

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU SUHU, KELEMBABAN,
DAN PH PADA MEDIA TANAM HIDROPONIK DENGAN NODEMCU
(*MICRO CONTROLLER UNIT*) BERBASIS WEB**

(Skripsi)

Oleh

DINDA KURNIA ASRI



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

DESIGN OF TEMPERATURE, HUMIDITY, AND PH MONITORING SYSTEM IN HYDROPONIC PLANT MEDIA WITH NODEMCU (MICRO CONTROLLER UNIT) BASED ON WEB

By

DINDA KURNIA ASRI

Hydroponics is a method of farming without using soil. The hydroponic method has been developed into a system that is able to connect with electronic systems, so that it can help hydroponic users in monitoring plants remotely. The monitoring carried out in this study is in the form of monitoring temperature, humidity, and pH with NodeMCU as a microcontroller and Thingier.io as a Web Server. This monitoring uses the DHT11 sensor to measure the temperature and humidity received by plants, while the SEN0161 sensor is used to measure the acidity of plants. This research uses NFT (Nutrient Film Technique) hydroponic type planted with Pakchoy in outdoor conditions. The study was conducted 2 hours per day for 7 days aiming to see the growth of plants with different conditions of temperature, humidity, and pH. Data received by NodeMCU will be sent to Thingier.io and will then be stored in data buckets. To minimize the stored data, a storage system is designed at 2 minute intervals. Media monitoring results are found in Thingier.io in the form of graphs and LCD in the form of measured values. Warning indicators used in this study are LED and e-mail. The blue LED will light when the temperature is $> 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ while the green LED will light when the pH > 8.00 as well as the e-mail warning system. Based on this research, the amount of time delay of sending data from NodeMCU to Thingier.io was 1 second.

Keywords : Hydroponics, NodeMCU, Thingier.io

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU SUHU, KELEMBABAN, DAN PH PADA MEDIA TANAM HIDROPONIK DENGAN NODEMCU (MICRO CONTROLLER UNIT) BERBASIS WEB

Oleh

DINDA KURNIA ASRI

Hidroponik merupakan metode bercocok tanam tanpa menggunakan tanah. Metode hidroponik telah dikembangkan menjadi sebuah sistem yang mampu terhubung dengan sistem elektronik, sehingga dapat membantu pengguna hidroponik dalam memantau tanaman secara jarak jauh. Pemantauan yang dilakukan pada penelitian ini berupa memantau suhu, kelembaban, dan pH dengan NodeMCU sebagai mikrokontroler serta *Thingier.io* sebagai *Web Server*. Pemantauan ini menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban yang diterima tanaman, sedangkan sensor SEN0161 digunakan untuk mengukur tingkat keasaman tanaman. Penelitian ini menggunakan hidroponik jenis NFT (*Nutrient Film Technique*) yang ditanami Pakchoy dengan kondisi berada di luar ruangan. Penelitian dilakukan 2 jam perhari selama 7 hari bertujuan untuk melihat pertumbuhan tanaman dengan kondisi suhu, kelembaban, dan pH yang berbeda. Data yang diterima NodeMCU akan dikirimkan pada *Thingier.io* kemudian akan disimpan pada data *buckets*. Untuk meminimalisir data yang tersimpan maka dirancang sistem penyimpanan dengan interval 2 menit. Media penampil hasil pemantauan terdapat pada *Thingier.io* berupa grafik dan LCD berupa nilai yang terukur. Indikator peringatan yang digunakan pada penelitian ini berupa LED dan *e-mail*. LED biru akan menyala ketika suhu $>40^{\circ}\text{C}$ sedangkan LED hijau akan menyala ketika $\text{pH} >8,00$ begitupula dengan sistem peringatan melalui *e-mail*. Berdasarkan penelitian ini didapatkan besar waktu tunda pengiriman data dari NodeMCU ke *Thingier.io* sebesar 1 detik.

Kata kunci : Hidroponik, NodeMCU, *Thingier.io*.

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU SUHU, KELEMBABAN,
DAN PH PADA MEDIA TANAM HIDROPONIK DENGAN NODEMCU
(*MICRO CONTROLLER UNIT*) BERBASIS WEB**

Oleh

DINDA KURNIA ASRI

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU SUHU, KELEMBABAN, DAN PH PADA MEDIA TANAM HIDROPONIK DENGAN NODEMCU (MICRO CONTROLLER UNIT) BERBASIS WEB**

Nama Mahasiswa : **Dinda Kurnia Asri**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1515031038**

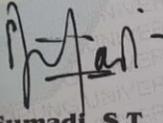
Program Studi : **Teknik Elektro**

Fakultas : **Teknik**

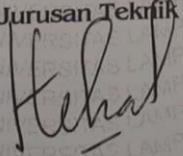
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti, M.T.
NIP 19650121 199512 2 001


Sumadi, S.T., M.T.
NIP 19731104 200003 1 001

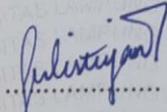
2. Ketua Jurusan Teknik Elektro

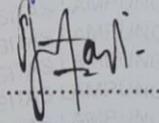

Dr. Herman H Sinaga, S.T., M.T.
NIP 19711130 199903 1 003

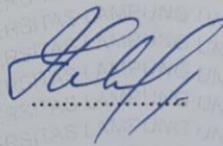


MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

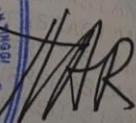
Ketua : Dr. Ir. Sri Ratna Sulistyanti, M.T. 

Sekretaris : Sumadi, S.T., M.T. 

Penguji Utama : Dr. Eng. Helmy Fitriawan, M.Sc. 



2. Dekan Fakultas Teknik

Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D. 
NIP 19620717 198703 1 002 

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 7 Oktober 2019

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU SUHU, KELEMBABAN, DAN PH PADA MEDIA TANAM HIDROPONIK DENGAN NODEMCU (*MICRO CONTROLLER UNIT*) BERBASIS WEB" merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila pernyataan saya tidak benar dan dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 15 Oktober 2019



Dinda Kurnia Asri
NPM. 1515031038



RIWAYAT HIDUP



Penulis Lahir di Bandarlampung, pada tanggal 12 November 1997 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, keturunan bapak Sahril Rosman, S.E. dan ibu Asnawati. Pendidikan Sekolah Dasar diselesaikan di SDN 5 Talang Bandarlampung pada tahun 2009, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 3 Bandarlampung diselesaikan pada tahun 2012, Sekolah Menengah Atas di SMAN 8 Bandarlampung diselesaikan pada tahun 2015. Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif menjadi asisten pada tahun 2017 hingga 2019 di Laboratorium Elektronika. Penulis juga aktif dalam organisasi HIMATRO sebagai Anggota Divisi Kerohanian pada tahun 2016 dan Anggota Divisi Sosial tahun 2017. Penulis juga aktif sebagai staff Dinas Eksternal di BEM FT tahun 2016, Ketua Komisi III di DPM FT tahun 2017, dan Sekertaris Eksekutif BEM FT tahun 2018. Pada rentang waktu 23 Juli—23 Agustus 2018 penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT. GGF dan ditempatkan pada Divisi *Maintanance Cannary*. Penyelesaian Kerja Praktik tersebut menghasilkan sebuah laporan Kerja Praktik dengan judul “Sistem Pengendalian *Can Loader Machine* Dengan Menggunakan Sensor *Proximity* Di Pt. Great Giant Foods“.

PERSEMBAHAN

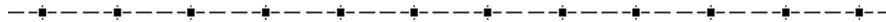


Dengan Ridho Allah SWT
teriring shalawat kepada Nabi Muhammad SAW
Karya Tulis ini kupersembahkan untuk:

Ayah dan Ibuku Tercinta
Sahril Rosman, S.E. dan Asnawati

Serta Kakak-adikku Tersayang
Riana Resty Pratiwi, S.P. dan Tria Angelita

Terimakasih untuk semua dukungan dan doa selama ini
Sehingga aku dapat menyelesaikan hasil karyaku ini



MOTTO

“Bisa jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan bisa jadi kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”—Qs. Al-Baqarah: 216

”Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti kami akan menambah (nikmat) kepadamu.” — Qs. Ibrahim: 7

“Kamu Beruntung dan Kamu Bisa.”—Dinda Kurnia Asri

SANWACANA

Bismillaahirrohmaanirroohim

Segala puji bagi Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kesehatan dan kemampuan berpikir kepada penulis dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini sehingga laporan ini dapat selesai tepat pada waktunya. Sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW karena dengan perantara beliau kita semua dibawa dari zaman jahiliyah ke zaman terang benderang.

Skripsi ini berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemantau Suhu, Kelembaban, dan pH pada Media Tanam Hidroponik dengan NodeMCU (*Micro Controller Unit*) Berbasis Web“ yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selama menjalani pengerjaan Skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran maupun dorongan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini, Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.

3. Bapak Dr. Herman Halomoan S, S.T.,M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, terima kasih atas kesediaan waktunya untuk membimbing dan memberikan ilmu dari awal perkuliahan hingga selesai mengerjakan skripsi.
5. Bapak Sumadi, S.T., M.T. selaku Pembimbing Pendamping, terima kasih atas kesediaan waktunya untuk membimbing dan memberikan ilmu.
6. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, selaku Penguji utama atas masukannya sehingga skripsi ini dapat lebih baik.
7. Ibu Dr. Eng. Diah Permata, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik atas kesediaan waktunya untuk memberikan saran dan semangat.
8. Bapak Dr. Eng. F.X. Arinto Setyawan, S.T., M.T, selaku Kepala Laboratorium Elektronika, Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung atas kesediaan waktunya untuk memberikan ilmu.
9. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Lampung, Terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama menuntut ilmu di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
10. Kak Yudi Eka Putra S.T selaku PLP Laboratorium Elektronika, yang telah membantu dalam banyak hal.
11. Para Asisten dan Staff Elka (Agung, Diance, Egy, Anggie, Mutia, Haedar, Oslone, Aimce, Kak Arif, Kak Andre, Kak Cin, Kak Rico, Ifan, Abe, Budi, Lukman, Willy, Annisa, Rafly, Tiya kecil, Putri, Abdul, David, Alif, dan Ghalib) yang telah memberikan semangat dan bantuan dalam hal menghibur suasana hati.

12. Keluargaku EIE 2015, Sahabatku 3/3, Anak Admin, Pance squad (Lingga, Riko, Aldo, Geral), Keluarga Kampret, Marendy Pradinata, 10/10, Biang Ghibah(Bagas, Garin, Akbar, Aby, Billy), Era, Eca, Ayub, Zafir, Lendrat, Mba Mir, Kak Randi, Kak Guntur, Septian, BEM FT 2018, dan Kak Ef terima kasih atas kebersamaan dan kekeluargaan yang kalian berikan, sehingga penulis mampu melalui ini semua. Semoga kebaikan kalian akan berbalik kepada kalian. Kalian adalah bagian terindah di dalam hidupku.
13. Kak Abdul Munif Hanafi (Mbah) dan Kak Arif Fauzi yang telah mengajarkan banyak hal mengenai pemrograman.
14. Terima kasih kepada kamu yang tak bisa ku sebutkan namanya namun selalu ku selipkan dipenghujung doa.
15. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah sampai dengan terselesaikannya Skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.

Bandar Lampung, 15 Oktober 2019

Penulis,

Dinda Kurnia Asri

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	ii
ABSTRAK.....	iii
HALAMAN JUDUL	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined. i
LEMBAR PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined. ii
RIWAYAT HIDUP.....	Error! Bookmark not defined. iii
PESEMBAHAN.....	Error! Bookmark not defined. x
SANWACANA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1

1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Perumusan Masalah.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Hipotesis	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Hidroponik	8
2.3 NodeMCU ESP-12E.....	9
2.4 Sensor	11
2.5 Sensor DHT11.....	11
2.6 Sensor pH.....	12
2.7 Arduino IDE (<i>Integrated Development Enviroment</i>).....	14
2.8 IoT (<i>Internet of Things</i>)	15
2.9 <i>Thinger.io</i>	15
2.10 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	16
2.11 I ² C (<i>Inter Integrated Circuit</i>).....	17
2.12 LED (<i>Light Emitting Diodes</i>).....	18
2.13 <i>Wireshark</i>	19

BAB III METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.3 Spesifikasi Alat	21
3.4 Metode Penelitian	22
3.4.1 Diagram Alir Penelitian.....	22
3.4.2 Diagram Blok Perancangan Alat.....	23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	25
5.1 Kesimpulan	25
5.2 Saran	25

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram <i>Fishbone</i> Penelitian Terdahulu.	8
Gambar 2.2 NodeMCU ESP-12E.	10
Gambar 2.3 Blok Diagram NodeMCU ESP-12E.	11
Gambar 2.4 Sensor DHT11 12	12
Gambar 2.5 Sensor pH meter SEN0161. 14	14
Gambar 2.6 Tampilan Arduino IDE. 15	15
Gambar 2.7 <i>Thingier.io</i> 16	16
Gambar 2.8 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) 16 x 2 bagian depan. 18	18
Gambar 2.9 LCD (<i>Liquid Cristal Display</i>) dengan I ² C bagian belakang. 18	18
Gambar 2.10 LED (<i>Light Emitting Diodes</i>). 19	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 22	22
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Alat 23	23

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu.....	3
Tabel 2.1 Spesifikasi NodeMCU	10
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor DHT11	12
Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor pH SKU SEN0161	14
Tabel 2.4 Fungsi pin pada LCD16x2.	17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidroponik merupakan cara bercocok tanam dengan memanfaatkan media pipa dan air sebagai tempat bercocok tanam. Hidroponik merupakan sistem atau metode bercocok tanam tanpa menggunakan media tanah. Metode bercocok tanam secara hidroponik telah dikembangkan menjadi sebuah sistem yang mampu berdiri sendiri maupun sistem bercocok tanam yang terhubung dengan sistem elektronik. Penggunaan sistem hidroponik dikarenakan berbagai faktor seperti keterbatasan lahan, variasi jenis tanaman dalam satu lahan dan ekosistem yang mudah dikendalikan.

Penggunaan media tanam hidroponik memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya adalah penggunaan lahan lebih efisien, kuantitas dan kualitas produksi lebih tinggi serta bersih, penggunaan pupuk dan air lebih efisien, pengendalian hama dan penyakit lebih mudah. Namun, kekurangannya adalah media tanam hidroponik membutuhkan ketelitian, ketelatenan, dan pemantauan secara terus menerus. Perubahan pH konduktivitas listrik pada nutrisi, suhu air, suhu udara, dan intensitas cahaya sangat mempengaruhi pertumbuhan khususnya tanaman sayur. Apabila, tidak teliti dan tidak dipantau

secara rutin serta berkala pertumbuhan tanaman akan terlihat tidak optimal sehingga dapat mempengaruhi kualitas dari tanaman.

Untuk membantu mengantisipasi terjadinya penurunan kualitas tanaman, olehkarena itu dapat memanfaatkan kemajuan teknologi yang sangat pesat. Adanya sistem yang lebih maju dapat digunakan sebagai media pengembangan dan pendukung sistem hidroponik yaitu dengan cara pemantauan tanaman dengan menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler. NodeMCU merupakan mikrokontroler yang berukuran lebih kecil dan sudah terdapat modul *WiFi* yang dapat terhubung ke internet. Sistem pemantauan media hidroponik dengan NodeMCU dapat dipantau melalui *Web Server* contohnya seperti *Thingier.io*.

Thingier.io merupakan *Web Server* yang dikhususkan untuk perancangan alat berbasis IoT (*Internet of Things*), sehingga dapat mempermudah pengguna media tanam hidroponik dalam memantau tanaman melalui jarak jauh.

Adapun tabel penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut :

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Kelebihan
Wahyu, 2008	Perancangan Aplikasi Sistem pakar untuk mendiagnosa defisiensi Nutrisi Tanaman Pada Hidroponik berbasis <i>web</i> (Skripsi).	Mempermudah pengguna dalam mencari solusi Menyimpan data dalam betuk waktu yang lama
Muthia, 2008	Pengaturan Suhu, Kelembaban, waktu pemberian nutrisi dan waktu pembuangan air untuk pola cocok tanam hidroponik berbasis ATmega 8535 (Skripsi).	Sensor yang digunakan mempunyai tingkat keakuratan yang baik karena nilai kesalahan yang rendah
Prisistian, 2015	Rancang Bangun Sistem Otomasi Hidroponik NFT (<i>Nutrient Film Technique</i>) (jurnal).	Sensor yang digunakan dapat berjalan dengan baik, dan memiliki nilai kesalahan yang rendah
Putranto, 2016	Rancang Bangun Sistem Otomasi Pemberian Nutrisi dan Pencahayaan untuk tahap penyemaian benih Selada Pada Hidroponik (Skripsi).	Nilai EC (<i>Electrical Conductivity</i>) yang dihasilkan dengan tingkat kesalahan sebesar 0,6178%
Prayitno, 2017	Sistem Monitoring Kelembaban dan pengendali penyiraman tanaman hidroponik menggunakan <i>blynk</i> Android (jurnal).	Sensor dapat bekerja dengan sangat baik <i>Ethernet Shield Micro Controller</i> yang terhubung dengan <i>blynk cloud</i> dan internet dapat diakses melalui aplikasi <i>blynk</i> pada <i>Android</i>

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat rancang bangun sistem pemantau suhu, kelembaban, dan pH pada media tanam hidroponik.
2. Mengetahui cara kerja sensor suhu, kelembaban, dan pH.
3. Mengetahui sistem komunikasi yang terjadi pada alat penelitian.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah membantu pengguna hidroponik dalam memantau suhu, kelembaban, dan pH, sehingga mempermudah akses pengguna melalui *Web Server*.

1.4 Perumusan Masalah

1. Bagaimana cara merancang sistem pemantau suhu, kelembaban, dan pH pada media tanam hidroponik.
2. Bagaimana memprogram NodeMCU ESP8266 agar dapat membaca suhu, kelembaban, dan pH yang selanjutnya akan dikirimkan ke *Thingier.io*.

1.5 Batasan Masalah

Adapun hal yang dibahas pada penulisan tugas akhir dibatasi pada :

1. Hanya membahas mengenai sensor suhu, kelembaban, dan pH pada hidroponik.

2. Tidak membahas hidroponik secara rinci.

1.6 Hipotesis

Alat yang dibuat berupa sistem pemantau suhu, kelembaban, dan pH pada hidroponik dengan NodeMCU sebagai kontrol yang dapat diakses melalui *Web*.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan penulisan dan pemahaman mengenai materi tugas akhir ini, maka tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab, yaitu :

BAB I. PENDAHULUAN

Memuat latar belakang, tujuan, manfaat, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori-teori yang mendukung sistem pemantau suhu, kelembaban, dan pH pada media tanam hidroponik dengan menggunakan NodeMCU berbasis *Web* .

BAB III. METODE PENELITIAN

Berisi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, garis besar metode yang diusulkan, serta diagram alir metode yang diusulkan.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan hasil penelitian, pembahasan, dan perhitungan kinerja metode yang diusulkan.

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

Memuat simpulan yang diperoleh dari hasil penelitian, dan saran – saran untuk pengembangan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Wahyu Adi Prayitno dengan judul sistem pengukuran suhu, kelembaban, dan pengendali penyiraman tanaman hidroponik dengan menggunakan *blynk android*. Sistem ini menggunakan Arduino Mega sebagai akuisisi data, dan aplikasi *blynk* sebagai alat bantu pemantauan.

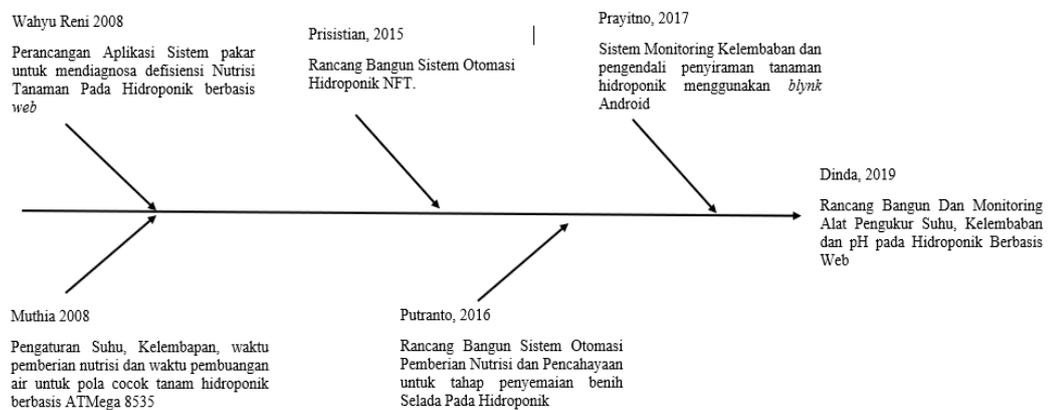
Tommy Dwi Putranto melakukan penelitian dengan judul sistem otomasi pemberian nutrisi dan pencahayaan untuk tahap penyemaian benih selada pada perkebunan Surabaya hidroponik. Sistem ini menggunakan Arduino sebagai kontroler, *cloud server* dan sensor EC (*Electrical Conductivity*).

Pristian Luthfy Romadoni melakukan penelitian tentang sistem otomasi hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*). Penelitian ini menggunakan kontroler Atmega328p yang terintegrasi dengan berbagai sensor. Sistem hidroponik ini antarlain digunakan untuk mengatur pompa, *led growlight*, sistem pemupukan, dan memberikan informasi suatu keadaan kepada pemilik hidroponik.

Wahyu Reni Kusumanin. melakukan penelitian tentang perancangan aplikasi sistem pakar untuk mendiagnosa defisiensi nutrisi tanaman pada hidroponik

pertanian berbasis *Web*. Penelitian ini menggunakan sistem pakar untuk memecahkan satu masalah, penelitian ini menggunakan aplikasi MYSQL untuk diakses melalui *Web*.

Muthia Diansari melakukan penelitian tentang Pengaturan suhu, kelembaban, waktu pemberian nutrisi, dan waktu pembuangan air untuk pola cocok tanam hidroponik berbasis mikrokontroler AVR ATmega8535. Penelitian ini menggunakan LM35 sebagai sensor suhu dan 808H5V5 sebagai sensor kelembaban.



Gambar 2.1 Diagram *Fishbone* Penelitian Terdahulu.

2.2 Hidroponik

Hidroponik atau dengan bahasa latin *hydro* yang berarti air dan *ponos* yang berarti kerja. Secara ilmiah hidroponik merupakan suatu cara budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah, akan tetapi menggunakan media *inert* seperti gravel, pasir, *peat*, vermikulit, *pumice* atau *sawdust*, yang diberikan larutan hara mengandung semua elemen *essensial* berguna untuk pertumbuhan dan perkembangan normal tanaman. Secara umum hidroponik adalah teknik

bercocok tanam dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman, atau dalam pengertian sehari-hari bercocok tanam tanpa tanah.

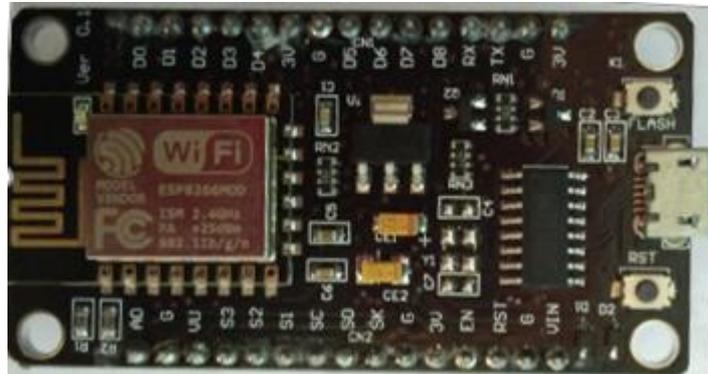
Adapun keuntungan dari penggunaan hidroponik adalah

1. Penggunaan lahan lebih efisien. Sistem hidroponik tidak memerlukan medium tanah tetapi medium lain, sehingga dalam pelaksanaannya sistem hidroponik lebih efisien dalam penggunaan lahan.
2. Kuantitas dan kualitas produksi lebih tinggi dan lebih bersih. Produk yang dihasilkan dari sistem hidroponik kualitas dan kuantitasnya lebih terjamin karena kita bisa mengontrol kebutuhan nutrisi dan kondisi lingkungan tanaman sehingga pertumbuhannya lebih optimal.
3. Penggunaan pupuk dan air lebih efisien. Pada budidaya tanaman dengan sistem hidroponik, pemberian air dan pupuk memungkinkan dilaksanakan secara bersamaan. Manajemen pemupukan (*fertilization*) dapat dilaksanakan secara terintegrasi dengan manajemen irigasi (*irrigation*) yang mengakibatkan penggunaan pupuk dan air lebih efisien.
4. Pengendalian hama dan penyakit lebih mudah. Pengendalian hama dan penyakit lebih mudah karena kita bisa mengontrol kondisi dari tanaman (Tulniza, 2017).

2.3 NodeMCU ESP-12E

NodeMCU ESP-12E merupakan mikrokontroler yang telah terintegrasi dengan modul *WiFi* dan termasuk jenis ESP8266, tipe yang digunakan yaitu ESP-12E berbasis *firmware eLua*. Pada NodeMCU juga sudah dilengkapi dengan tombol *reset*, *flash*, dan memiliki IC regulator 3.3V bertipe AMSI 117 agar dapat

bekerja dengan tegangan masukan lebih dari 5 V. NodeMCU menggunakan bahasa pemrograman *eLua* yang merupakan paket dari modul ESP8266.

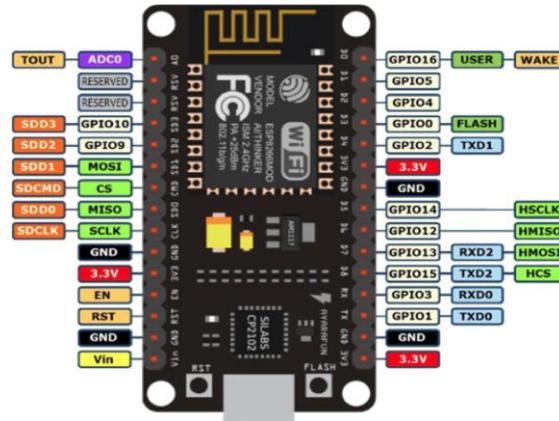


Gambar 2.2 NodeMCU ESP-12E.

Tabel 2.1 Spesifikasi NodeMCU

Spesifikasi	Versi NodeMCU	
	Versi 0.9	Versi 1.0
Vendor Pembuat	Amica	Amica
Tipe ESP8266	ESP12	ESP-12E
USB port	Micro USB	Micro USB
GPIO Pin	11	13
ADC	1 pin (10 bit)	1 pin (10 bit)
USB to Serial Converter	CH340G	CP2102
Power Input	5 Vdc	5 Vdc
Ukuran Modul	47 x 31 mm	47 x 24 mm

NodeMCU dikembangkan oleh vendor Amica dan mikrokontroler ini juga dapat diprogram melalui Arduino IDE dengan *library* ESP8266, sehingga dapat mudah diprogram dengan bahasa pemrograman Arduino digunakan untuk proyek *IoT*. Pada tabel 2.1 bahwa ESP-12E memiliki ADC 10 bit dengan hanya 1 *input* olehkarena itu dibutuhkan *multiplexer* untuk membaca masukan analog lebih dari satu. *Input* analog pada ESP-12E ini memiliki tegangan maksimal 3.3 Volt, Namun pada konverter dari PC ke ESP-12E menggunakan IC CP2102 dan tegangan kerjanya 5 VDC (NodeMCU, 2018).



Gambar 2.3 Blok Diagram NodeMCU ESP-12E (NodeMCU, 2018).

Berdasarkan pada Gambar 2.3 memiliki keterangan sebagai berikut:

- a. RST : *Reset*
- b. EN : *Chip Enable (Active High)*
- c. Cs : *Chip selection*
- d. MISO : *Main Input Slave Output*
- e. MOSI : *Main Output Slave Input*
- f. SCLK : *Clock*
- g. GND . : *Ground*

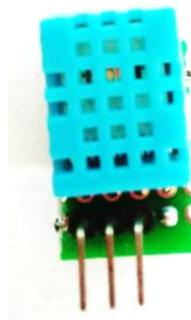
2.4 Sensor

Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya, dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut.

2.5 Sensor DHT11

Sensor suhu dan kelembaban terkadang didesain terpisah, namun karena banyaknya peneliti memerlukan kedua sensor tersebut secara bersamaan maka beberapa produsen sensor memproduksi 1 buah alat sensor dan bisa mengukur kedua parameter tersebut. Sensor suhu dan kelembaban tersebut adalah DHT11. DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara

di sekitarnya. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. DHT11 memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP (*One Time Programming*) program *memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka modul ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. DHT11 termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interferensi. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban (Syam, 2013).



Gambar 2.4 Sensor DHT11

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor DHT11

Spesifikasi	Keterangan
<i>Supply voltage</i>	+ 5 V
<i>Temperature Range</i>	0-50 °C error of ± 2 °C
<i>Humidity</i>	20-90% RH error $\pm 5\%$
<i>Interface</i>	Digital
Kabel Konektor	3 pin

2.6 Sensor pH

Derajat keasaman atau pH digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. Tingkat keasaman normal

memiliki nilai 7 sementara bila nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $\text{pH} < 7$ menunjukkan keasaman. Derajat Keasaman pada $\text{pH} 0$ menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan $\text{pH} 14$ menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus. Pada keadaan asam, kertas lakmus biru menjadi merah dan pada keadaan basa kertas lakmus merah menjadi biru. Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang berkerja berdasarkan prinsip elektrolit / konduktivitas suatu larutan. Sistem pengukuran pH mempunyai tiga bagian yaitu elektroda pengukuran pH, elektroda referensi dan alat pengukur impedansi tinggi. Istilah pH berdasarkan dari “p”, lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H”, lambang kimia dari unsur Hidrogen. Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antar larutan yang terdapat di dalam elektroda gelas (membran gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat di luar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan *ion hydrogen* yang ukurannya *relative* kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektro kimia dari *ion hydrogen*. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan elektroda pembanding. Sebagai catatan alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan.

Pada perencanaan sensor derajat kesamaan (pH), sensor pH yang akan digunakan adalah jenis *electroda* (SKU: SEN0161) dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor pH SKU SEN0161

Spesifikasi	Keterangan
<i>Module Power</i>	5 V
<i>Module size</i>	43mm x 32mm
<i>Measuring range</i>	0 -14 pH
<i>Measuring temperatur</i>	0 – 60 °C
<i>Accuracy</i>	± 0,1 pH (25°C)
<i>Response Time</i>	< 1 min
pH sensor with BNC Connector	
pH 2,0 Interface (3 foot patch)	
Gain Adjusment Potentio meter	
Power Indicator LED	

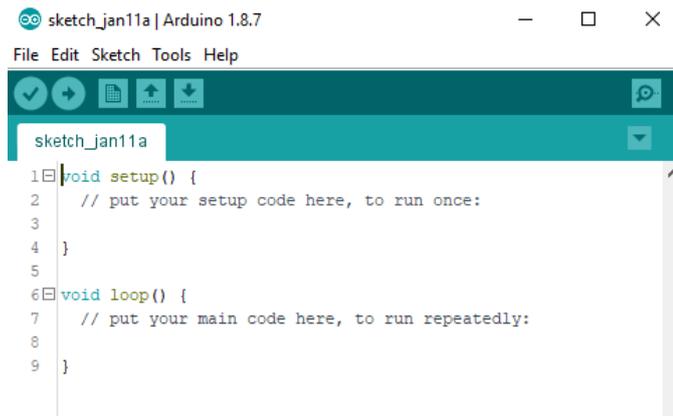
Pada Gambar 2.5 merupakan sensor pH SKU: SEN0161. Sensor pH ini akan digunakan untuk pengukuran derajat keasaman cairan yang diuji untuk menentukan apakah cairan dalam kondisi normal, basa, atau asam (Ngafifuddin, 2017).



Gambar 2.5 Sensor pH meter SEN0161 (Robot Wiki, 2014).

2.7 Arduino IDE (*Integrated Development Enviroment*)

IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*. Berikut ini adalah tampilan dari IDE :



Gambar 2.6 Tampilan Arduino IDE.

2.8 IoT (*Internet of Things*)

IoT merupakan konsep teknologi dimana suatu objek menerapkan pengirim data antar objek melalui jaringan internet tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia.

Konsep dengan sistem monitoring melalui internet memungkinkan pengguna untuk menghubungkan, mengontrol, dan memantau sistem secara langsung melalui internet. Pemantauan harus memberikan informasi yang diperlukan oleh pengguna, informasi harus terdapat dengan konsep SMART (*Specific, Measurable, Attainable, Relevant, Time-bound*) atau dapat diartikan yaitu spesifik, terukur, dapat diperoleh, relevan, dalam rentang waktu (Z. pei, 2010).

2.9 *Thinger.io*

Thinger.io adalah *platform open source* untuk aplikasi IoT (*Internet of Things*) yang mendukung REST-API (*Representational State Transfer – Applications Programming Interface*) untuk mengendalikan perangkat akhir, menghemat

bandwidth saat transmisi data, penemuan otomatis API, yang memungkinkan untuk menghubungkan dan mengelola perangkat *IoT*.

Perangkat ini memungkinkan menghubungkan hampir semua mikrokontroler ke *platform cloud Thinger.io* dengan aplikasi *WiFi*, *ethernet*, GSM, GPRS dan sebagainya. Pengontrolan mikro seperti ESP8266, ESP32, CC3200, *Raspberry Pi*, *Intels Edison Board*, *LinkIt One Board*, dan juga Arduino dengan pelindung *WiFi*, *ethernet shield*, dan lain lain yang dapat dihubungkan ke *platform cloud open source* ini. *Platform* ini menyediakan beberapa layanan seperti, menampilkan statistik untuk koneksi perangkat, transmisi data, menampilkan dashboard waktu nyata untuk perangkat yang terhubung, memungkinkan komunikasi pihak ketiga (Kodali, 2017).



Gambar 2.7 *Thinger.io*.

2.10 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD merupakan media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD dapat menampilkan Gambar dikarenakan terdapat banyak titik cahaya yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik cahaya. Namun kristal cair tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya dalam perangkat sebuah LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair. Titik cahaya akan membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul sehingga hanya beberapa warna yang diteruskan sedangkan warna lainnya tersaingi.

Tabel 2.4 Fungsi pin pada LCD16x2.

No	Simbol	Level	Fungsi
1	Vss	-	0 Volt
2	Vcc	-	5+10% Volt
3	Vee	-	Penggerak LCD
4	RS	H/L	H = Memasukan data L = Memasukan Ins
5	R/W	H/L	H = Membaca L = Menulis
6	E	-	<i>Enable Signal</i>
7	DB0	H/L	Data Bus
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	
15	V+BL	-	Kecerahan LCD
16	V-BL	-	

2.11 I²C (*Inter Integrated Circuit*)

I²C (*Inter Integrated Circuit*) merupakan standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I²C (*Inter Integrated Circuit*) terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I²C dengan pengontrolnya serta *pull up* resistor yang digunakan untuk transfer data antar perangkat .

Pada LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2 yang dilengkapi dengan I²C sistem komunikasi hanya memerlukan 4 kabel. Modul I²C juga dilengkapi dengan potensiometer yang berfungsi untuk mengatur kontras cahaya dengan memutar searah jarum jam untuk mendapatkan tampilan yang diinginkan (Yusuf, 2016).



Gambar 2.8 LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2 bagian depan.



Gambar 2.9 LCD (*Liquid Cristal Display*) dengan I²C bagian belakang.

2.12 LED (*Light Emitting Diodes*)

LED adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya tidak monokromatik yang tidak koheren jika diberi tegangan searah atau bisa diartikan sebagai dioda yang dapat memancarkan cahaya apabila dialiri arus listrik.

Semikonduktor merupakan material yang dapat bertindak sebagai konduktor (penghantar arus listrik) dan isolator (penahan arus listrik). Sedangkan dioda adalah bahan semikonduktor yang terdiri dari *N-type* material dan *P-type* material yang saling terhubung di kedua ujungnya terdapat elektroda (Kurniawati, 2008).



Gambar 2.10 LED (*Light Emitting Diodes*).

2.13 Wireshark

Wireshark merupakan *software* untuk melakukan analisa aktivitas jaringan komputer yang memiliki fungsi-fungsi yang berguna bagi profesional jaringan, administrator, peneliti, hingga pengembang piranti lunak jaringan. *Tools* dapat bekerja secara *real-time* dalam menangkap paket-paket data/informasi yang berjalan dalam jaringan. Semua jenis paket informasi dalam berbagai format protokol akan dengan mudah ditangkap dan dianalisa (Teuku, 2015).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dan pembuatan tugas akhir dilaksanakan Februari 2019 sampai Agustus 2019, bertempat di Laboratorium Teknik Elektronika, dan Inkubator Bisnis.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

A. Perangkat Keras

1.	NodeMCU	1 Buah
2.	Sensor pH	1 Buah
3.	Sensor DHT11	1 Buah
4.	Hidroponik	1 Buah
5.	Laptop	1 Buah
6.	LED (<i>Light Emitting Diodes</i>)	2 Buah
7.	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) 16 x 2	1 Buah
8.	<i>Power Supply</i>	1 Buah

B. Perangkat Lunak

1. Arduino IDE
2. *Thinger.io*

3.3 Spesifikasi Alat

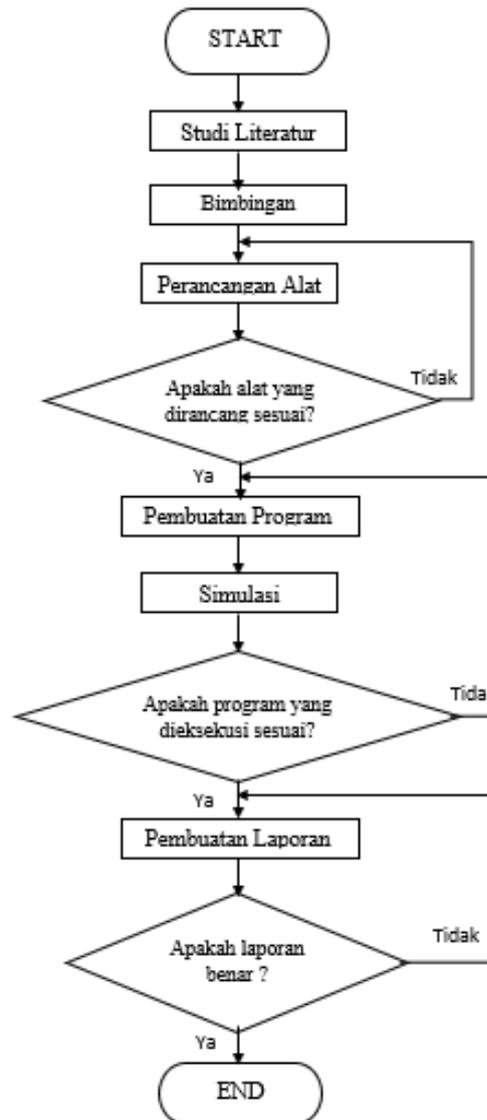
1. NodeMCU sebagai modul *WiFi* dan kontrol sistem
2. Hidroponik sebagai media tanam .
3. Sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban.
4. Sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman air pada media tanam hidroponik
5. LCD (*Liquid Crystal Display*) sebagai media penampil data yang dibutuhkan
6. LED (*Light Emitting Diodes*) sebagai indikator pengingat

3.4 Metode Penelitian

Adapun penelitian ini dilakukan dengan tahapan, sebagai berikut:

3.4.1 Diagram Alir Penelitian

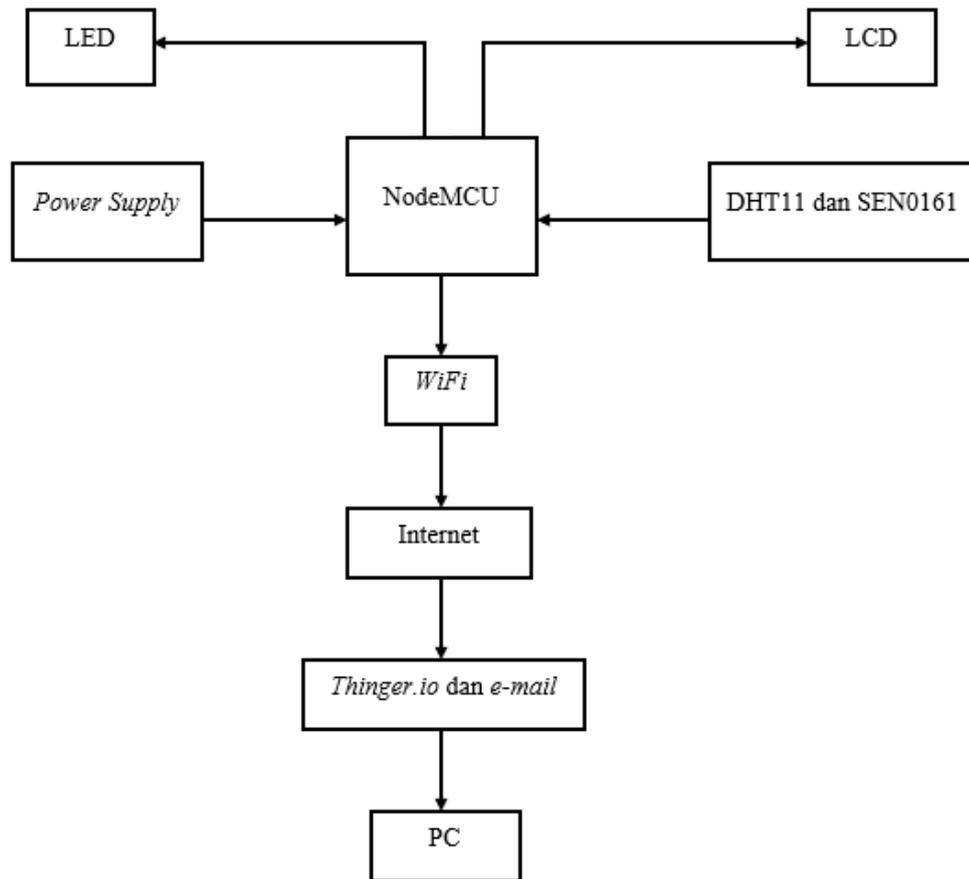
Adapun diagram alir penelitian akan dituliskan seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4.2 Diagram Blok Perancangan Alat

Adapun diagram Blok perancangan alat adalah, sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Alat

Perancangan alat akan dimulai setelah semua komponen tersedia, adapun komponen yang diperlukan tertera pada alat dan bahan. Sistem yang dirancang terdiri atas pengiriman informasi berupa suhu, kelembaban, dan pH, serta penerima informasi yang kemudian akan ditampilkan pada *Thingier.io*.

Alat pemantau membutuhkan *power supply* dengan keluaran 5V, yang terhubung dengan NodeMCU ESP8266 yang sudah terangkai dengan sensor DHT11 dan SEN0161. Kemudian rangkaian tersebut diberikan masukan berisi

program yang dapat menjalankan informasi. NodeMCU yang sudah berisi program dihubungkan dengan *WiFi* sehingga data akan tampil pada *Thingier.io* dan LCD yang memungkinkan untuk dipantau secara jarak jauh. Pengaturan untuk tampilan *Thingier.io* yang diperlukan adalah *device*, *dashboard*, dan data *buckets*. Setelah terhubung dan diatur data akan ditampilkan melalui *dashboard* dalam bentuk grafik, kemudian data akan disimpan pada data *buckets*. Selanjutnya alat pemantau suhu, kelembaban, dan pH dipasang pada hidroponik serta pengguna dapat memantau suhu, kelembaban, dan pH hidroponik jarak jauh. Alat pemantau mempunyai indikator peringatan berupa LED dan *e-mail*. LED berwarna hijau digunakan untuk memberi peringatan apabila tingkat keasaman $>8,00$, sedangkan untuk LED berwarna biru digunakan untuk memberi peringatan apabila suhu $>40^{\circ}\text{C}$. Pada sistem peringatan melalui *e-mail* dibagi menjadi 3 kondisi dimana kondisi 1 yaitu tingkat keasaman $>8,00$ dan suhu $>40^{\circ}\text{C}$. Kondisi 2 yaitu tingkat keasaman $<8,00$ dan suhu $>40^{\circ}\text{C}$. Kondisi 3 yaitu tingkat keasaman $>8,00$ dan suhu $<40^{\circ}\text{C}$. Sistem peringatan melalui *e-mail* akan mengirimkan pesan masuk kepada pengguna hidroponiknya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Telah terealisasi sistem pemantau suhu, kelembaban, dan pH pada media tanam hidroponik dengan NodeMCU yang dapat dipantau melalui *Web* dan LCD.
2. Sistem peringatan pada penelitian ini menggunakan LED dan *e-mail*, ketika kondisi suhu $>40\text{ }^{\circ}\text{C}$ maka LED biru akan menyala dan ketika kondisi pH $>8,00$ maka LED hijau akan menyala begitu pula dengan sistem peringatan melalui *e-mail*.
3. Dalam pengiriman data didapatkan waktu tunda sebesar 1 detik, hal ini dikarenakan koneksi pada jaringan yang terhubung pada alat pemantau.

5.2 Saran

Adapun saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Pada Penelitian selanjutnya disarankan untuk dapat dikembangkan dengan sistem kontrol pada suhu dan pH, sehingga mempermudah jika terjadi kondisi yang tidak stabil pada media tanam hidroponik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfanizar, Ibnu. Rahayu, Yusnita. 2018. *Perancangan dan Pembuatan Alat Home Electricity Based Home Appliance Controller berbasis Internet Of Things*. JomFTeknik Vol. 5, 1 April.
- Diansari, Muthia. 2008. *Pengaturan Suhu, Kelembaban, Waktu Pemberian Nutrisi, dan Waktu Pembuangan Air untuk Pola Cocok Tanam Hidroponik berbasis Mikrokontroler AVR ATMEGA8535* [Skripsi]. Universitas Indonesia.
- Diansyah, Mohd, Teuku. 2015. *Analisa Pencegahan Aktivitas Ilegal di dalam Jaringan Menggunakan Wireshark*. TIMES Vol.IV, No.2.
- Kodali, Rafi. Kishore. Mahes, Shirshir. Kopolwar. 2017. *Smart Emergency Response System, Department of Electronics and Communications Engineering National Institute of Technology Waranga*. India.
- Kurniawati, Lia. 2008. *Pengaruh Pencahayaan LED Terhadap Suasana Ruang Café dan Restoran*. Universitas Indonesia.
- Ngafifuddin, Muchamad. Susilo, Sunarno. 2017. *Penerapan Rancang Bangun pH meter Berbasis Arduino Pada Mesin Pencuci film Radiografi sinar x*. J Sains Dasar 6 (1), halaman 66—70.

- NodeMCU, 2018. Datasheet NodeMCU ESP 12E (diakses pada tanggal 16 Januari 2019). <https://NodeMCU.readthedocs.io/en/master/>.
- Prayitno, W.A. Mutaqqin, Adharul. Syauqy, Dahnia. 2017. *Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik Menggunakan Blynk Android*. Pengembangan teknologi informasi dan ilmu komputer Vol.1, 4 April.
- Putranto, Dwi, T. Rohman, Fathur. 2016. *Rancang Bangun Sistem otomasi Pemberian Nutrisi dan pencahayaan untuk tahap penyemaian benih selada pada perkebunan surabaya hidroponik* [Skripsi]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rahayu, Kusumaning, Reny, Wahyu. 2008. *Perancangan Aplikasi Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Defisiensi Nutrisi Tanaman pada Hidroponik Pertanian berbasis Web* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Malang.
- Robot Wiki, 2014. Datasheet pH Meter (diakses pada tanggal 2 Februari 2019). [https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter\(SKU:_SEN0161\)](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161)).
- Romadoni, Luthfi. Prisistian. 2015. *Rancang Bangun Sistem Otomasi Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique)*. E-proceeding of Applied Science Vol.1, 1 April.
- Syam, Rafiuddin. 2013. *Dasar Dasar Teknik Sensor* [Buku]. Universitas Hasanudin Makassar. Penerbit Fakultas Teknik.
- Yusuf, Muhammad, Dede. 2016. *Alat Pendeteksi Kadar Keasaman Sari Buah, soft drink, Dan Susu Cair menggunakan Sensor pH berbasis*

Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328 [Skripsi]. Politeknik Negri
Sriwijaya.

Z. Pei, L. Fangxing dan B. Navin. 2010. *Next-Generation Monitoring,
Analysis, and Control for the Future Smart Control Center*. IEEE.