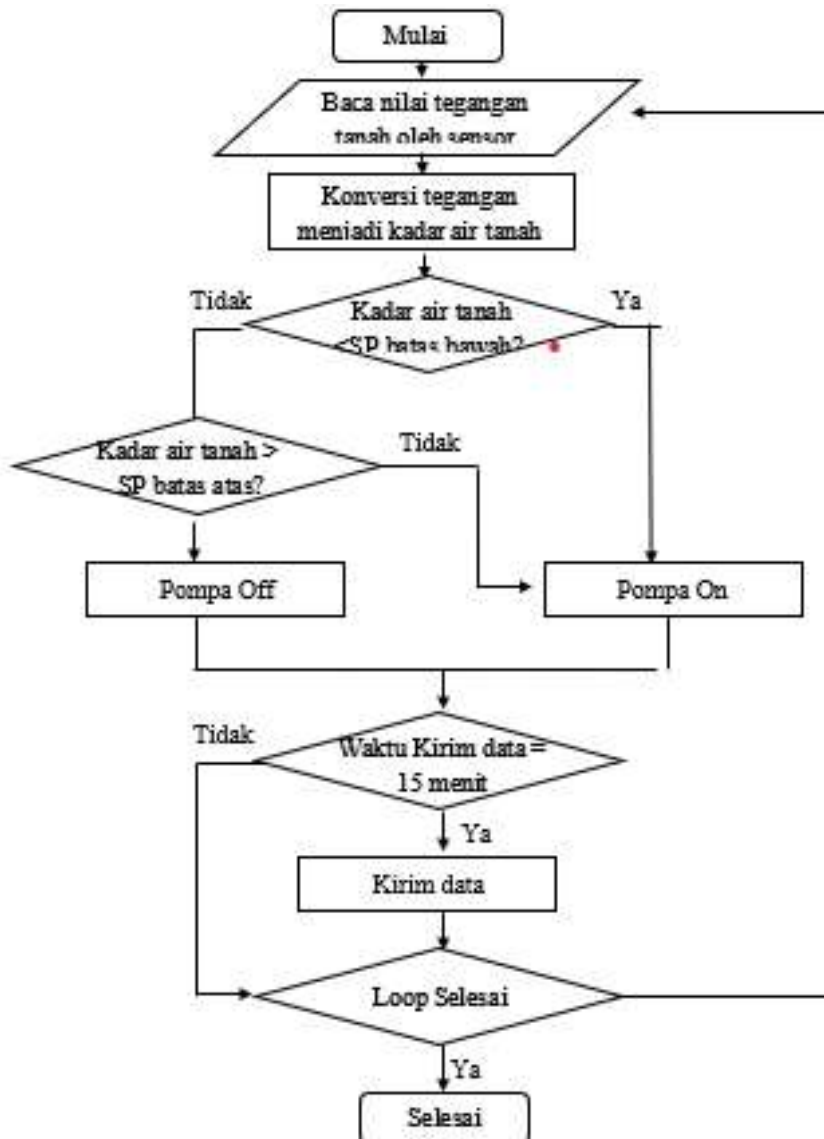


Gambar 3. Rangkaian Sistem Kontrol Irigasi Tetes

Keterangan

- LCD 20x4
- Power Supplay*
- Pompa AC
- Solide State Relay*
- Sensor HD38
- ESP 32

### 3.4.5 Perancangan Software



Gambar 4. Kaidah Pemrograman

Kaidah pemrograman disusun menggunakan sistem kendali on/off untuk pompa air AC dengan menggunakan dengan menggunakan 3 buah sensor yang nilainya di rata-ratakan sebagai pembacaan kadar air. untuk setpoin yang digunakan yaitu 22-27%. Adapun diagram alir proses pembuatan program tersajikan pada Gambar 4.

Perancangan unit kendali sistem kontrol otomatis pada irigasi tetes menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendalinya. Untuk sistem irigasi otomatis, pada sistem kontrol ini proses yang pertama kali, yaitu sistem akan melakukan inialisasi dengan membaca nilai kadar air tanah oleh sensor, kemudian data tersebut akan dikelola

oleh sistem minimum mikrokontroler , data tersebut akan menentukan pompa air akan menyala atau tidak sesuai setting point yang ditetapkan, jika nilai kadar tanah kurang dari atau sama dengan set point (batas bawah kadar air  $\leq 22\%$ ) maka pompa air on, (terbuka) dan jika nilai kadar lengas tanah lebih dari set point (batas atas  $\geq 27\%$ ) maka pompa air off (mati) dan sensor akan terus membaca nilai kadar lengas tanah, siklus tersebut akan terus diulangi, untuk penentuan nilai set point kadar air berdasarkan tekstur tanah. Adapun pengambilan data dilakukan dengan cara sebagai berikut:

### 3.4.6 Perancangan Sistem Monitoring

Sistem monitoring yang dilakukan pada penelitian ini dimulai melalui membaca waktu apabila waktu kirim data sesuai dengan set perintah kirim setiap 15 menit maka data kadar air tanah yang di baca oleh sensor dikirim dari ESP-32 menuju platform monitoring Thingspeak, dan divisualisasikan dalam bentuk grafik maupun berupa data excel.

### 3.4.7 Sistematika IoT menggunakan Thingspeak

Dalam penerapan sistem IoT, terdapat beberapa platform yang dapat digunakan salah-satunya yaitu Thingspeak. Thingspeak dapat digunakan dalam melakukan monitoring data yang ada di lapangan agar tersampaikan ke pengguna. Adapun proses pembuatan tampilan dan pemakaian Thingspeak sebagai berikut:

1. Membuat akun pada server Thingspeak.
2. Mengatur dan membuat channel menggunakan field.
3. Menentukan channel bersifat public atau private. Pada penelitian ini channel yang dipilih yaitu public agar dapat diakses oleh orang lain.
4. API (Application Programming Interface) Key akan otomatis tergenerate untuk dilakukan sebagai penghubung antara thingspeak dan modul Wifi.
5. Memilih write API Key karena akan menuliskan data pada server.
6. Setelah API Key sudah tergenerate, maka selanjutnya kita dapat menempatkannya pada kode program.
7. Tampilan awal grafik pada My Channel sebelum data dikirim akan terlihat kosong, akan tetapi setelah tersedia data yang dikirimkan dari perangkat maka grafik akan tersedia.

### 3.4.8 Uji Fungsional

Uji fungsional bertujuan untuk mengetahui apakah jaringan irigasi tetes dan sistem kontrol otomatis berfungsi dengan baik atau tidak. Adapun uji fungsional yang dilakukan dengan uji validasi program, pengujian sensor kelembapan tanah, pengujian keseragaman tetesan air yang keluar pada emiter.

#### a. Kalibrasi sensor kelembapan tanah

Kalibrasi sensor bertujuan menyesuaikan sensor kelembapan tanah dengan sifat fisik tanah yang digunakan. Kalibrasi juga dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara tegangan yang terukur oleh alat sensor yang dibuat dengan kadar lengas tanah yang terukur menggunakan analisis gravimetri. Kalibrasi dilakukan dengan keadaan kering ke basah (sorption). Adapun prosedur kalibrasi sensor kelembapan tanah sebagai berikut:

1. Mengambil sampel tanah dalam polibek
2. Menimbang berat wadah dan sampel tanah dalam polibek
3. Mengoven sampel tanah pada suhu 105 0C selama 24 jam

4. Menimbang berat kering sampel tanah setelah dioven
5. Menghitung kadar air basis kering awal sampel tanah menggunakan analisis gravimetrik dengan persamaan berikut:

$$\theta_{dw} = \frac{m_b - m_k}{m_k - m_w} \times 100\%$$

keterangan:

$\theta_{dw}$  = lengas tanah tersedia basis berat kering (%)  
 $m_b$  = berat tanah + wadah sebelum pengeringan (g)  
 $m_k$  = berat tanah + wadah setelah pengeringan (g)  
 $m_w$  = berat wadah (g)

6. Menambahkan air sebanyak 10 ml pada sampel tanah
7. Mengukur tegangan dengan menancapkan sensor pada sampel tanah
8. Mencatat perubahan tegangan yang tertera pada LCD display dan nilai kadar air
9. Membuat grafik hubungan antara nilai lengas tanah dengan tegangan ( $v$  = kadar air)
  - b. Uji keseragaman bertujuan untuk melihat apakah jaringan irigasi tetes yang dibuat memiliki tetesan yang seragam atau tidak. Adapun prosedur yang digunakan untuk uji keseragaman tetesan pada emiter sebagai berikut:
    1. Menyiapkan alat dan bahan berupa seperangkat sistem irigasi tetes, seperangkat sistem kontrol, stopwatch dan gelas ukur
    2. Menyimpan gelas ukur pada masing-masing emiter
    3. Mengaktifkan sistem irigasi tetes dan sistem kontrol otomatis
    4. Menghitung volume tetesan dengan rentang waktu 2, 4, dan 6 menit
    5. Menghitung *coefftten uniformity* (CU) dengan persamaan Christiansen berikut:

$$Cu = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum [xi - \bar{x}]}{\sum xi} \right\}$$

keterangan:

$Cu$  = koefisien keseragaman irigasi (%)  
 $xi$  = nilai masing-masing pengukuran  
 $\bar{x}$  = nilai rata-rata hasil pengukuran  
 $\sum [xi - \bar{x}]$  = jumlah deviasi absolut rata-rata pengukuran

- c. Pengujian pembacaan sensor HD38 dilakukan dengan cara melihat apakah sensor dapat menampilkan data kadar air
- d. Pengujian pada sistem kontrol on-off dilakukan dengan cara menjalankan sistem kontrol kemudian mengamati perubahan kadar air, jika kadar air dibawah set point maka pompa akan menyala dan sebaliknya, jika kadar air diatas set point maka pompa akan mati.
- e. Pengujian pada server thingspeak untuk melihat apakah thingspeak mampu memvisualisasikan data kadar air tanah.

### 3.4.9 Uji Kinerja

Uji kinerja dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem jaringan irigasi tetes dan sistem kontrol otomatis yang diberikan. Kriteria dari pengujian kinerja ini ialah:

- a. Menguji data dengan melakukan respon transient untuk mengetahui overshoot kontrol apakah berada pada rentang 2 % dibawah SP dan 5 % diatas SP. Selain

*overshoot*, pengujian ini juga dilakukan untuk mengetahui settling time atau durasi kontrol untuk mencapai SP.

- b. Menguji data dengan melakukan respon *error steady state* yang bertujuan untuk mengetahui apakah tingkat error yang terjadi pada kontrol masih berada direntang 2 % sampai 5 % yang dimana hal ini berkaitan dengan stabilitas kontrol yang dibuat.
- c. *Packet loss* dan *delay*, Analisis ini bertujuan untuk dapat mengetahui kestabilan jaringan atau kemampuan pengiriman data ke platform IoT. Perhitungan packet loss dilakukan dengan mencari persentase data yang hilang terhadap data yang seharusnya terkirim setiap 24 jam. Sedangkan untuk delay dilakukan dengan meratakan selisih waktu pengiriman data ke-n terhadap data sebelumnya, yang selanjutnya dirata-ratakan pada setiap harinya selama 7 hari (sesuai dengan data yang ada).
- d. Biomassa tajuk dan akar dapat dihitung dengan mengukur berat basah dan berat kering tajuk dan akar terlebih dahulu. Menurut (Niapele, 2013) rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$BD = \frac{\text{Berat kering sampel daun (gram)}}{\text{Berat basah sampel daun (gram)}} \times \text{bbt}$$

$$BA = \frac{\text{Berat kering sampel akar (gram)}}{\text{Berat basah sampel akar (gram)}} \times \text{bbt}$$

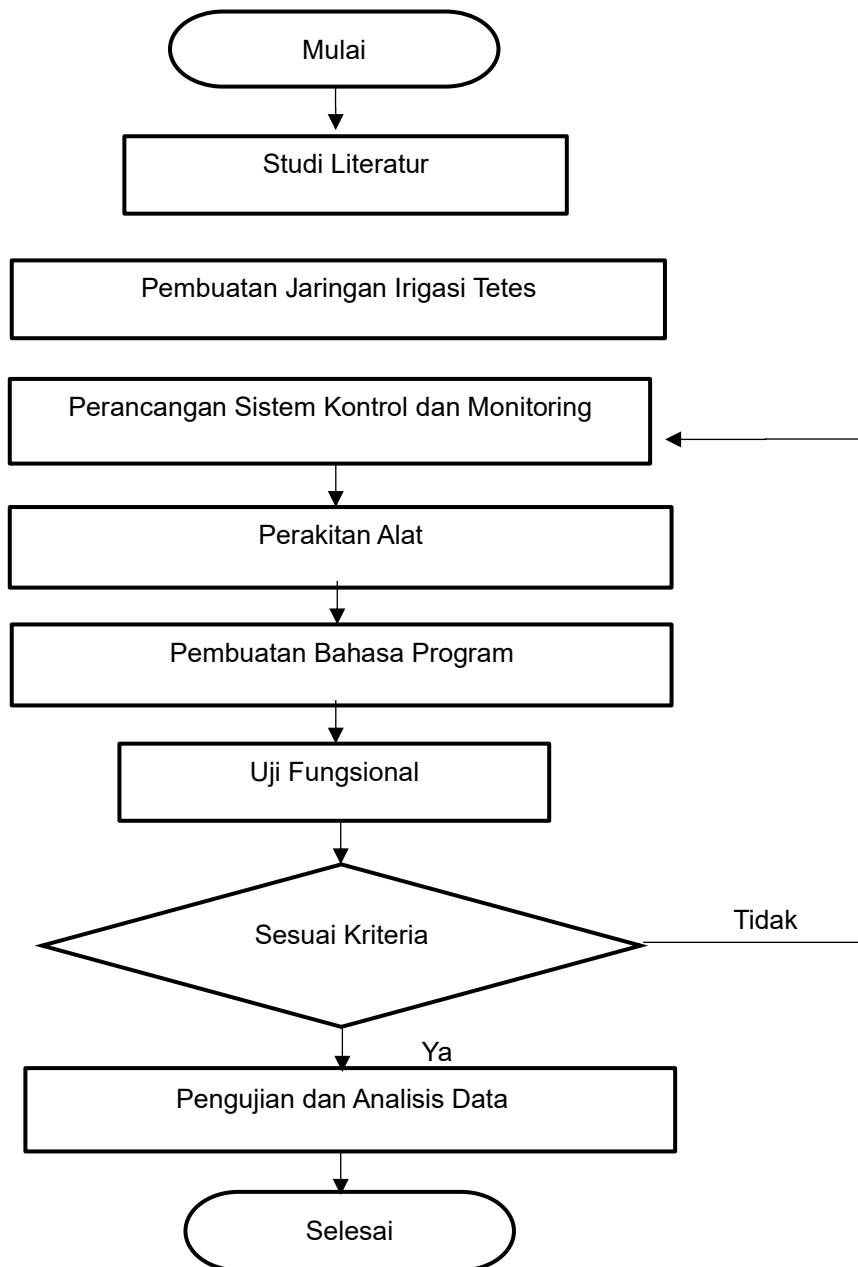
dimana:

BD = Biomassa daun

BA = Biomassa akar

Bbt = berat basah total

## 2.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 5. Skema Sistem Monitoring