

**SISTEM KENDALI DAN *MONITORING* pH HIDROPONIK NFT
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) PADA TANAMAN SELADA
(*Lactuca sativa* L.) MENGGUNAKAN WEMOS D1 R2 DAN APLIKASI
*BLYNK***

(Skripsi)

Oleh

Hafiz Julian Saputra



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAC

HYDROPONIC NFT PH CONTROL AND *MONITORING* SYSTEMS BASED INTERNET OF THINGS (IoT) OF LETTUCE PLANTS (*Lactuca sativa L.*) USING WEMOS D1 R2 AND BLYNK APPLICATIONS.

By

Hafiz Julian Saputra

Currently there are various types of hydroponic systems, one of which is the Nutrient Film Technique (NFT) hydroponic system which has the characteristic that the roots of plants are placed in a shallow layer containing a mixture of water and nutrients that are circulated continuously. Plants that are often grown with hydroponic systems are vegetables and fruits that have a short lifespan, such as lettuce. In hydroponic plants, plants can grow optimally depending on several factors, one of which is the plant's pH. The pH of plants in a hydroponic system affects the ability of plants to absorb nutrients from a nutrient water solution. So to facilitate monitoring and controlling pH in the growth process of lettuce plants, an Internet of Things (IoT) based control and monitoring tool is needed.

This study aims to determine the performance of the hydroponic pH control and monitoring system tool on lettuce plants based on the Internet of things (IoT) with the Wemos D1 R2 microcontroller as the main controller and the Blynk application which can assist in viewing and remotely controlling plant pH. After conducting research, it is known that the response test of the pH monitoring and controlling tool system from the off state or position takes about 7.36 seconds. The response test of the pH monitoring and controlling tool system from the time

the device was turned off until it was connected to the Blynk application was around 8,114 seconds. Test the average control time to increase and decrease the pH value with a pH value range of 5-10 with the fastest time, namely for 1 minute 27 seconds and lowering the pH value for 2 minutes 10 seconds. The results on lettuce plants showed that the tallest plants were in samples 2 and 4, namely 21 cm. The highest number of leaves was in sample 2, namely 22 leaves. The sample with the highest final weight was in sample 3 with a final weight of 105 grams.

Keywords : Hidroponic, pH, IoT, Wemos D1 R2, Blynk

ABSTRAK

SISTEM KENDALI DAN *MONITORING* pH HIDROPONIK NFT BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) PADA TANAMAN SELADA (*Lactuca sativa* L.) MENGGUNAKAN WEMOS D1 R2 DAN APLIKASI *BLYNK*

Oleh

Hafiz Julian Saputra

Sistem hidroponik pada saat ini beragam jenisnya, salah satunya sistem hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) yang memiliki ciri pada bagian akar tanaman diletakkan pada lapisan dangkal yang berisi campuran air dan nutrisi yang disirkulasikan secara terus menerus. Tumbuhan yang sering ditanam dengan sistem hidroponik adalah sayuran dan buah-buahan yang memiliki umur pendek, seperti tanaman selada. Pada tanaman hidroponik, tanaman dapat tumbuh optimal dipengaruhi beberapa faktor salah satunya pH tanaman. PH tanaman pada sistem hidroponik berpengaruh pada kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi dari larutan air nutrisi. Maka untuk memudahkan dalam *monitoring* serta mengendalikan pH pada proses pertumbuhan tanaman selada diperlukan alat kendali dan *monitoring* berbasis Internet of Things (IoT).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat sistem kendali dan *monitoring* pH hidroponik pada tanaman selada berbasis *Internet of things* (IoT) dengan mikrokontroler Wemos D1 R2 sebagai pengendali utama dan aplikasi *Blynk* yang dapat membantu dalam melihat dan pengendali jarak jauh pH tanaman. Setelah dilakukan penelitian diketahui bahwa Uji respon sistem alat *monitoring* dan *controlling* pH dari keadaan atau posisi mati memerlukan waktu

sekitar 7.36 detik. Uji respon sistem alat *monitoring* dan *controlling* pH dari keadaan alat mati hingga terhubung ke Aplikasi Blynk adalah sekitar 8.114 detik. Uji rerata waktu pengendalian menaikkan dan menurunkan nilai pH dengan rentang nilai pH 5-10 dengan waktu tercepat yaitu selama 1 menit 27 detik dan menurunkan nilai pH selama 2 menit 10 detik. Hasil pada tanaman selada menunjukkan tanaman tertinggi ada pada sampel 2 dan 4 yaitu 21 cm. Jumlah daun terbanyak ada pada sampel 2 yaitu 22 helai daun. Sampel dengan berat akhir tertinggi ada pada sampel 3 dengan berat akhir 105 gram.

Kata Kunci : Hidroponik, pH, IoT, Wemos D1 R2, Blynk

**SISTEM KENDALI DAN *MONITORING* pH HIDROPONIK NFT
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT) PADA TANAMAN SELADA
(*Lactuca sativa* L.) MENGGUNAKAN WEMOS D1 R2 DAN APLIKASI
*BLYNK***

Oleh

Hafiz Julian Saputra

(Skripsi)

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi

**: SISTEM KENDALI DAN MONITORING pH
HIDROPONIK NFT BERBASIS INTERNET OF
THINGS (IoT) PADA TANAMAN SELADA
(*Lactuca sativa* L.) MENGGUNAKAN WEMOS D1
R2 DAN APLIKASI BLYNK**

Nama Mahasiswa

: Hafiz Julian Saputra

No. Pokok Mahasiswa

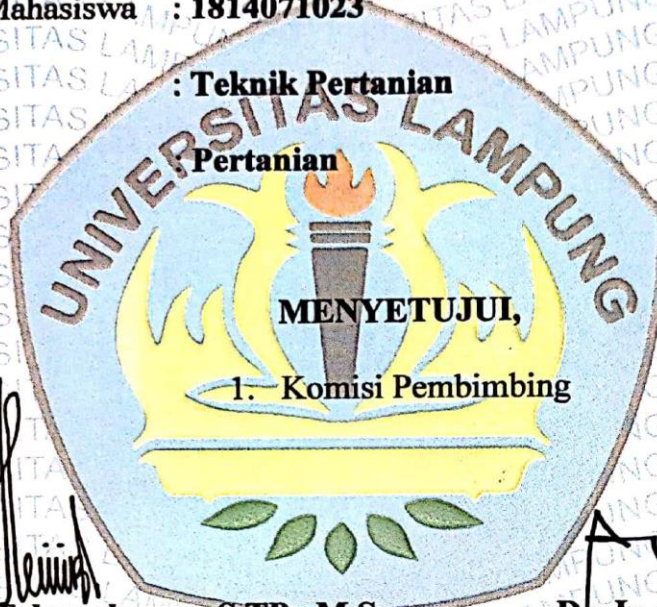
: 1814071023

Jurusan

: Teknik Pertanian

Fakultas

: Pertanian



1. Komisi Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Mareli'.

Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.
NIP. 198803252015041001

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Sapto Kuncoro'.

Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S.
NIP. 195910311987031003

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Sandi Asmara'.

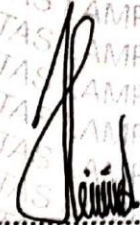
Dr. Ir. Sandi Asmara, M.S.
NIP. 196210101989021002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.



Sekretaris

Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S.



Penguji

Bukan Pembimbing : Ir. Budianto Lanya, M.T.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

020119610201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 Januari 2023

PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya adalah Hafiz Julian Saputra NPM 1814071023 dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, **Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.** dan **Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 20 Desember 2022



Hafiz Julian Saputra
NPM. 1814071037

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kecamatan Kayu Agung, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Provinsi Sumatera Selatan pada hari Kamis, 27 Juli 2000, sebagai anak Ketiga dari Empat bersaudara dari pasangan Bapak Akmal Hakim dan Ibu Dwie Ramadhaleni. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Kayu Agung pada tahun 2006-2011 dan SD Negeri 1 Sebarus pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Liwa pada tahun 2012-2015, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Liwa pada tahun 2015-2018. Tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif mengikuti beberapa organisasi kemahasiswaan di Universitas Lampung. Ditingkat universitas sebagai Wakil Sekretaris Jenderal Bina Rohani Islam Mahasiswa (BIROHMAH) Universitas Lampung periode 2021. Ditingkat fakultas sebagai Anggota Bidang *Fundraising* dan *Marketing* (FUNDMART) Forum Studi Islam Fakultas Pertanian (FOSI FP) periode 2019 dan diamanahkan sebagai Sekretaris Umum FOSI FP periode 2020. Ditingkat jurusan sebagai Anggota Biasa Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP).

Di bidang akademis penulis juga aktif sebagai asisten dosen mata kuliah Instrumentasi pada tahun 2020, dan asisten dosen mata kuliah Kontrol Otomatis pada tahun 2021. Tahun 2021, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mandiri selama 40 hari pada bulan Januari - Februari 2021 di Desa Sebarus, Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. Penulis

melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Perkebunan Nusantara Unit Way Berulu, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung dengan judul “Mempelajari Analisis Quality Control Produk Sir (Standard Indonesian Rubber) Pada PT Perkebunan Nusantara Vii Unit Way Berulu Kabupaten Pesawaran” selama 40 hari pada bulan Agustus - September 2021.



Dengan segala kerendahan hati,
kupersembahkan karya sederhanaku ini
sebagai tanda cinta, kasih sayang serta rasa terima kasihku

Kepada Kedua Orang Tua

Bapak Akmal Hakim dan Ibu Dwie Ramadhaleni

yang telah membesarkan dan mendidiku dengan penuh perjuangan
dan kasih sayang serta selalu mendukung dan mendo'akan yang terbaik
untuk keberhasilan dan kebahagiaanku

Serta Saudaraku Tersayang

Hadi Meiza Perdana, M. Hasyim Al Qurtubi

dan Hairul Akbar

terima kasih untuk cinta, kasih sayang,
dukungan serta semangat yang selalu ananda berikan selama ini

Teman-teman seperjuangan
Keluarga Besar Teknik Pertanian 2018
Universitas Lampung

Sesungguhnya sesudah kesulitan pasti ada kemudahan

(Q.S. Al-Insyirah : 6)



SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan banyak sekali kenikmatan, kesempatan, rahmat, dan hidayah sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Sistem Kendali dan *Monitoring* pH Hidroponik NFT Berbasis *Internet of Things* (IoT) Pada Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L.) Menggunakan Wemos D1 R2 dan Aplikasi *Blynk*”**.

Sholawat serta salam penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang senantiasa kita harapkan syafaat beliau di hari kiamat nanti.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat masukan, bantuan, semangat, bimbingan, kritik dan saran dari berbagai pihak. Maka dengan segala kerendahan penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan, saran, masukan, dan motivasi;
4. Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi;
5. Ir. Budianto Lanya, M.T., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan kritik untuk perbaikan dalam penyelesaian skripsi ini;
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas segala ilmu yang diberikan baik dalam

7. perkuliahan dan yang lainnya, dukungan, dan bantuan kepada penulis selama ini;
8. Orang tuaku (Akmal Hakim dan Dwie Ramadhaleni) dan kakak (Hadi Meiza Perdana dan M. Hasyim Al Qurtubi) serta adik (Hairul Akbar) yang tidak henti-hentinya memberikan doa, dukungan moral dan material, semangat serta nasihat selama menjalani perkuliahan sampai dengan selesai;
9. Saudara Krisna Bayu Aji yang telah menemani dan membantu selama penelitian.
10. Teman-teman baikku Taufik, Wahyudi, Hani, Adji, Hendri, Chandra, Ekayana yang telah memberikan semangat dan nasihat selama penelitian.
11. Keluarga besar Teknik Pertanian 2018 yang telah membantu, memberikan semangat, dan mendoakan selama perkuliahan;
12. Serta semua pihak yang terlibat dalam proses penulisan skripsi ini

Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya.

Bandar Lampung,

Penulis

Hafiz Julian Saputra

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Hipotesis Penelitian.....	5
1.6. Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tanaman Selada (<i>Lactuca sativa L.</i>).....	6
2.2. Hidroponik	7
2.3. Internet of Things (IOT)	9
2.4. Mikrokontroler	10
2.5. Sensor.....	12
2.6. Software Arduino IDE	14
2.7. Aplikasi <i>Blynk</i>	15
2.8. Rujukan Penelitian	15
III. METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1. Waktu dan Tempat	19
3.2. Alat dan Bahan	19
3.3. Prosedur Penelitian.....	19
3.4. Kriteria Desain.	21
3.5. Perancangan.....	21
3.5.1. Perancangan Struktural	23
3.5.2. Perancangan Sistem Kendali dan <i>Monitoring</i>	24
3.5.3. Perancangan Sistem Transmisi Data	24
3.5.4. Perancangan Fungsional.....	26

3.5.5. Pengujian dan Kalibrasi Sensor pH.....	27
3.5.6. Rancangan Tampilan Interface <i>Blynk</i>	27
3.5.7. Skematik Rangkaian.....	28
3.5.8. Proses Pelaksanaan.....	29
3.6. Uji Kinerja Alat	29
3.6.1. Uji Stabilitas	29
3.6.2. Respon Sistem	31
3.6.3. Akurasi Pengiriman Data	32
3.6.4. Rerata Waktu Pengendalian	32
3.6.5. Biaya Penggunaan Kuota	33
3.7. Analisis Data	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1. Hasil Rancangan Alat <i>Monitoring</i> dan <i>Controlling</i> PH Hidroponik	35
4.1.1. Pembuatan PCB	36
4.1.2. Perancangan komponen sistem hidroponik	38
4.2. Sistem Transmisi Data	40
4.2.1. Pengaturan Tampilan <i>interface</i> Aplikasi <i>Blynk</i>	41
4.2.2. Penampilan Database Aplikasi <i>Blynk</i>	47
4.3. Kalibrasi dan Validasi Sensor pH SKU SEN0161	49
4.3.1. Kalibrasi Sensor pH SKU SEN0161	49
4.3.2. Kalibrasi Sensor pH SKU SEN0161 Tahap Kedua	50
4.3.3. Validasi Sensor pH SKU SEN0161	51
4.4. Pengujian Stabilitas Alat Kendali dan <i>Monitoring</i>	52
4.5. Pengujian Respon Sistem	53
4.6. Rerata Waktu Pengendalian	56
4.7. Pengujian Akurasi Sensor	57
4.7.1. Pengujian Akurasi Sensor Dengan Alat Konvensional	57
4.7.2. Pengujian Akurasi Pengiriman Data	60
4.8. Penggunaan Kuota	63
4.9. <i>Monitoring</i> Pertumbuhan Tanaman.....	66
V. KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Rujukan Penelitian	16
2.	Klasifikasi Koefisien Reliabilitas.....	30
3.	Pengamatan Pertumbuhan Selada dengan Sistem Kontrol pH	34
4.	Pengamatan pH hidroponik.....	34
5.	Validasi Sensor pH.....	51
6.	Uji Respon Sistem pada Alat <i>Monitoring</i>	53
7.	Uji Respon Sistem untuk Menghidupkan Pompa	54
8.	Uji Respon Sistem untuk Mematikan Pompa	54
9.	Hasil Uji Rerata Waktu Pengendalian	55
10.	Hasil Uji Akurasi Sensor PH	57
11.	Uji Akurasi Pengiriman Data pada Aplikasi <i>Blynk</i> dan Database	61
12.	Uji Akurasi Pengiriman Data pada Aplikasi <i>Blynk</i> dan LCD	62
13.	Penggunaan Kuota	63
14.	Harga Kuota Internet Beberapa Jenis <i>Provider</i>	64
15.	Data Pertumbuhan Tinggi pada Sampel Tanaman Selada	66
16.	Data Jumlah Daun pada Sampel Tanaman Selada	67
17.	Data Berat Akhir Tanaman Selada	68
	<i>Lampiran</i>	
18.	Data Kalibrasi Sensor PH	75
19.	Data Kalibrasi Sensor PH Tahap Kedua	76
20.	Reliabilitas Metode <i>Test Restes</i>	77
21.	Data <i>Monitoring</i> PH	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1. Selada.....		7
2. Hidroponik NFT.....		8
3. Wemos D1 R1		12
4. Sensor pH meter SKU SEN0161		13
5. Tampilan Software arduino IDE		14
6. Logo aplikasi <i>Blynk</i>		15
7. Diagram alir prosedur penelitian.....		20
8. Diagram alir pemrograman		22
9. Diagram alir sistem kontrol pH.....		23
10. Rancangan sistem transmisi data		25
11. Tampilan <i>interface</i> aplikasi <i>Blynk</i>		28
12. Grafik sistem stabil dan tidak stabil		30
13. Grafik respon sistem		31
14. Hidroponik dan Sampel Tanaman Selada yang Akan Dilakukan <i>Monitoring</i> dan <i>Controlling</i>		34
15. Rangkaian utuh Sistem		35
16. Layout PCB pada Aplikasi EAGLE		36
17. Hasil layout Akhir PCB		37
18. Rangkaian Utuh Sistem dan Pembagian Komponen Elektronika		38
19. Pompa 12V dan Selang pipa		39
20. Tampilan Aplikasi <i>Blynk</i> pada Playstore		40
21. Tampilan Pembuatan Projek Baru pada Aplikasi <i>Blynk</i>		41
22. Tampilan Pemilihan Projek Baru dan Device yang Digunakan		41
23. <i>Auth</i> Token Aplikasi <i>Blynk</i> Pada Email		42

24. Tampilan <i>Widget Box</i>	43
25. Tampilan <i>Widget</i> yang Digunakan	44
26. Tampilan Pengaturan <i>Widget</i>	45
27. Tampilan Projek Sebelum Dihidupkan	45
28. Tampilan Projek Sesudah Dihidupkan	46
29. Penyimpanan Data	47
30. Link download database aplikasi Blynk	47
31. Grafik Kalibrasi Sensor pH.....	49
32. Grafik Kalibrasi Sensor pH Tahap Kedua	50
33. Grafik Validasi Sensor pH	51
34. Stabilitas Nilai pH	52
35. Akurasi Sensor pH	60
36. Tarif kuota <i>Provider</i> Smartfren.....	65
37. Paket data <i>Provider</i> Smartfren	65
<i>Lampiran</i>	
38. Skematik Rangkaian.....	81
39. Rancangan Green House	82
40. Rancangan Sistem Hidroponik.....	83
41. Sistem Aliran Transmisi Data	84
42. Proses menyetrikan cetakan ke PCB	85
43. Pengelupasan tembaga dengan melarutkan larutan FeCl ₃	85
44. Proses penyolderan PCB	86
45. Pemasangan komponen ke PCB	86
46. Proses kalibrasi dan validasi sensor pH	87
47. Pengukuran tinggi tanaman	87
48. Pengukuran jumlah daun.....	88
49. Tanaman selada 7 HST	88
50. Tanaman selada 14 HST	89
51. Tanaman selada 21 HST	89
52. Tanaman selada 27 HST siap dipanen	90
53. Pengukuran berat tanaman	90
54. Tanaman selada siap dipanen.....	91

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan industri, lahan pertanian di kawasan Asia terus menyusut. Hal ini juga dirasakan di Indonesia yang masih merupakan negara agraris. Di negara agraris pertanian memiliki peranan yang sangat penting baik di sektor pemenuhan kebutuhan pokok, selain itu pertanian berperan besar dalam menggerakkan sektor sosial, ekonomi dan bisnis. Sebagian besar masyarakat Indonesia bermata pencarian sebagai seorang petani. Keterbatasan media tanam tanah dan lahan menjadi salah satu tantangan besar dalam pertanian. Maka dari itu perlu adanya alternatif media tanam agar bisa bercocok tanam dengan memanfaatkan lahan yang sempit.

Media tanam adalah tempat yang digunakan untuk menumbuhkan tanaman. Media tanam yang umum digunakan adalah tanah. Selain itu media tanam yang dapat ditanam selain tanah dapat menggunakan media tanam kerikil, air dengan nutrisi dan zat hara dari larutan nutrisi. Menurut Dwi (2018) pekarangan merupakan tempat atau lingkungan terdekat kita sehari-hari, jika ditata dengan baik dapat dibuat menjadi sebuah taman. Pekarangan akan menjadi lingkungan yang baik dan sehat jika dipelihara dengan baik. Taman pekarangan juga dapat dimanfaatkan sebagai tempat produktif yaitu dengan memanfaatkan pekarangan sebagai tempat menanam tanaman hortikultura seperti buah-buahan, sayur-sayuran, tanaman obat dan lainnya.

Hidroponik adalah salah satu teknologi budidaya tanaman tanpa tanah. Media tanam yang dapat digunakan untuk hidroponik antara lain rockwool, sekam padi, kapas, dan lain lain. Teknik hidroponik dapat diterapkan pada lahan sempit. Budidaya hidroponik sangat cocok diterapkan di perkotaan yang sudah banyak dibangun sebuah bangunan. Akibatnya lahan pertanian sedikit sekali untuk menanam tanaman. Budidaya hidroponik memiliki beberapa sistem hidroponik yang dapat digunakan antara lain *Wick*, *Drip (recovery* atau *non-recovery)*, *Nutrient Film Technique (NFT)*, *Deep Flow Technique (DFT)* dan *Aeroponik*. Menurut Singgih (2019) teknik hidroponik NFT merupakan salah satu teknik hidroponik yang istimewa karena akar tumbuh pada lapisan dangkal dan air yang teredar dengan membawa nutrisi dan oksigen yang cukup. Dengan menggunakan media tanam hidroponik seseorang tidak perlu memikirkan suatu lahan luas untuk tempat budidaya tanaman, hal yang perlu diperhatikan yaitu air dengan nutrisi dan pH yang optimal untuk tanaman.

Salah satu tanaman yang dapat dibudidaya dengan metode hidroponik adalah tanaman selada. Tanaman Selada (*Lactuca sativa L*) merupakan tanaman yang yang umumnya diambil daunnya dan dimanfaatkan sebagai pelengkap sajian makanan. Selain itu tanaman selada memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Tanaman selada juga dimanfaatkan dalam bidang Kesehatan seperti memperlancar pencernaan, mencegah hipertensi, diabetes dan lainnya. (Cahyono, 2014). Menurut Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP) untuk mendapatkan tanaman selada yang tumbuh optimal dibutuhkan pengaturan pH yang tepat. Rentang pH yang dibutuhkan tanaman selada adalah 6,0 sampai 7,0. Pengaturan pH yang tepat dibutuhkan suatu alat yang dapat memantau keadaan pH. Mikrokontroler Wemos D1 R2 yang dilengkapi dengan sensor pH dapat membantu memantau keadaan pH agar berada dinilai pH yang optimal. Pada hidroponik nilai pH tanaman dapat berubah karena adanya aktivitas metabolisme tanaman. Pada pagi dan siang hari tanaman melakukan fotosintesis yang dapat menyebabkan meningkatnya kadar keasaman nutrisi (pH menurun). Pada sore dan malam hari proses respirasi mulai meningkat menyebabkan kadar keasaman tanaman menjadi menurun (pH meningkat).

Mikrokontroler merupakan kumpulan dari berbagai komponen elektronika yang dirangkai menjadi satu bagian dan di dalamnya dapat diberi suatu program sesuai dengan keinginan pengguna. Wemos D1 R1 merupakan salah satu contoh dari berbagai macam mikrokontroler yang didalamnya sudah tertanam ESP8266 sebagai modul Wifi dan dirancang menyerupai Arduino Uno. Kelebihan dari Wemos D1 R1 ini adalah bersifat open source atau jenis perangkat lunak yang kode sumber-nya terbuka untuk dipelajari, diubah, ditingkatkan dan disebarluaskan. Selain itu juga Wemos D1 R1 ini kompatibel dengan Arduino yang diprogram menggunakan Arduino IDE, dapat berdiri sendiri tanpa menggunakan mikrokontroler lain, memiliki prosesor 32-bit dengan kecepatan 80 MHz, High Level Language, bisa diprogram dengan bahasa pemrograman Python dan Lua (Rianto, 2020). Adanya ESP8266 yang sudah tertanam pada wemos D1 R1 dapat dilakukannya otomatisasi jarak jauh sesuai program yang diberikan oleh *user* atau biasa dikenal dengan konsep IoT (*Internet of Things*).

Menurut Rui dan Danpen (2015) *Internet of things* (IoT) adalah suatu konsep yang bermanfaat untuk memperluas suatu fungsi dengan memanfaatkan dari konektivitas internet yang tersambung. IoT biasanya dimanfaatkan untuk mengendalikan peralatan yang dapat dioperasikan dari jarak jauh melalui suatu device dan sebuah *software* yang telah dibangun dan dirancang untuk melakukan tugas kendali. Salah satu *software* yang dapat digunakan yaitu aplikasi *Blynk*. *Blynk* biasanya digunakan untuk *monitoring* dan mengontrol jarak jauh suatu peralatan dengan menggunakan konsep IoT.

Pada penelitian ini dibuat alat otomatis yang dapat *monitoring* pH pada tanaman hidroponik selada menggunakan aplikasi *Blynk*. Adanya sistem hidroponik NFT berbasis *Internet of things* dengan mikrokontroler Wemos R1 D2 dan aplikasi *Blynk* diharapkan dapat mempermudah bagi petani yang memiliki lahan sempit dengan memanfaatkan budidaya tanaman teknik hidroponik serta mampu mengontrol keadaan pH tanaman bahkan dalam jarak jauh sekalipun. Sistem hidroponik yang dirancang memiliki kemampuan untuk mengambil data pH secara *realtime* sehingga pH yang dibutuhkan oleh tanaman dapat terjaga.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut ada beberapa masalah yang perlu dirumuskan yaitu:

1. Bagaimana merancang sistem kendali dan *monitoring* pH hidroponik ?
2. Bagaimana cara membuat *interface* yang dapat terintegrasi oleh mikrokontroler yang mendukung sistem *internet of things* (IoT) ?
3. Bagaimana hasil rancangan sistem akuisisi data *monitoring* pH pada tanaman selada secara otomatis ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan desain rancangan *monitoring* sistem hidroponik berbasis *internet of things* pada tanaman selada dengan pengukuran pada pH tanaman.
2. Mengetahui kinerja alat sistem kendali dan *monitoring* pH hidroponik pada tanaman selada.
3. Mengetahui pengaruh *monitoring* dan *controlling* dengan sistem IoT pada pertumbuhan tanaman selada.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil alat berupa rangkaian sistem hidroponik berbasis IoT
2. Pelaksanaan uji kinerja pada sistem hidroponik meliputi uji stabilitas, respon sistem, dan akurasi pengiriman data.
3. Parameter lain seperti perawatan dan pemantauan perkembangan tanaman tidak dilakukan pada penelitian ini.
4. Sensor yang digunakan adalah sensor Probe pH Meter.
5. Bahasa yang digunakan pada penelitian ini adalah Bahasa C dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE

1.5. Hipotesis Penelitian

Adapun Hipotesis Penelitian adalah:

1. Perancangan sistem *monitoring* hidroponik pada tanaman selada menggunakan sebuah mikrokontroler Wemos D1 R2 dapat terhubung pada perangkat *Smartphone*.
2. Sensor yang digunakan pada sistem *monitoring* ini dapat terhubung pada mikrokontroler Wemos D1 R2 sehingga dapat memonitori nilai pembacaan sensor pada aplikasi *Blynk* melalui *Smarthphone*
3. Pada aplikasi *Blynk* mampu menampilkan dan mengendalikan dua aktuator dari hasil pembacaan sensor pH melalui *Smarthphone*.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah dapat memberikan kontribusi pada ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya pada peningkatan budidaya hidroponik pada tanaman hortikultura yang berbasis kontrol otomatis dengan mikrokontroler Wemos D1 R2 dan penggunaan *Internet Of Things* pada suatu sistem hidroponik. Harapannya dapat mempermudah bagi petani yang memiliki lahan sempit dengan memanfaatkan budidaya tanaman teknik hidroponik serta mampu mengontrol keadaan pH tanaman bahkan dalam jarak jauh sekalipun. Sistem hidroponik yang dirancang memiliki kemampuan untuk mengambil data pH secara *realtime* sehingga pH yang dibutuhkan oleh tanaman dapat terjaga.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.)

Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) merupakan tanaman yang umumnya diambil daunnya dan dimanfaatkan sebagai pelengkap sajian makanan. Selain itu tanaman selada memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Tanaman selada juga dimanfaatkan dalam bidang Kesehatan seperti memperlancar pencernaan, mencegah hipertensi, diabetes dan lainnya (Cahyono, 2014). Menurut Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP) untuk mendapatkan tanaman selada yang tumbuh optimal dibutuhkan pengaturan pH yang tepat. Rentang pH yang dibutuhkan tanaman selada adalah 6,0 sampai 7,0. Tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) memiliki syarat tumbuh agar mendapatkan hasil yang baik pada proses pertumbuhan hingga panen salah satunya yaitu tempat pertumbuhan selada sebaiknya dilakukan di daerah yang mempunyai udara sejuk (dataran tinggi) pada sebuah jurnal yang dikemukakan oleh Adimihardja dkk (2013). Tanaman selada dapat dilihat pada Gambar 1.

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Asterales
Famili : Asteraceae
Genus : *Lactuce*
Spesies : *Lactuca sativa* L



Gambar 1. Selada

2.2. Hidroponik NFT

Hidroponik merupakan salah satu metode bercocok tanam tanpa menggunakan media tanah, melainkan dengan menggunakan larutan nutrisi atau bahan lainnya yang mengandung unsur hara sebagai pengganti media tanah (Izzuddin, 2016).

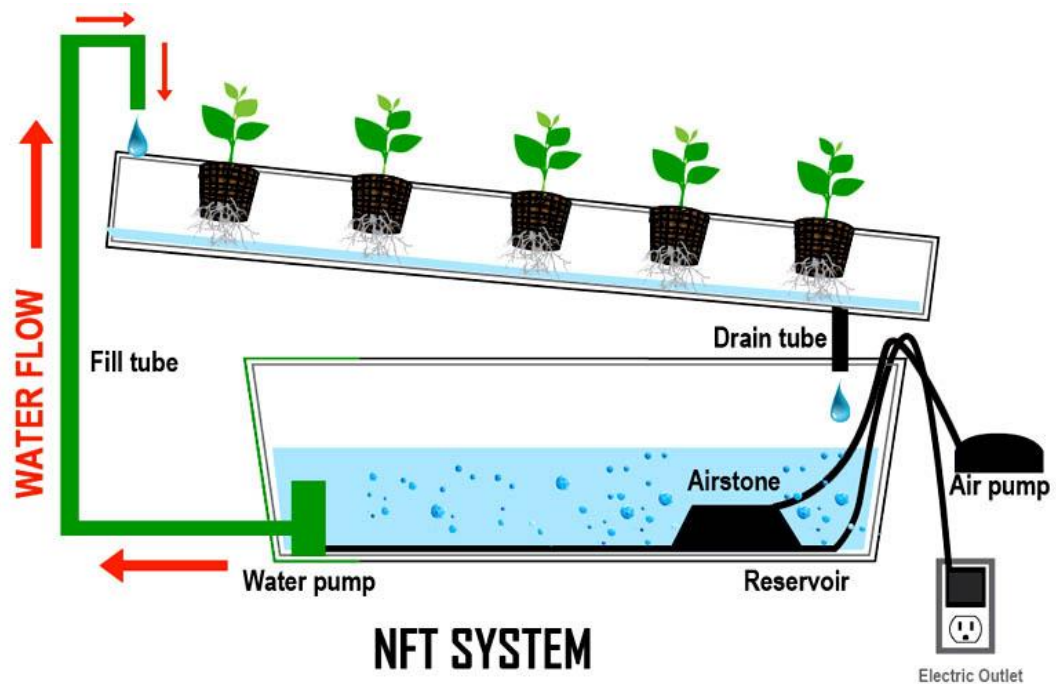
Tanaman hidroponik bisa dilakukan di rumah karena metode hidroponik tidak memerlukan lahan yang luas, bisa juga dilakukan di pekarangan rumah.

Perawatan hidroponik sangat mudah, karena tanaman yang ditanam dapat tumbuh dengan mudah dan baik tanpa menggunakan media tanah, hanya dengan talang air kemasan yang sudah tidak terpakai lagi dan juga dapat menggunakan barang yang sudah tidak diperlukan lagi seperti baskom, ember dan lainnya (Satya dkk, 2017).

Tanaman hidroponik adalah tanaman yang ditanam dengan memanfaatkan aliran air tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam dapat diganti dengan menggunakan sekam bakar, rockwool dan sebagainya. Secara umum pengertian hidroponik adalah tanaman yang ditanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam dan hanya memanfaatkan aliran air yang telah diberi nutrisi sebagai pemenuhan kebutuhan unsur hara tanaman tersebut. Dalam media tanam hidroponik jumlah air yang dimanfaatkan hanya dalam jumlah kecil saja. Hal yang harus diperhatikan dalam proses menanam menggunakan media tanam

hidroponik adalah kadar nutrisi yang terlarut dalam aliran air untuk pemenuhan unsur hara tanaman tersebut. (Singgih dkk, 2019)

Sistem hidroponik pada saat ini beragam jenisnya, salah satunya sistem hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT). Menurut binaresa dkk (2016) sistem hidroponik NFT merupakan sistem hidroponik terpopuler atau sistem hidroponik yang sering digunakan masyarakat. Sistem hidroponik NFT (seperti Gambar 2) adalah salah satu teknologi hidroponik dengan memiliki ciri pada bagian akar tanaman diletakkan pada lapisan dangkal yang berisi campuran air dan nutrisi yang disirkulasikan secara terus menerus. Desain (NFT) adalah cara menanam hidroponik yang sebagian akar tanamannya terendam di dalam larutan nutrisi dan sebagian lainnya berada di permukaan larutan yang bersirkulasi selama 24 jam. Desain menanam seperti ini dapat menjadi alternatif teknologi dalam meningkatkan produksi dan pertumbuhan suatu tanaman (Qalyubi dkk, 2014)



Gambar 2. Hidroponik NFT

2.3 Internet of Things (IOT)

Saat ini perkembangan teknologi dan meningkatnya penggunaan perangkat *mobile* dapat dimanfaatkan untuk membantu pekerjaan ataupun kegiatan yang dilakukan. Hal ini akan berdampak terhadap pengelolaan IT dalam hal keamanan atau aturan-aturan perangkat *mobile* yang dapat digunakan semakin banyak. Demikian juga seperti prediksi yang dihasilkan untuk tahun 2016, *internet of things* (IoT) diprediksi akan meningkat dan banyak digunakan. Hal ini dapat dilihat dengan perkembangan teknologi internet yang bisa dimanfaatkan untuk keperluan perusahaan untuk sistem informasi ataupun mesin yang terhubung dengan penggunaan media internet. Penggunaan internet tidak hanya untuk perusahaan saja, masyarakat biasa pun dapat memanfaatkannya salah satu contohnya adalah kita dapat menggunakan kamera keamanan rumah yang dapat dicek melalui web atau aplikasi *mobile* (Rui dan Danpeng, 2015)

Internet of thing (IoT) adalah suatu konsep yang bermanfaat untuk memperluas suatu fungsi dengan memanfaatkan dari konektivitas internet yang tersambung. IoT biasanya dimanfaatkan untuk mengendalikan peralatan elektronik seperti lampu ruangan yang dapat dioperasikan dari jarak jauh melalui komputer. Komputer tersebut terdapat sebuah *software* yang telah dibangun dan dirancang untuk melakukan tugas kendali terhadap lampu. Sistem kendali jarak jauh, memudahkan pengguna dalam mengontrol lampu gedung yang jaraknya cukup jauh lokasinya. Perangkat sistem kendali jarak jauh tersebut juga dapat diaplikasikan dengan sebuah *smartphone* android dengan Internet Protocol sehingga tingkat efisiensi tenaga dan waktu jam kerja petugas serta dari segi penghematan energi listrik yang digunakan (Efendi, 2018)

Konsep IoT mencakup 3 bagian yang utama. Bagian konsep internet of things tersebut merupakan benda fisik atau nyata yang telah diintegrasikan pada modul sensor, koneksi internet, dan pusat data pada server untuk menyimpan data ataupun informasi dari aplikasi. Penggunaan benda yang terkoneksi ke internet akan menghimpun data yang kemudian terkumpul menjadi "big data". Data tersebut kemudian diolah, dianalisa baik oleh instansi pemerintah, perusahaan

terkait, maupun instansi lain kemudian dimanfaatkan bagi kepentingan masing-masing. Cara kerja dari IoT yaitu setiap benda harus memiliki sebuah alamat *Internet Protocol* (IP). IP adalah sebuah identitas dalam jaringan yang membuat benda tersebut bisa diperintahkan dari benda lain dalam jaringan yang sama. Selanjutnya, alamat *Internet Protocol* (IP) dalam benda-benda tersebut akan dikoneksikan ke jaringan internet (Yoyon, 2018).

2.4 Mikrokontroler Wemos D1 R2

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem personal komputer yang seluruh atau sebagian elemennya dikemas pada satu chip IC, sebagai akibatnya tak jarang diklaim *single chip microcomputer*. Mikrokontroler adalah sistem komputer yang memiliki satu atau beberapa fungsi yang dapat ditanamkan secara spesifik. Mikrokontroler terdiri dari beberapa elemen antara lain Pemroses (*processor*), Memori dan input- output. Mikrokontroler banyak digunakan di industri, walaupun penggunaannya masih kecil dibandingkan dengan menggunakan *programmable logic controller* (PLC), namun mikrokontroler memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan PLC. Ukuran mikrokontroler lebih kecil dari modul PLC, sehingga posisinya lebih fleksibel. Berbagai jenis peralatan rumah tangga seperti mesin cuci. Sebagai pengontrol sederhana, mikrokontroler banyak digunakan seperti dalam kedokteran, manajemen lalu lintas (Chamim, 2010)

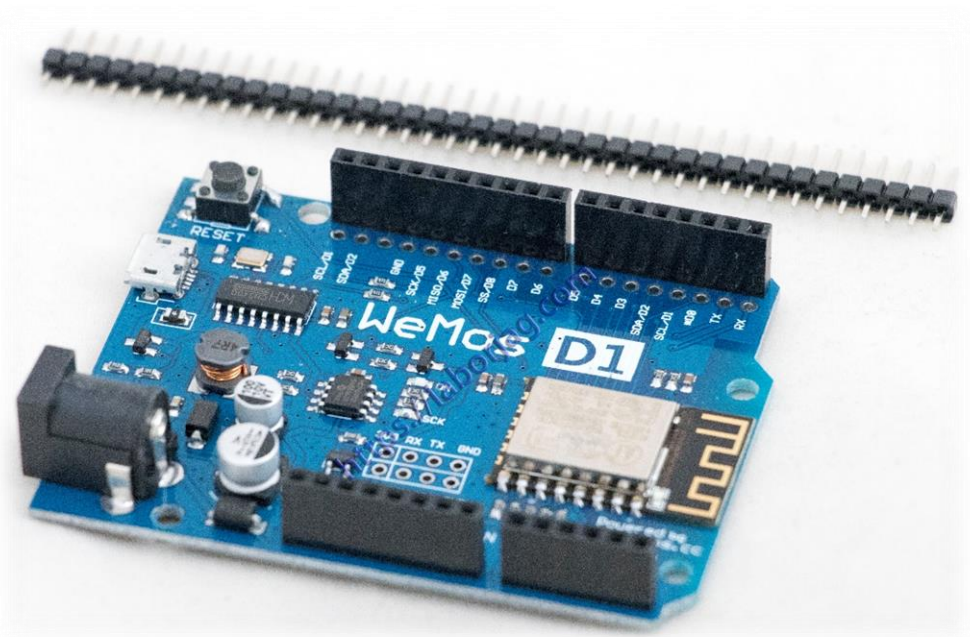
Mikrokontroler merupakan sebuah chip yang digunakan sebagai pengendali utama dalam sebuah sistem otomatis. Input atau perintah yang diberikan serta output atau hasil perintah yang diinginkan tidak akan bisa berfungsi tanpa adanya sebuah kontroler. Mikrokontroler disusun beberapa bagian seperti memori, CPU, pin komunikasi, input output serta pengkonversi analog ke digital. Mikrokontroler ini memiliki memori atau penyimpanan yang cukup banyak, sehingga kita dapat memasukkan sebuah input untuk membuat berbagai program tanpa takut kehabisan memori, mikrokontroler ini cukup baik dan efektif dalam membuat sebuah sistem otomatis (Abdullah dan Masthura 2018)

Wemos D1 R2 merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang digunakan pada saat ini. Menurut Kusuma dkk (2018) wemos merupakan salah satu *Arduino compatible development board* yang dibuat untuk keperluan IoT (*Internet of Things*). Pada wemos terdapat chip SoC *Wifi* yaitu ESP8266. Adapun kelebihan dari pada wemos yaitu sebagai berikut :

1. Dapat diprogram menggunakan Arduino IDE sehingga dapat mengakses sintaks program dan library yang terdapat di internet.
2. Memiliki pinout standar seperti Arduino sehingga memudahkan kita untuk menghubungkan dengan Arduino *shield* lainnya.
3. Wemos dapat menjalankan suatu program lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler 8 bit yang digunakan di Arduino karena memiliki *processor* utama 32 bit berkecepatan 80 MHz
4. Selain menggunakan Arduino IDE Wemos dapat diprogram menggunakan bahasa Python dan Lua.

Berikut spesifikasi Wemos D1 R2 dan tampilan yang ditunjukkan pada Gambar 3.

- a) Berbasis ESP-8266 ESP-12F
- b) Dapat diprogram menggunakan Arduino IDE dan Nodemcu
- c) 11 x I/O pin digital
- d) 1x ADC pin analog
- e) Konektor micro USB
- f) *Flash memory* 4 Mb
- g) *Clock Speed* 80 Mhz/160 Mhz



Gambar 3. Wemos D1 R2

2.5 Sensor pH meter

Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhan sensor dalam perkembangan industri sangat berpengaruh. Menurut Abdurrazaq dkk (2017) Sensor adalah suatu alat yang digunakan untuk mendeteksi gejala atau sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Secara umum berdasarkan fungsi dan penggunaannya sensor dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu sensor mekanis, sensor optik (cahaya), sensor thermal (panas).

Sensor memiliki 3 persyaratan umum menurut Abdurrazaq dkk (2017) yaitu :

1. Linearitas : Ada banyak sensor yang menerima suatu masukan yang berubah lalu menghasilkan keluaran yang berubah secara kontinu.
2. Sensitivitas : menunjukkan seberapa jauh kepekaan sensor terhadap kuantitas yang diukur.
3. Tanggapan waktu : menunjukkan seberapa cepat tanggapannya terhadap perubahan masukan.

Menurut Rahmania dkk (2020) sensor pH meter merupakan sensor yang dapat mengukur tingkat keasaman (asam) atau kebasaan (basa) dari suatu larutan/cairan. Prinsip kerja sensor pH yaitu berada pada sensor *probe* berupa elektroda kaca yang diisi dengan larutan HCl. Elektroda tersebut berada pada ujung sensor yang mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam suatu larutan.



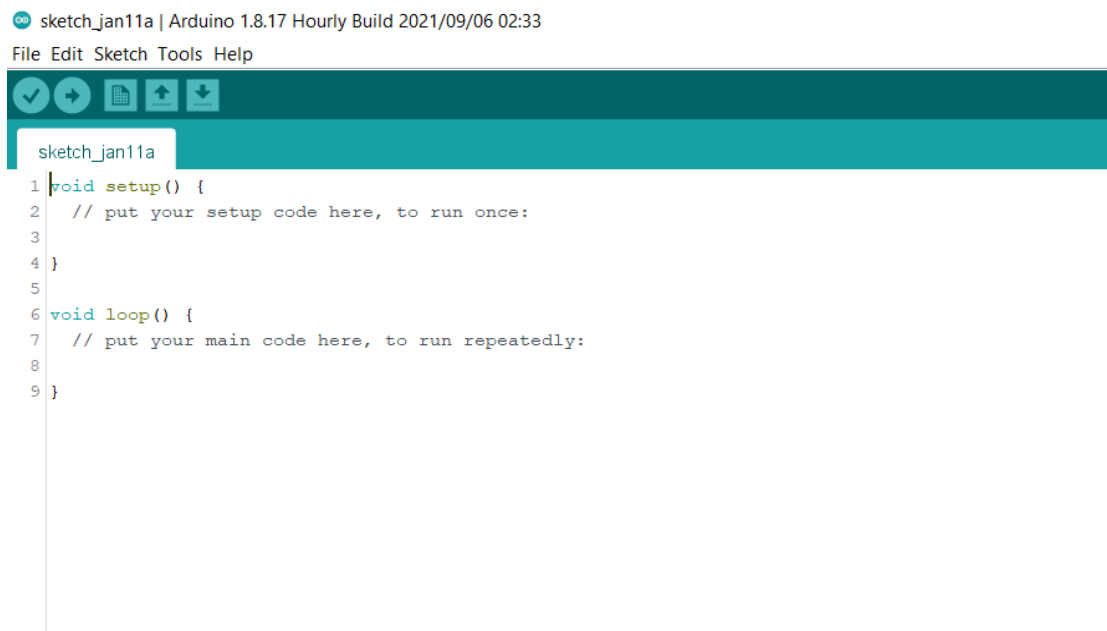
Gambar 4. Sensor pH meter SKU SEN0161

Menurut Jufriadi dkk (2019) alat ukur pH adalah derajat keasaman yang berfungsi untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala absolut dengan skala pH antara 0 hingga 14. Sifat asam mempunyai pH antara 0 hingga 7 dan sifat basa mempunyai nilai pH 7 hingga 14. Sebagai contoh, jus jeruk dan air aki mempunyai pH antara 0 hingga 7, sedangkan air laut dan cairan pemutih mempunyai sifat basa (yang juga disebut sebagai alkaline) dengan nilai pH 7 – 14. Air murni (aquades) adalah netral atau mempunyai nilai pH 7.

2.6. Software Arduino IDE

Saat ini banyak sekali aplikasi dan bahasa pemrograman dalam menunjang keperluan teknologi, salah satunya adalah software Arduino IDE. Menurut Arifin dkk (2016), Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memory microcontroller. Software IDE Arduino terdiri dari 3 bagian:

1. Editor program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa processing. Listing program pada Arduino disebut sketch.
2. *Compiler*, modul yang berfungsi mengubah bahasa processing (kode program) kedalam kode biner karena kode biner adalah satu-satunya bahasa program yang dipahami oleh mikrocontroller.
3. , modul yang berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori mikrokontroler.



Gambar 5. Tampilan Software arduino IDE

2.7. Aplikasi *Blynk*

Menurut Arafat (2016) *Blynk* merupakan sebuah aplikasi yang berfungsi untuk berbagai proyek *Internet Of Things* (IOT) yang kemudian dapat dikendalikan dan dipantau secara langsung melalui *smartphone* kita. Pada aplikasi *Blynk*, kita dapat membuat dashboard proyek dan mengatur *interface monitoring* dan *controlling* yang sudah disediakan berupa tombol, slider, grafik, dan *widget* lainnya. *Blynk* bukan hanya sebagai "cloud IOT", tetapi *Blynk* merupakan solusi end-to-end atau metode yang aman dalam memperoleh data yang dapat mencegah pihak ketiga atau pihak yang tidak diberikan izin untuk mengakses data. Hal ini dapat menghemat waktu dan sumber daya serta aman ketika membangun sebuah aplikasi yang berarti bagi produk dan jasa terkoneksi. Logo Aplikasi *blynk* pada Gambar 6.



Gambar 6. Logo aplikasi *Blynk*

2.8. Rujukan Penelitian

Rujukan penelitian ini digunakan sebagai bahan informasi tambahan untuk mendukung dan berkaitan dengan penelitian. Berikut ini rujukan penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rujukan penelitian

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
1	Mutmainah, dan Hayaty. (2019)	Sistem kendali dan pemantauan penggunaan listrik berbasis IoT menggunakan Wemos dan aplikasi <i>Blynk</i>	Pada penelitian ini hasil Sistem yang dirancang dapat mengendalikan alat elektronik yang terpasang pada alat dan dapat memantau daya listrik yang terpakai tiap detiknya melalui aplikasi <i>Blynk</i> yang telah terhubung pada alat melalui Wifi dengan waktu respons sistem bervariasi antara 0,4-3,3 detik dengan jarak pengujian pada 50 - 1000 meter serta lebih cepat dari sistem berbasis SMS dan jangkauan lebih jauh dari sistem berbasis Bluetooth.
2	Jufriadi dkk (2019)	Uji Keasaman Air Dengan Alat Sensor pH Di Stt Migas Balikpapan	Alat ukur sensor pH meter SKU SEN0161 dapat menjadi alternatif pengukuran keasaman air, selain menggunakan alat ukur kertas lakmus didapat nilai sensor pH meter SKU SEN0161 dengan kesalahan 1.65% dan tingkat akurasi 98.35% terhadap alat ukur pH standar.
3	Kusuma dkk (2018)	Rancang Bangun Smarthome Menggunakan Wemos D1 R2 Arduino Compatible Berbasis ESP8266 ESP-12F	Hasil penelitian ini sudah sesuai dengan tujuannya yaitu membangun perangkat lunak dengan alamat IP yang digunakan 192.168.43.52 (setiap Wemos memiliki IP address yang berbeda) dan perangkat keras dengan mensimulasikan smarthome menggunakan LED maupun alat-alat elektronika
4	Wati dan Sholihah (2021)	Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino	Berdasarkan pengujian sensor, alat ini dapat membaca nilai nutrisi dan pH dengan nilai kesalahan rata-rata sebesar 0,04 dari nilai batas toleransi pembacaan sensor pH DF Robot V1.1 yaitu 0,1 dan sensor TDS rata-rata sebesar 1,3%.

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
5	Binaraesa dkk (2016)	Nilai Ec (Electro Conductivity) Berdasarkan Umur Tanaman Selada Daun Hijau (<i>Lactuca Sativa</i> L.) Dengan Sistem Hidroponik Nft (Nutrient Film Technique)	Hasil penelitian yaitu menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara volume nutrisi hidroponik dengan besar nilai EC yaitu berbanding lurus dan menunjukkan grafik yang linier. Hasil panen tanaman selada akhir dengan parameter panjang tanaman, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, massa tanaman dengan akar dan massa tanaman tanpa akar menunjukkan hasil yang terbaik dengan perlakuan EC 1800 $\mu\text{s/cm}$.
6	Deswar dan Pradana (2021)	<i>Monitoring</i> Suhu Pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis Internet Of Things (Iot)	Hasil pengujian dari sistem tersebut adalah mikrokontroler Wemos D1 R1 dapat mengendalikan alat, mendekteksi suhu ruangan, dan IR Transmitter dapat mengirim sinyal untuk mengontrol Air Conditioner (AC). Sistem dapat mengontrol suhu ruang server, sistem dapat menyimpan temperature AC dan ruangan kedalam database, sistem dapat menampilkan data temperature kedalam aplikasi android dan dapat menampilkan ke LCD.
7	Abidin dkk (2019)	Rancang Bangun Pengoperasian Lampu Menggunakan Sinyal Analog Smartphone Berbasis Mikrokontroler	Hasil pengujian alat dilakukan menggunakan prototype lampu rumah untuk mengetahui apakah perancangan hardware dapat berjalan baik dengan prototype lampu rumah dan Web Browser aplikasi android yang telah terpasang. Pada pengujian ini Esp8266 akan melakukan pengiriman data sesuai perintah data yang dikirimkan dari Smartphone. Jarak yang dapat dijangkau oleh Esp8266 sampai dengan 70 meter.

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
8	Ihsanto dan Hidayat (2014)	Rancang Bangun Sistem Pengukuran pH Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno	Hasil penelitiannya ini adalah pH Sensor yang dihubungkan langsung pada Analog Input pin (A0) dari Arduino Uno dapat membaca data float dengan jangkauan 1 – 9 pH dan dengan resolusi 0,01. Selain itu juga dapat mengirim data float melalui modul Bluetooth HC-06 dan aplikasi Blueterm di Android.
9	Prayitno dkk (2017)	Sistem <i>Monitoring</i> Suhu, Kelembaban, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan <i>Blynk</i> Android	Pada penelitian ini sistem penyiraman hidroponik otomatis dengan waktu yang sudah ditentukan. Pada hasil pengujian terdapat delay sekitar 1-2 menit, hal tersebut dikarenakan penerimaan data pada alat sekitar 1242ms. Alat ini dilengkapi modul ethernet shield dan terhubung pada router yang terkoneksi internet.
10	Sepriyawan (2018)	Perancangan Dan Analisis Pengaruh Sistem Kendali Fuzzy Logic Terhadap Penggunaan Daya Pada Sistem Robot Mobil Line Follower	hasil penggunaan sistem kendali fuzzy pada robot mobil line follower memiliki respon sistem yang lebih cepat dibandingkan dengan kendali konvensional. Kendali fuzzy memiliki keunggulan pada lintasan berbelok, sedangkan sistem kendali PID unggul pada kestabilan sistem untuk mempertahankan setpoint. Penggunaan kendali fuzzy dan PID memiliki respon cepat 2-4 detik dibandingkan kendali konvensional.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

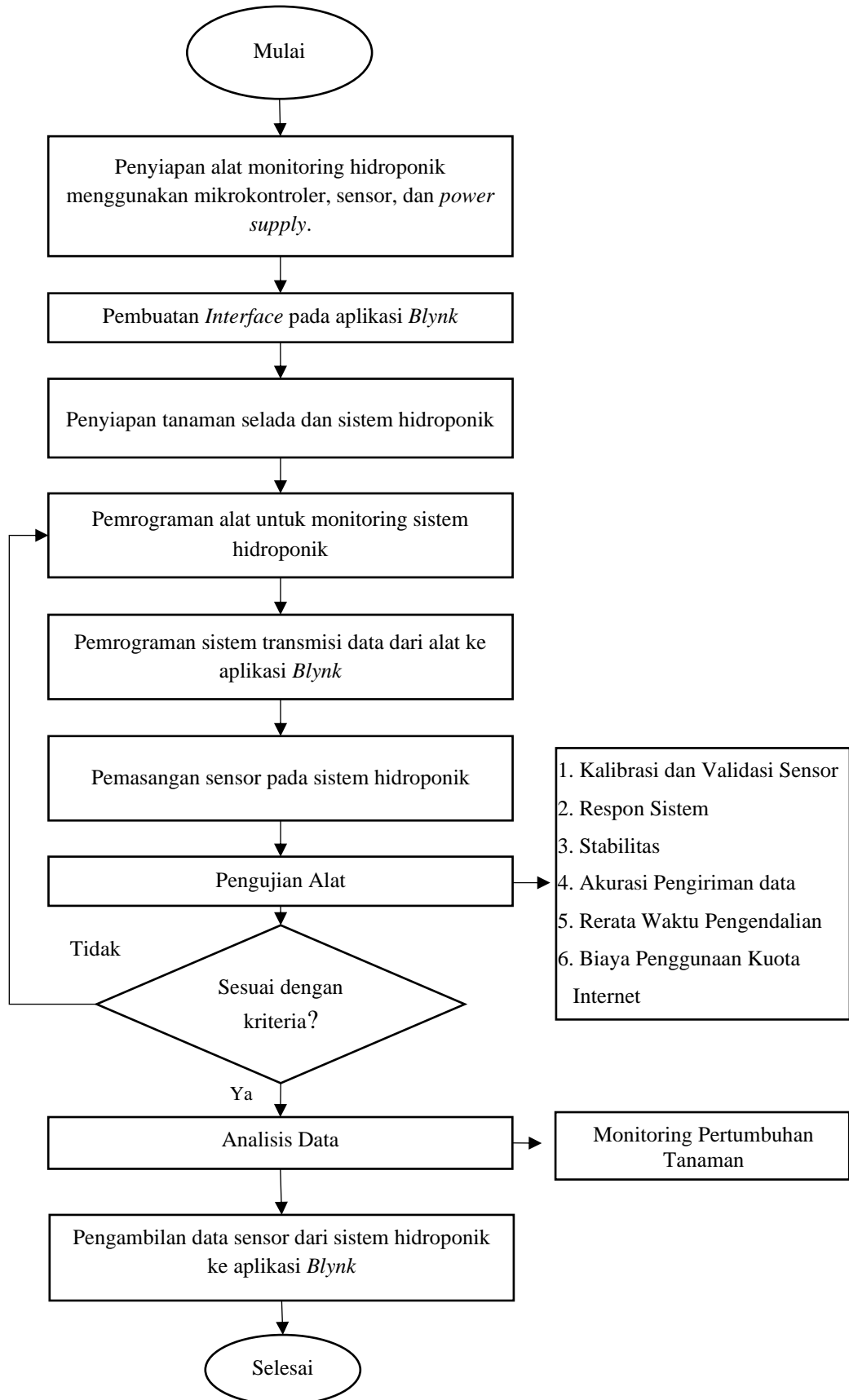
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2022 di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian (DAMP) Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu laptop dengan kelengkapan *software Arduino Ide, Firitzing, Microsoft Office, Google Chrome, Aplikasi Blynk*, solder, pH Meter, alat tulis, Wemos D1 R2, sensor pH meter SKU SEN0161, *Relay*, kabel *jumper, power supply*, kotak plastik dan wadah penampung air. Bahan yang digunakan, yaitu tanaman selada keriting, larutan pH *up*, larutan pH *down*.

3.3. Prosedur Penelitian

Perancangan sistem *monitoring* hidroponik berbasis *Internet Of Things* pada tanaman hortikultura ini menggunakan mikrokontroler Wemos D1 R2 dengan sensor pH meter SKU SEN0161. Proses pembuatan dilakukan dalam beberapa tahapan agar mampu menghasilkan sistem hidroponik berbasis *Internet Of Things* (IoT) yang terkalibrasi yaitu studi pustaka, konsep perancangan alat, pembuatan rangkaian, rancangan pengambilan data, penulisan model kalibrasi, dan analisis data. Berikut merupakan diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada Gambar7.



Gambar 7. Diagram alir prosedur penelitian

3.4. Kriteria Desain

Sistem kendali dan monitoring dirancang untuk dapat mempertahankan nilai pH tanaman selada secara *real time*. Alat ini dirancang dapat mempertahankan nilai pH 6-7 pada air nutrisi yang mengalir. Ketika nilai pH dibawah 6 maka pompa pH *up* akan menyala dan sebaliknya ketika nilai pH di atas 7 maka pompa pH *down* akan menyala. Selain itu, alat kendali dan monitoring ini dapat dikendalikan menggunakan smartphone dengan menggunakan aplikasi Blynk. Alat ini terhubung dengan smartphone dengan menggunakan jaringan WiFi. Pada aplikasi Blynk terdapat display yang menampilkan suhu dan kelembaban serta tombol untuk mengendalikan aktuator.

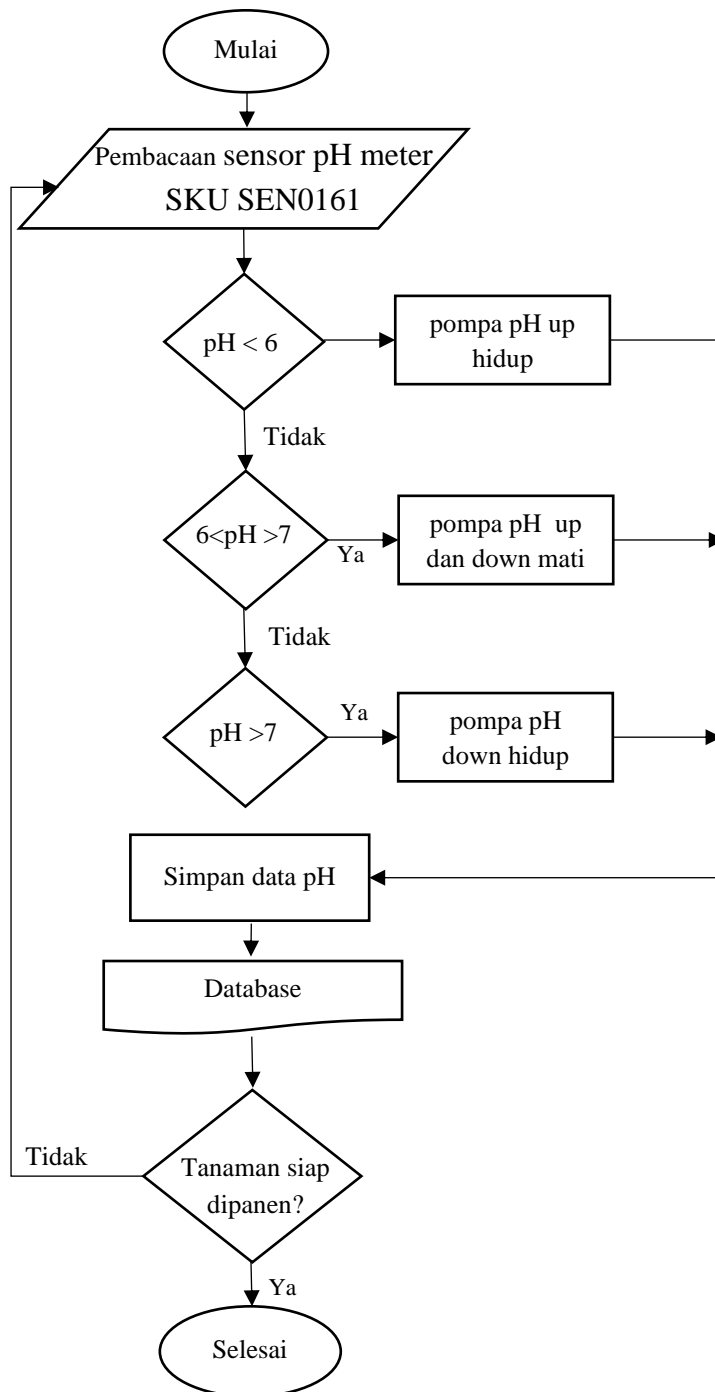
Alat ini juga diharapkan memiliki akurasi pembacaan sensor pH yang baik. Suatu alat dapat dikatakan akurat dengan melihat nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) yang didapatkan sangat kecil atau kurang dari satu (mendekati nol). Seperti yang dikatakan oleh Hamdanah dan Fitriyah (2018). Memiliki respon yang cukup cepat ketika adanya suatu masukan atau perintah pengendalian baik menggunakan aplikasi berupa widget virtual button atau tombol manual yang terdapat pada alat tersebut.

Penelitian ini menggunakan 4 pipa dengan berukuran Panjang 170 cm. Setiap baris pipa memiliki delapan lubang cm dengan jarak antar lubang pipa sebesar 20 cm serta memiliki dua penyangga pipa 160 cm. Terdapat juga wadah penampung air tempat ditampungnya air nutrisi tanaman. Wadah tersebut terpasang sensor pH sebagai *monitoring* pH dan saluran selang larutan pH *up* dan larutan pH *down* yang sudah terpasang dengan pompa sebagai pengontrol nilai pH.

3.5. Perancangan

Perancangan alat pada penelitian ini meliputi perancangan pada tahap pelaksanaan seperti rancangan *greenhouse*, sistem hidroponik, skematik rangkaian alat, rancangan program, rancangan tampilan *user interface* pada aplikasi *Blynk*, dan perakitan komponen elektronika ke mikrokontroler. Proses selanjutnya yaitu

tahap penulisan program menggunakan bahasa pemrograman C menggunakan aplikasi Arduino IDE. Selanjutnya dilakukan pengecekan terlebih dahulu pada aplikasi Arduino IDE. Program yang telah berhasil diverifikasi selanjutnya siap di *upload* pada mikrokontroler. Diagram pemrograman dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir pemrograman

3.5.1. Perancangan Struktural

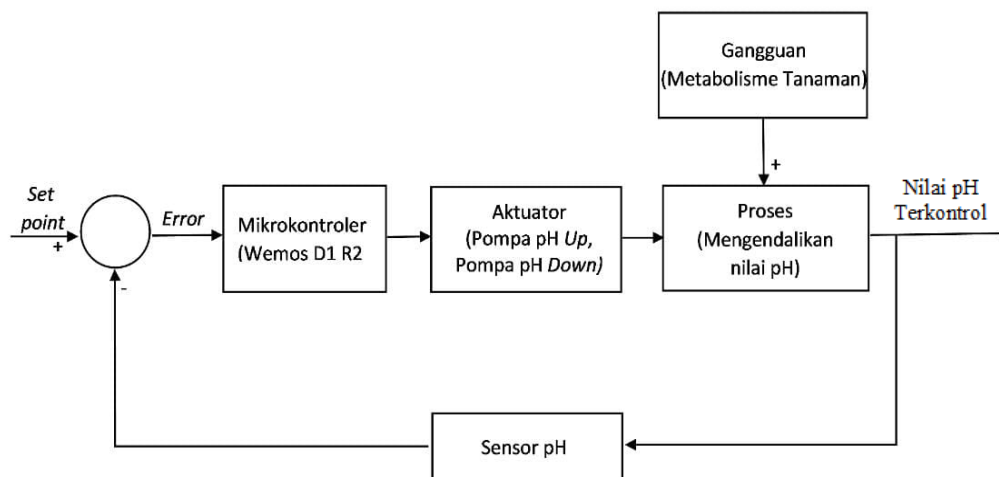
Pada proses perancangan struktural terdapat beberapa tahapan yaitu membuat sistem hidroponik NFT, perakitan sistem kendali dan pemantauan nilai pH dan perangkaian aktuator. Sistem hidroponik diletakkan pada greenhouse yang memiliki ukuran dengan Panjang sekitar 5,3 meter, dengan lebar 2,4 meter, dan tinggi 2,5 – 3 meter. Rancangan greenhouse dapat dilihat pada halaman lampiran Gambar 15.. Di dalam greenhouse terdapat sistem hidroponik yang menggunakan jenis hidroponik dengan metode NFT. Sistem hidroponik tersebut memiliki kerangka pipa dengan tinggi 1,6 meter dan Panjang sekitar 1,7 meter. Terdapat 4 baris pipa dengan masing-masing pipa memiliki 8 lubang. Adapun tanaman selada yang ditanam serta diamati sebagai objek penelitian dampak dari pengendalian nilai pH hanya berjumlah 2 sampel setiap satu baris pipa sehingga jumlah sampel yang diamati pertumbuhannya sebanyak 8 sampel.

Sensor monitoring yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sensor pH meter SKU SEN0161. Sensor tersebut diletakan di dalam bak penampungan nutrisi hidroponik. Terdapat pula aktuator berupa dua pompa pH. Pompa pertama merupakan pompa pH *up* yang berfungsi untuk menaikkan nilai pH jika nilai pH berada dibawah *setting point* atau batas bawah nilai pH yang baik untuk pertumbuhan tanaman selada. Pompa kedua merupakan pompa pH *down* yang berfungsi untuk menaikkan nilai pH jika nilai pH berada diatas *setting point* atau batas atas nilai pH yang baik untuk pertumbuhan tanaman selada. Pompa pH *up* berisi larutan Kalium Hidroksida sedangkan pompa pH down berisi larutan Asam Fosfat.

Sistem kendali dan pemantauan nilai pH dikendalikan Mikrokontroler wemos D1 R2. Pengaturan mekanisme kerja mikrokontroler dapat diatur dengan cara menulis program menggunakan perangkat lunak (software). Selain itu juga adanya aplikasi Blynk yang digunakan memungkinkan dapat memantau dan mengendalikan nilai pH dalam jarak jauh sekalipun hanya dengan menggunakan *smarthphone*.

3.5.2. Perancangan Sistem Kendali dan *Monitoring*

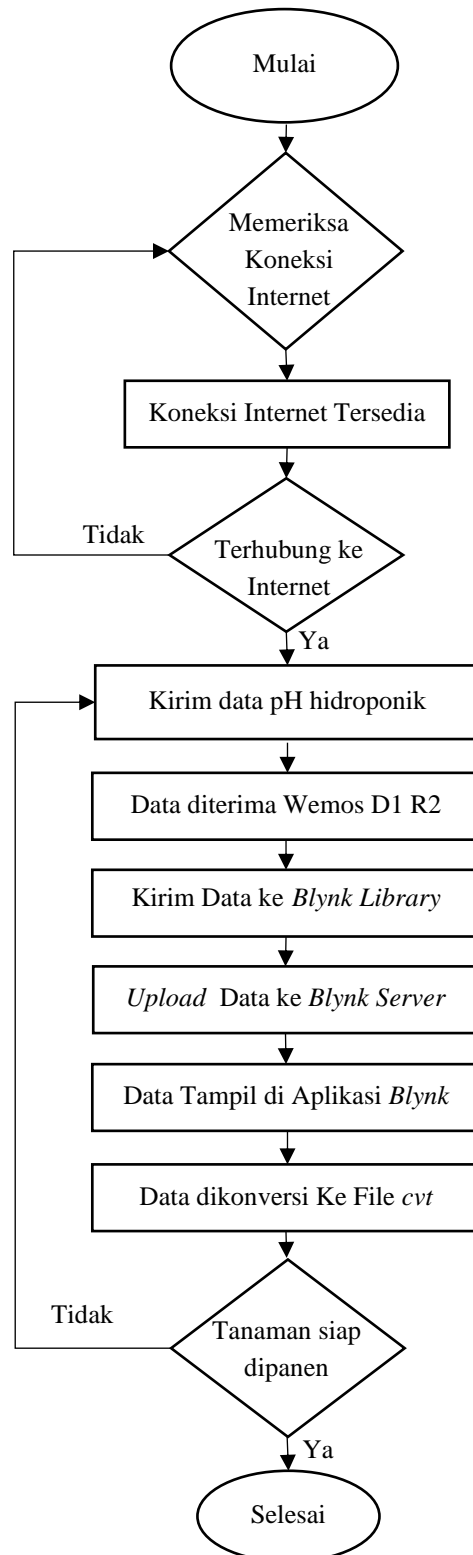
Perancangan sistem kendali dan *monitoring* merupakan tahapan perancangan dalam *monitoring* dan mengendalikan nilai. Alat tersebut memiliki sensor pH sebagai pendeteksi dan mendapatkan nilai pH pada tanaman. Data tersebut akan diterima oleh mikrokontroler dan diolah serta dianalisis berdasarkan nilai *set point* yang sebelumnya sudah ditentukan untuk melakukan pengendalian pH yang hasilnya akan diberikan kepada aktuator berupa sinyal pengendalian. Aktuator tersebut akan memasukkan cairan pH *up* berupa larutan basa kalium hidroksida atau cairan pH *down* berupa larutan asam fosfat sesuai dengan sinyal pengendalian yang diberikan oleh mikrokontroler.



Gambar 9. Diagram alir sistem control pH

3.5.3. Perancangan Sistem Transmisi Data

Metode transmisi data pada alat ini yaitu berbasis Internet Of Things. Data yang diterima oleh mikrokontroler, data tersebut dikirimkan menggunakan ESP 8266 yang terdapat pada Wemos D1 R2 terhubung dengan modem internet. Setelah data diterima kemudian diteruskan dan diproses oleh *Blynk library* dan di *upload* ke *Blynk server*. Pada penelitian ini data yang telah ter-*upload* akan ditampilkan di aplikasi *Blynk* melalui *interface* yang telah diatur sebelumnya berupa *widget* grafik yang telah disediakan. Data tersebut dapat dikonversi menjadi file dengan format *cvt* melalui *Microsoft excel* sehingga data bisa dianalisis.



Gambar 10. Rancangan sistem transmisi data

3.5.4. Perancangan Fungsional

Perancangan fungsional merupakan tahapan perancangan alat yang menjelaskan fungsi dari setiap komponen yang dirancang pada tanaman hidroponik yang dapat berfungsi untuk mendapatkan data *monitoring* nilai pH dalam air pada sistem hidroponik dan aktuator pompa larutan penambah dan penurunan pH pada bak nutrisi. Nilai pH larutan hidroponik pada mikrokontroler menampilkan hasil pengukuran nilai pH dan ESP 8266 mengupload data tersebut pada aplikasi *Blynk*. Beberapa komponen yang ada pada alat ini seperti mikrokontroler Wemos D1 R2, *relay*, sensor pH meter SKU SEN0161.

a) Mikrokontroler Wemos D1 R2

Mikrokontroler merupakan pengendali utama dari alat ini. Pengaturan mekanisme kerja mikrokontroler dapat diatur dengan cara menulis program menggunakan perangkat lunak (software) mikrokontroler. Data yang diterima mikrokontroler akan diolah, kemudian data disimpan serta ditampilkan. Pemrograman pada mikrokontroler bekerja dengan cara mengubah nilai yang terekam oleh sensor dalam bentuk analog menjadi bentuk digital. Pada penelitian ini nilai yang terekam oleh sensor berupa nilai pH di dalam air nutrisi dengan mengukur tingkat keasaman (asam) atau kebasaaan(basa). Bentuk mikrokontroler Wemos D1 R2 ditunjukkan pada Gambar 3.

b) *Relay*

Relay adalah salah satu dari komponen elektronika yang berfungsi sebagai penghubung dan pemutus aliran listrik atau bias disebut juga sebagai saklar (*switch*). Pada alat ini *relay* berfungsi sebagai saklar pada aktuator berupa pompa. Ketika sensor mendeteksi nilai pH <6, *relay* yang terhubung dengan pompa pH *up* akan dialirkan listrik sehingga pompa tersebut hidup sampai nilai pH naik sesuai dengan yang telah ditentukan. Begitu juga ketika sensor mendeteksi nilai pH >7, *relay* yang terhubung dengan pompa pH *down* akan dialirkan listrik sehingga pompa tersebut hidup sampai nilai pH turun sesuai dengan yang telah ditentukan

c) Sensor pH meter SKU SEN0161

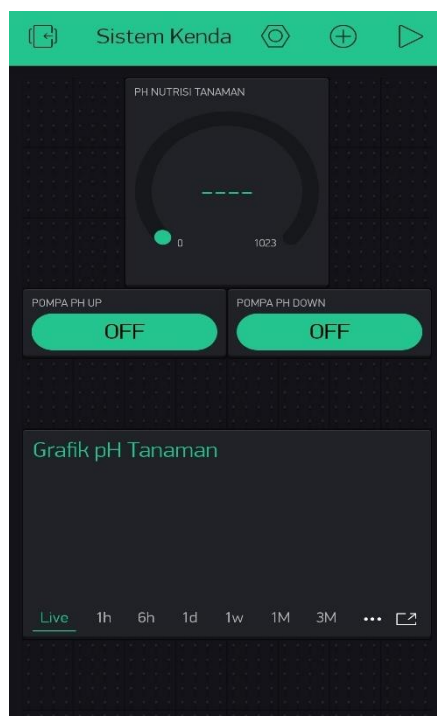
Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi dan mendapatkan nilai pH di dalam air nutrisi dengan mengukur tingkat keasaman (asam) atau kebasaan(basa) dari suatu larutan/cairan pada bak penampungan nutrisi hidroponik. Prinsip kerja sensor pH yaitu berada pada sensor probe berupa elektroda kaca yang diisi dengan larutan HCL. Elektroda tersebut berada pada ujung sensor yang mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam suatu larutan (Wibawa dkk, 2020). Bentuk sensor pH meter ditunjukkan pada Gambar 4.

3.5.5. Pengujian dan Kalibrasi Sensor pH

Sensor pH digunakan sebagai pendeteksi kadar keasaman dan kebasaan di dalam air nutrisi hidroponik. Pengujian dan kalibrasi sensor pH perlu dilakukan agar nilai pH yang didapatkan mendekati atau sesuai dengan keadaan kadar keasaman dan kebasaan suatu larutan. Pengujian dan kalibrasi dilakukan dengan membandingkan nilai sensor dengan 8 taraf nilai pH berbeda dengan masing-masing 5 kali pengulangan setiap taraf nilai pH yang didapat oleh sensor dan alat pembanding berupa kalibrator. Kalibrator yang digunakan pada pengujian ini yaitu pH meter. Data yang didapat oleh sensor pH dan pH meter kemudian di uji linieritas nya menggunakan *Regresi Linear*. Persamaan yang didapat kemudian dimasukkan kedalam program Arduino.

3.5.6. Rancangan Tampilan Interface Blynk

Rancangan tampilan *interface* atau tampilan antar muka pada aplikasi *Blynk* berfungsi untuk memudahkan menampilkan nilai pembacaan yang ditangkap oleh mikrokontroler melalui sensor berupa nilai pH. Tampilan dari pembacaan sensor tersebut dibuat dengan memanfaatkan *widget* yang telah tersedia di aplikasi *Blynk* sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pada penelitian ini tampilan antar muka dari *monitoring* hidroponik ini menggunakan *widget SuperChart* berupa sebuah grafik yang, dan sebuah *Button* atau tombol untuk menampilkan nilai pH yang berfungsi sebagai *monitoring* pH sistem hidroponik tersebut.



Gambar 11. Tampilan *interface* aplikasi *Blynk*

3.5.7. Skematik Rangkaian

Penelitian ini terdapat skematik rangkaian alat yang dapat menampilkan proses pengolahan data yang diterima oleh mikrokontroler dengan menggunakan ESP 8266 yang terdapat pada Wemos D1 R2 yang terhubung dengan modem *WiFi*. Data dikirimkan menuju aplikasi *Blynk* dan ditampilkan pada *widget* grafik. Setelah data muncul dalam bentuk tampilan *widget* pada aplikasi *Blynk*, hasil pembacaan tersebut kemudian dikonversi ke file *cvt Microsoft Excel*. Skematik rangkaian alat dapat dilihat pada halaman lampiran Gambar 37.

Penelitian ini dirancang untuk membuat sebuah rangkaian alat yang dapat *memonitoring* kandungan nilai pH pada sistem hidroponik yang dapat berfungsi sebagai alat perekam data *monitoring* dengan akurat, menyimpan data dengan aman dan dapat menampilkan data perekaman melalui aplikasi *Blynk* secara *real time*. Pada rancangan alat ini terdapat beberapa komponen elektronika pendukung yang digunakan seperti mikrokontroler Wemos D1 R2, TDS Gravity Sensor, Modem Wifi, Aktuator, Sensor suhu air, dan *power supply*.

3.5.8. Proses Pelaksanaan

Proses pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di *greenhouse* Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Dimensi ukuran *greenhouse* ini untuk Panjang sekitar 5,3 meter, dengan lebar 2,4 meter, dan tinggi 2,5 – 3 meter. Rancangan *greenhouse* dapat dilihat pada halaman lampiran Gambar 15.. Di dalam *greenhouse* terdapat sistem hidroponik yang menggunakan jenis hidroponik dengan metode NFT. Sistem hidroponik tersebut memiliki kerangka pipa dengan tinggi 1,6 meter dan Panjang sekitar 1,7 meter. Sensor *monitoring* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sensor pH meter SKU SEN0161. Sensor tersebut diletakan di dalam bak penampungan nutrisi hidroponik. Rancangan sistem hidroponik dapat dilihat pada halaman lampiran Gambar 16.

3.6. Uji Kinerja Alat

Uji kinerja Alat sistem kendali dan *monitoring* hidroponik IoT ini dilakukan dengan cara uji stabilitas, kecepatan respon sistem dan akurasi pengiriman data ketika alat *monitoring* dioperasikan dengan menggunakan aplikasi *Blynk*.

3.6.1. Uji Stabilitas

Suatu alat dikatakan stabil apabila variable yang dikendalikan berada ataupun mendekati nilai *setting point* yang telah ditetapkan. Sedangkan nilai atau variabel yang diamati dapat tidak stabil karena diakibatkan oleh suatu kondisi tertentu, sehingga nilai dari sensor yang dikendalikan dapat bergeser jauh dari *setting point*. *Setting point* adalah nilai dari suatu variabel yang diinginkan. Pada penelitian ini yang menjadi variabel yaitu nilai pH larutan sistem hidroponik. Kestabilan dari sistem hidroponik ini sangat penting karena dalam proses pertumbuhan tanaman hortikultura terkhusus pada penelitian ini yaitu membutuhkan nilai pH dengan yang stabil. grafik sistem stabil dan tidak stabil yang ditampilkan pada Gambar 12. Selain itu juga akan dihitung koefisien reliabilitas menggunakan metode *test retest*. Setelah didapat koefisien reliabilitas, koefisien reliabilitas yang didapat dibandingkan dengan tabel klasifikasi koefisien

reliabilitas untuk mengetahui tingkat reliabilitas dari nilai tersebut yang ditunjukkan pada Tabel 2.

$$r_{11} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \dots\dots\dots(1)$$

r_{11} = Reliabilitas

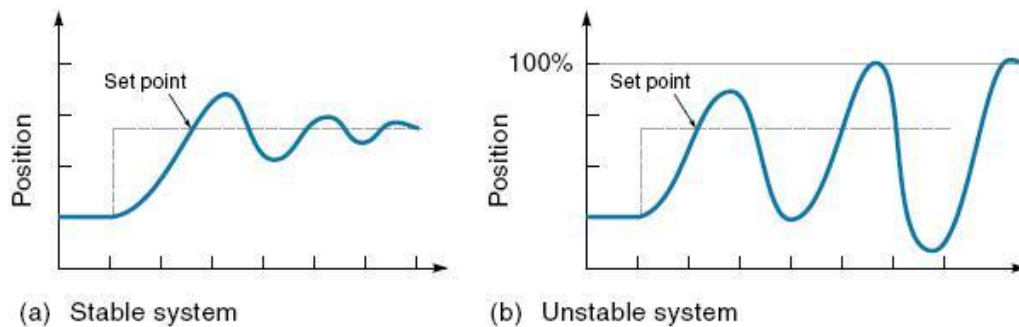
N = Jumlah Data

X = Nilai Sensor pH

Y = Nilai pH Meter

Tabel 2. Klasifikasi Koefisien Reliabilitas

No	Nilai Reliabilitas	Interpretasi
1	$0,80 < r_{11} < 1,00$	Derajat Reliabilitas Sangat tinggi
2	$0,60 < r_{11} < 0,80$	Derajat Reliabilitas tinggi
3	$0,40 < r_{11} < 0,60$	Derajat Reliabilitas Cukup
4	$0,20 < r_{11} < 0,40$	Derajat Reliabilitas Rendah
5	$0,00 < r_{11} < 0,20$	Derajat Reliabilitas Sangat Rendah

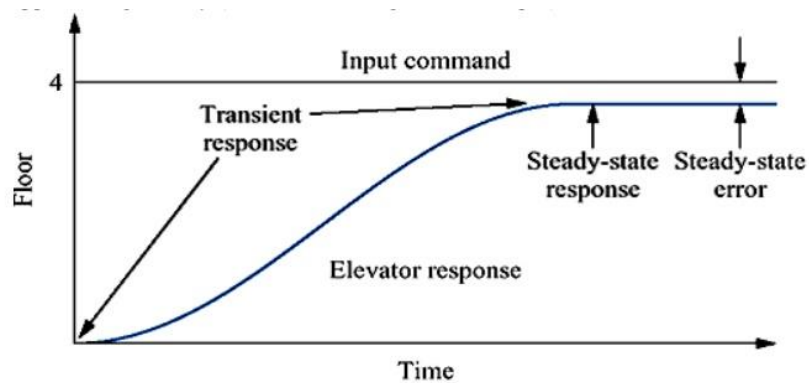


Gambar 12. Grafik sistem stabil dan tidak stabil

3.6.2. Respon Sistem

Menurut Sepriyawan (2018) mengatakan bahwa respon sistem atau tanggapan sistem merupakan bentuk dari perubahan perilaku suatu *output* sinyal terhadap perubahan dari sinyal *input*. Bentuk dari respon sistem dapat digambarkan dalam bentuk kurva karakteristik yang pada umumnya menjadi dasar untuk menganalisa karakteristik pada suatu sistem selain menggunakan sebuah persamaan matematika.

Pada skripsi Prasetyo (2017) mengemukakan bahwa respon sistem dapat menampilkan bagaimana kecepatan dari kinerja alat terhadap adanya sebuah gangguan dan waktu. Respon sistem ini pada umumnya dibedakan menjadi dua, yaitu respon *transient* dan respon *steady state* yang ditampilkan pada Gambar 13. Respon transient ini dapat digunakan untuk mengukur waktu saat sistem pertama kali digunakan (pada titik 0) hingga mencapai keadaan *steady state*. Respon dari keadaan *steady state* digunakan untuk mengukur waktu pada saat sistem sudah berada dalam keadaan stabil hingga waktu yang tidak terhingga atau waktu yang telah ditentukan pada alat.



Gambar 13. Grafik respon sistem

3.6.3. Akurasi Pengiriman Data

Pada pengujian nilai akurasi pengiriman data dilakukan dengan mengambil perbandingan nilai yang muncul pada serial monitor dengan nilai data yang tampil pada file *cvt* nanti. Pada tahap ini memiliki tujuan untuk mengetahui besarnya perbedaan nilai yang ditampilkan pada kedua penampil data *monitoring* hidroponik tersebut. Pada akurasi pengiriman data ini diharapkan dapat menunjukkan berapa besarnya nilai persamaan atau perbedaan variabel yang direkam dari sensor ke mikrokontroler. Akurasi pengiriman data *monitoring* ini dilakukan dengan memasukan nilai data yang tampil pada serial monitor Arduino IDE dengan nilai data yang tampil pada file *cvt* dalam bentuk kurva sehingga dapat dilihat persamaan atau perbedaan dari akurasi datanya.

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum(x-y)^2}}{n} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

x = nilai yang tampil pada *interface* 1

y = nilai yang tampil pada *interface* 2

n = jumlah data

3.6.4. Rerata Waktu Pengendalian

Rerata waktu pengendalian merupakan kecepatan respon alat kendali ketika mengendalikan nilai pH menggunakan setpoint. Data diperoleh dengan cara mengendalikan aktuator dalam suatu proses dan jumlah data pengukuran yang dihasilkan selama jeda waktu dalam pengendalian. Data hasil pengukuran didapatkan dengan cara mengirimkan hasil pengukuran ke *database*.

$$RWP = \frac{\sum_{i=1}^n (Aon\ i + Delay)}{n} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

RWP = Rerata waktu pengendalian (menit)

Aon I = Aktuator hidup ke-i (menit)

Delay = Waktu Tunggu (menit)

n = Jumlah data

3.6.5. Biaya Penggunaan Kuota

Penelitian ini menggunakan sistem IoT yang mengharuskan perangkat monitoring dan kontroling harus terhubung dengan koneksi internet pada proses transmisi datanya. Adanya pemanfaatan internet dalam suatu proyek IoT membuat proses pemantauan dan pengendalian dapat dilakukan melalui *smarthphone* secara *realtime*. Proses pengambilan data percobaan untuk penggunaan kuota ini berdasarkan jumlah data download (KBytes) dan data upload (KBytes) dalam waktu tertentu. Pengujian biaya penggunaan kuota dilakukan untuk melihat biaya yang diperlukan khususnya tarif biaya kuota internet selama proses pertumbuhan tanaman selada berdasarkan *provider* internet yang digunakan. Selain itu juga biaya yang didapatkan dibandingkan dengan tarif biaya kuota internet dengan *provider* internet lain.

3.7. Analisis Data

Proses analisis data pada penelitian ini menggunakan hasil dari pengukuran nilai pH pada sistem hidroponik yang akan disimpan dan dimuat setiap satu menit ke *database* atau dalam bentuk grafik ditampilkan aplikasi *Blynk* yang kemudian dikonversi ke file *cvt* yang dapat dioperasikan dengan aplikasi *Microsoft Excel*. Pengukuran dari nilai pH nutrisi ini dilakukan selama proses pertumbuhan tanaman selada keriting hidroponik ini nanti yang juga akan dilihat respon pertumbuhan tanaman selada berupa jumlah daun dan tinggi tanaman. Pada setiap pukul 6 pagi, pukul 12 siang, dan pukul 6 sore akan dilakukan pengukuran menggunakan pH meter konvensional.

Tabel 3. Pengamatan pertumbuhan selada dengan sistem kontrol pH

No	HST	Jumlah Daun						Tinggi Tanaman					
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
1	3												
2	6												
3	9												
4	12												
5	15												
6	18												
7	21												
8	24												
9	27												

Tabel 4. Pengamatan pH hidroponik

No	HST	Sensor pH			pH Meter		
		6:00	12:00	18:00	6:00	12:00	18:00
1	3						
2	6						
3	9						
4	12						
5	15						
6	18						
7	21						
8	24						
9	27						

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini menghasilkan alat yang dapat *memonitoring* dan *controlling* nilai pH pada tanaman selada (*Lactuca sativa L*). Alat ini memiliki komponen seperti sensor pH, Wemos D1 R2, *Relay*, dan pompa 12V. Komponen tersebut saling terhubung dengan aplikasi *Blynk* yang memungkinkan dapat *memonitoring* dan *controlling* nilai pH secara *realtime*.
2. Hasil uji kinerja sistem kendali dan *monitoring* pH menggunakan aplikasi *Blynk* sebagai berikut.
 - a. Uji Stabilitas dikatakan stabil karena mampu mempertahankan nilai pH 6-7 selama pertumbuhan tanaman selada.
 - b. Uji respon sistem alat *monitoring* dan *controlling* pH dari keadaan atau posisi mati memerlukan waktu sekitar 7,36 detik.
 - c. Uji respon sistem alat *monitoring* dan *controlling* pH dari keadaan alat mati hingga terhubung ke Aplikasi *Blynk* adalah sekitar 8,114 detik.
 - d. Uji rerata waktu pengendalian menaikkan nilai pH dari 5 sampai 10 rerata waktu pengendaliannya yaitu selama 1 detik dan menurunkan nilai pH dari 10 sampai 5 selama 1 detik. pada proses menaikkan nilai pH dengan waktu tercepat yaitu selama 1 menit 27 detik dan waktu terlama yaitu selama 1 menit 35 detik. Sedangkan proses menurunkan nilai pH tercepat yaitu selama 2 menit 10 detik dan waktu terlama yaitu 2 menit 24 detik

- e. Uji akurasi sensor pembacaan nilai pH penelitian dengan alat konvensional pH meter dengan rata-rata *error* pada pembacaan pH sebesar 0,04 dan nilai RMSE sebesar 0,2.
 - f. Uji akurasi sensor antara aplikasi *Blynk* dan Database didapatkan rata-rata *error* pada pembacaan pH sebesar 0 dan nilai RMSE sebesar 0 dan pengujian akurasi antara aplikasi *Blynk* dan LCD didapatkan rata-rata *error* pada pembacaan pH sebesar 0 dan nilai RMSE sebesar 0.
3. *Monitoring* dan *controlling* tanaman selada berjalan cukup baik. Hal ini ditunjukkan dengan pertumbuhan tanaman selada. Menurut romalasari dan sobari (2019) pertumbuhan tanaman selada yang baik memiliki tinggi 15 cm dan daun berjumlah 15 dan Menurut Meriaty dkk (2021) berat tanaman selada yang baik dengan media *rockwool* diatas 80 gram. Pada penelitian ini tanaman tertinggi ada pada sampel 2 dan 4 yaitu 21 cm dan terendah pada sampel 3 yaitu 14 cm. Jumlah daun terbanyak ada pada sampel 2 yaitu 22 helai daun dan terendah yaitu sampel 5 dan 7 berjumlah 11 daun. Pada penelitian ini sampel dengan berat akhir terendah ada pada sampel 2 dengan berat akhir 82.7 gram dan berat akhir tertinggi ada pada sampel 3 dengan berat akhir 105 gram

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, penulis dapat memberikan saran sehingga dapat membantu untuk penelitian yang berikutnya :

1. Menggunakan *provider* dengan jaringan internet yang baik terutama digunakan mikrokontroler Wemos D1 R2.
2. Memperhatikan komponen – komponen elektronika yang akan digunakan.
3. *Memonitoring* dan *controlling* suhu lingkungan tanaman agar tanaman dalam kondisi yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah dan Masthura. 2018. Sistem Pemberian Nutrisi Dan Penyiraman Tanaman Otomatis Berdasarkan Real Time Clock Dan Tingkat Kelembaban Tanah Berbasis Mikrokontroler Atmega32. *Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi*. 2 (2): 33-41.
- Abdurrazaq, M.A., Ihsan, M., Syahputra, A., Ghani, R.I., Siddiq, R.F., Ramadhani, R.S., Sitompul, D. 2017. Sensor. *Jurnal Sensor dan Pengaplikasiannya*. Universitas Sumatera Utara.
- Abidin, Z., Tjaniyah dan Bachrudin, M. 2019. Rancang Bangun Pengoperasian Lampu Menggunakan Sinyal Analog SmartPhone Berbasis Mikrokontroler. *Journal of Electrical Engineering and Computer*. 1 (1): 39-46.
- Adimihardja, S. A., Hamid, G., dan Rosa, E. 2013. Pengaruh Pemberian Kombinasi Kompos Sapi dan Fertimix Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Kultivar Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Dalam Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal Pertanian*. 4 (1): 6-20.
- Arafat. 2016. Sistem pengamanan pintu rumah berbasis internet of things (Iot) dengan ESP8266. *Jurnal Ilmiah Fakultas "Teknik Technologia"*. 7 (4): 262-268.
- Arifin, J., Zulita, L.N dan Hermawansyah. 2016. Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. *Jurnal Media dan Infotama*. 12 (1): 88-98.
- Binaraesa, N.N.P.C., Sutan, S.M dan Ahmad, A.M. 2016. Nilai EC (Electro Conductivity) Berdasarkan Umur Tanaman Selada Daun Hijau (*Lactuca sativa* L.) dengan Sistem Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 4 (1): 65-74.
- Cahyono. 2014. *Teknik dan strategi budidaya selada hijau*. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta.
- Chamim, A.N.N. 2010. Penggunaan Microcontroller Sebagai Pendeteksi Posisi Dengan Menggunakan Sinyal Gsm. *Jurnal Informatika*. 4 (1): 430-439.

- Deswar, F.A dan Pradana, R. 2021. *Monitoring Suhu Pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis Internet Of Things (IoT)*. 12 (1): 25-32.
- Efendi, Y. 2018. *Internet Of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile*. *Jurnal Ilmiah ilmu Komputer*. 4 (1): 19-26.
- Hadi, A., 2018. *Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hamdanah, F.H dan Fitriana, D. 2021. *Analisis Performansi Algoritma Linear Regression dengan Generalized Linear Model Untuk Prediksi Penjualan Pada Usaha Mikro, Kecil, Dan Menengah*. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*. 10 (1): 23-32.
- Ihsanto, E dan Hidayat, S. 2014. *Rancang Bangun Sistem Pengukuran PH Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno*. *Jurnal Teknologi Elektro*. 5 (3): 130-137.
- Izzuddin, A. 2016. *Wirausaha Santri Berbasis Budidaya Tanaman Hidroponik*. *Jurnal Pengabdian Masyarakat/DIMAS*. 12 (2): 351-366.
- Jufriadi, K., Sugeng, B dan Sulardi. 2019. *Uji Keasaman Air Dengan Alat Sensor pH Di Stt Migas Balikpapan*. *Jurnal Keilmuan dan Teknik Sipil*. 2 (1): 65-72.
- Kusuma, N.A.A., Yuniarti, E dan Aziz, A. 2018. *Rancang Bangun Smart Home Menggunakan Wemos D1 R2 Arduino Compatible Berbasis ESP8266 ESP 12-F*. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Meriaty, Sihalo, A dan Pratiwi, K.D. 2021. *Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L.) Akibat Jenis Media Tanam Hidroponik Dan Konsentrasi Nutrisi Ab Mix*. *Agroprimatech*. 4 (2): 75-84.
- Mutmainah, A.R dan Hayaty. M. 2019. *Sistem kendali dan pemantauan penggunaan listrik berbasis IoT menggunakan Wemos dan aplikasi Blynk*. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*. 7 (4): 161-165.
- Prasetyo, B.D. 2017. *Rancang Bangun Sistem Kendali Otomatis PH Limbah Cair Industri Tahu Sebagai Larutan Nutrisi Hidroponik Berbasis Mikrokontroler*. *Skripsi*. Lampung: Universitas Lampung.
- Prayitno, W.A., Muttaqim, A dan Syauqy, D. 2017. *Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan Blynk Android*. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 1 (4): 292-297.

- Puryanti, D., Kuntadi, S dan Basuki, T.I. 2018. Manajemen Usaha Budidaya Tanaman Hortikultura Dalam Polybag (Tanaman Hortikultura Modern). *Jurnal Dharma Bhakti Ekuitas*. 3 (1): 277-281.
- Puspasari, F., Satya, T.P., Oktiwati, U.Y., Fahrurrozi, I dan Prisyanti, H. 2020. Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohyrometer Standar. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*. 16 (1): 40-45.
- Qalyubi, I., Pudjojono, M dan Widodo, S. 2014. Pengaruh Debit Air Dan Pemberian Nutrisi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung Pada Sistem Irigasi Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique). *Jurnal Berkala Ilmiah TEKNOLOGI PERTANIAN*. 1 (1): 1-5.
- Rahmania, A.U., Ariswati, H.G dan Sumber. 2018. Perancangan pH Meter Berbasis Arduino Uno. *Tugas Akhir POLTEKKES KEMENKES SURABAYA*. Surabaya: Politeknik Kesehatan Surabaya.
- Rianto, Y. 2020. Mendekteksi gerakan kamera menggunakan wemos d1 r1 berbasis iot. Universitas Gunadarma. 1-28.
- Romalasari, A dan Sobari E. 2019. Produksi Selada (*Lactuca sativa* L.) Menggunakan Sistem Hidroponik Dengan Perbedaan Sumber Nutrisi. *Jurnal of Applied Agricultural Sciences*. 3 (1): 36-41.
- Rui, J dan Danpeng, S. 2015. Architecture Design of the Internet of Things Based on Cloud Computing. *2015 Seventh International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation*. 206–209.
- Satya, M.T., Tejaningrum, A dan Hanifah. 2015. Manajemen Usaha Budidaya Hidroponik. *Jurnal Dharma Bhakti Ekuitas*. 1 (2): 53-57.
- Sepriyawan, A. 2018. Perancangan Dan Analisis Pengaruh Sistem Kendali Fuzzy Logic Terhadap Penggunaan Daya Pada Sistem Robot Mobil Line Follower. *Skripsi*. Lampung: Universitas Lampung.
- Singgih, M., Prabawati, K dan Abdulloh, D. 2019. Bercocok Tanam Mudah Dengan Sistem Hidroponik Nft. *Jurnal Abdikarya : Jurnal Karya Pengabdian Dosen dan Mahasiswa*. 03 (1): 21-24.
- Wati, D.R dan Sholihah, W. 2021. Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino. *Jurnal Multinetics*. 7 (1): 12-21.