

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING IKLIM MIKRO PADA
BUDIDAYA TANAMAN HORTIKULTURA MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

(Skripsi)

Oleh

YESI ERIKA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

DESIGN OF MICRO CLIMATE MONITORING SYSTEM FOR CULTIVITE OF CROPS USING ARDUINO MEGA 2560 MICROCONTROLLER BASED INTERNET OF THINGS (IoT)

By

YESI ERIKA

Microclimate factors affect the cultivation of horticultural crops such as chili plants, because microclimate interact directly with plants and media, such as temperature, humidity, and soil moisture. At present, the constraint faced by farmers in chili cultivation is the lack of farmers' ability to monitor climate change. This study aims to design micro climate monitoring on the growth of pepper plants using microcontroller by utilizing internet of things (IoT) system in its data delivery system.

The research was conducted in November 2017 - May 2018 at Agricultural Power and Agricultural Machinery Laboratory and greenhouse Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, University of Lampung. This research begins with chili planting stage, tool programming, data transmission temperature, humidity, and soil moisture. The working mechanism of this tool design records data every once an hour. The recorded data is processed by the

microcontroller and delivered to the online database using the Arduino Ethernet Shield connected to the modem.

The results showed that the design of monitoring using internet of things (IoT) system has functioned well, through the taking of 567 data sent to the website. The accuracy obtained is 94%. Quota fees used when shipping costs Rp. 7,086, with the speed of delivery on the LCD and to the website that is 1.5 minutes. Monitoring results are displayed on the Monitoringcabai.weebly.com website.

Keywords: internet of things, microclimate, microcontroller, monitoring, pepper plant.

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING IKLIM MIKRO PADA BUDIDAYA TANAMAN HORTIKULTURA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560 BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)

Oleh

YESI ERIKA

Faktor iklim mikro berpengaruh pada budidaya tanaman hortikultura seperti tanaman cabai, dikarenakan iklim mikro berinteraksi langsung terhadap tanaman dan medianya, seperti suhu, kelembaban, dan kelengasan tanah. Saat ini, kendala yang dihadapi petani dalam pembudidayaan tanaman cabai adalah kurangnya kemampuan petani dalam memonitoring perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan monitoring iklim mikro pada pertumbuhan tanaman cabai menggunakan mikrokontroler dengan memanfaatkan sistem *internet of things* (IoT) dalam sistem pengiriman datanya.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2017- Mei 2018 di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian dan *greenhouse* Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dimulai dengan tahap penanaman cabai, pemrograman alat, pengiriman data suhu, kelembaban, dan kelengasan tanah. Mekanisme kerja rancangan alat ini merekam

data setiap satu jam sekali. Data yang terekam diolah oleh mikrokontroler dan dikirimkan ke *database online* menggunakan Arduino *Ethernet Shield* yang terhubung dengan modem.

Hasil penelitian menunjukkan rancang bangun monitoring menggunakan sistem *internet of things* (IoT) telah berfungsi dengan baik, melalui pengambilan 567 data yang terkirim ke *website*. Akurasi yang diperoleh adalah 94%. Biaya kuota yang terpakai saat pengiriman mengeluarkan biaya sebesar Rp. 7.086, dengan kecepatan pengiriman pada LCD dan ke *website* yaitu 1,5 menit. Data hasil monitoring ditampilkan pada *website Monitoringcabai.weebly.com* .

Kata kunci : *internet of things*, iklim mikro, mikrokontroler, monitoring, tanaman cabai.

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING IKLIM MIKRO PADA
BUDIDAYA TANAMAN HORTIKULTURA MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

Oleh

YESI ERIKA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

Jurusan Teknik Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING IKLIM MIKRO PADA BUDIDAYA TANAMAN HORTIKULTURA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)**

Nama Mahasiswa : **Yesi Erika**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1414071101

Jurusan/ PS : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



Ir. Budianto Lanya, M.T.
NIP 19580523 198603 1 002

Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.
NIP 19880325 201504 1 001

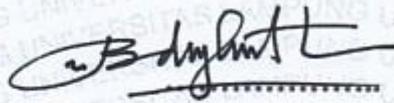
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002

MENGESAHKAN

I. Tim Penguji

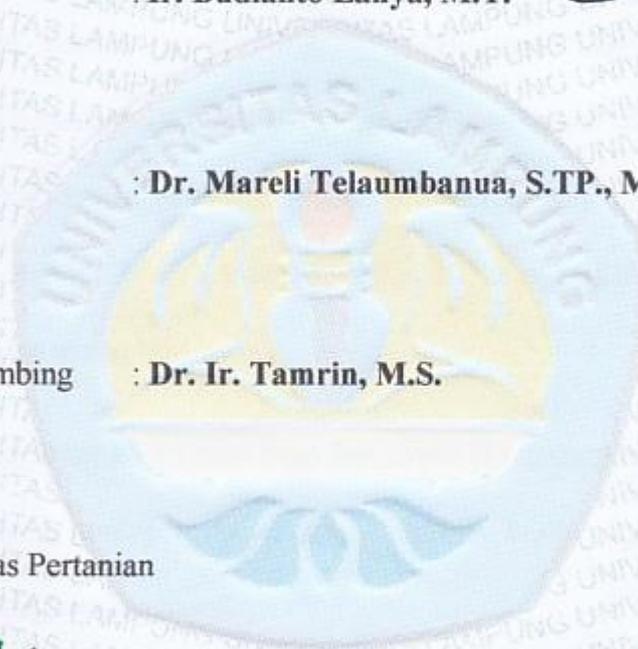
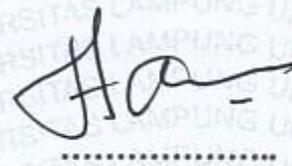
Ketua : Ir. Budiarto Lanya, M.T.



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



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Tamrin, M.S.**



Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Juli 2018

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Yesi Erika** NPM **1414071101** Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh komisi pembimbing, 1) Ir. Budianto Lanya, M.T. dan 2) Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc. berdasarkan informasi dan pengetahuan yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil dari beberapa sumber (jural, internet, buku, dll) 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,

Yang membuat pernyataan



(Yesi Erika)

NPM. 1414071101

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Gisting pada tanggal 01 Juli 1996, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Hermansyah dan Ibu Lis Hayati.

Penulis menempuh pendidikan taman kanak-kanak di TK Aisyiyah Bustanul Athfal Talang Padang dan

lulus pada tahun 2002. Pendidikan dilanjutkan di SD Negeri 1 Banding Agung pada tahun 2002 dan diselesaikan pada tahun 2008. Penulis menyelesaikan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Talang Padang pada tahun 2011 dan sekolah menengah atas diselesaikan di SMA Negeri 1 Pringsewu pada tahun 2014.

Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten mata kuliah Perbengkelan. Penulis aktif di organisasi kemahasiswaan Perhimpunan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) sebagai Bendahara Bidang Pengabdian Masyarakat pada tahun 2015 dan menjabat sebagai Sekertaris Bidang Pengabdian Masyarakat pada tahun 2016 serta menjadi

Dewan Pembina pada tahun 2017. Penulis pernah menjadi anggota PKM-T yang didanai oleh DIKTI pada tahun 2016.

Pada tahun 2017, penulis melaksanakan Praktik Umum di Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung Desa Pasir Jambu Provinsi Jawa Barat dengan judul "Uji Kinerja Alat Pemetik Teh *Electric Hand Tea Plucking Machine* MFG Di Pusat Penelitian Teh Dan Kina Gambung" selama 30 hari mulai tanggal 17 Juli sampai 18 Agustus 2017. Pada tahun 2018 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik periode I tahun 2018 di Desa Mekar Jaya Kecamatan Sribawono Kabupaten Lampung Timur selama 40 hari.

Kupersembahkan karya ini untuk :

Papaku Hermansyah

Mamaku Lis Hayati

Adik- adikku Rani Septiani dan Fahmi

Hidayat.

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam penyusunan skripsi ini.

Skripsi yang berjudul “**Rancang Bangun Sistem Monitoring Iklim Mikro Pada Budidaya Tanaman Hortikultura Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Berbasis *Internet of Things (IoT)***” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.TP) di Universitas Lampung.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, doa, semangat, bimbingan, motivasi, dan dukungan berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Budianto Lanya, M.T. selaku pembimbing pertama sekaligus pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan saran sehingga terselesaikanya skripsi ini.

3. Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc. selaku pembimbing dua yang telah memberikan berbagai masukan, bimbingan, dan motivasinya dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku pembahas yang telah memberikan saran dan masukan selama penyusunan skripsi ini.
5. Dr.Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian.
6. Mama dan papa serta adik adikku atas doa dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Keluarga Teknik Pertanian angkatan 2014 dan seluruh civitas akademika Jurusan Teknik Pertanian.
8. Finsha alfani putra yang telah memberikan dukungan, semangat, dalam penyelesaian skripsi ini
9. M. Adita putra, Ferdy indra sasongko serta pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga penyelesaian skripsi ini dapat bermanfaat dan semoga seluruh amal baik yang telah diberikan oleh semua pihak kepada penulis mendapatkan balasan pahala dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Sangat diharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dalam hal penyempurnaan Skripsi ini.

Bandar Lampung, 2018

Penulis,

Yesi Erika

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Cabai.....	6
2.2. Syarat Tumbuh Cabai	7
2.3. Sistem Monitoring via Internet.....	8
2.4. Mikrokontroler	10
2.5. Sensor Suhu dan Kelembaban.....	14
2.6. Sistem Transmisi Data.....	15
2.7. <i>Internet of Things</i>	16
2.8. Kadar Air.....	17
2.9. Kalibrasi	19
III. METODE PENELITIAN.....	20

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2. Alat dan Bahan	20
3.3. Prosedur Penelitian.....	20
3.4. Kriteria Desain	22
3.5. Sistem Transmisi Data.....	22
3.6. Perancangan Fungsional.....	23
3.6.1. Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	23
3.6.2. Real Time Clock dan Data Logger.....	24
3.6.3. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD).....	24
3.6.4. <i>Arduino Ethernet Shield</i>	24
3.6.5. Router	24
3.6.6. Modem GSM.....	25
3.7. Skematik Rangkaian Alat.....	25
3.8. Proses Pelaksanaan.....	30
3.9. Analisis Data	31
3.9.1 Perhitungan Jumlah Kuota	32
3.9.2. Akurasi Data.....	32
3.9.3. Kecepatan Pengiriman Data	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Otomatisasi dan Akurasi Data.....	34
4.1.1. Mikrokontroler	35
4.1.2. Sensor Suhu dan Kelembaban.....	36
4.1.3. Sensor Kelengasan Tanah	37
4.1.4. Sensor Infra Merah.....	38
4.1.5. <i>Real Time Clock</i> (RTC).....	39
4.1.6. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD).....	39
4.1.7. SD Card	40
4.1.8. <i>Arduino Ethernet Shield</i>	41
4.1.9. <i>Router</i>	41
4.1.10. Modem	42
4.2. Manfaat <i>Internet of Things</i>	43
4.3. Pengujian Rancangan Alat	45
4.4. Sistem Transmisi Data.....	45
4.4.1. Google Form	46
4.4.2. Google Spreadsheets	48

4.4.3. Google Drive	49
4.4.4. <i>Application Programming Interface</i> (API) Pushingbox	50
4.4.5. <i>User Interface</i> Penampil Data	52
4.5. Pengujian Sistem Transmisi Data.....	53
4.5.1. Perhitungan Jumlah Kuota	53
4.5.2. Akurasi Data Pengiriman	57
4.5.3. Kecepatan Pengiriman.....	61
V. SIMPULAN DAN SARAN	66
5.1. KESIMPULAN	66
5.2. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN.....	71
Gambar 23-39.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi Sensor DHT22	15
2. Jumlah Data Terkirim	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Arduino Mega 2560	12
2.	Diagram Alir Penelitian	21
3.	Diagram Alir Sistem Transmisi Data.....	27
4.	Skematik rangkaian komponen alat	28
5.	Sistem aliran transmisi data	29
6.	Rancangan <i>Greenhouse</i>	31
7.	Perancangan Sistem Otomatisasi Data.....	35
8.	Sensor DHT22.....	37
9.	Sensor kelengasan tanah	38
10.	Sensor inframerah	39
11.	<i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	40
12.	Arduino <i>Ethernet Shield</i>	41
13.	Router.....	42
14.	Modem	43
15.	Manfaat <i>Internet of Things</i>	44
16.	Jendela Google Form	48
17.	Jendela Google Spreadsheet.....	49
18.	Jendela Layanan Pushingbox	51
19.	Tampilan UI <i>website</i> Kontrol Cabai	52

20. Grafik jumlah data perhari	56
21. Data Terekam di MikroSD.....	58
22. Data yang terkirim ke <i>website</i>	59
23. <i>Mainboard</i>	60
24. Kecepatan pengiriman pagi hari.....	62
25. Kecepatan pengiriman siang hari	62
26. Kecepatan pengiriman sore hari.....	63
27. Kecepatan pengiriman keseluruhan	64
<i>Lampiran</i>	
28. <i>Greenhouse</i>	72
29. Tanaman cabai	72
30. Alamat Google Form	73
31. Jendela Google form	73
32. Lembar Kerja Google Spreadsheet	74
33. Jendela Pushingbox.....	75
34. Kode <i>Link</i> pada Form.....	75
35. DeviceID pada Pushingbox.....	76
36. Program Arduino yang tersambung <i>website</i>	77
37. Halaman Pengaturan Metode Embed.....	77
38. Halaman Alamat <i>Link</i>	78
39. Jendela weebly	79
40. Halaman pada weebly	79
41. Cara mengedit data pada weebly	80
42. Pengaplikasian embed pada weebly.....	80
43. Kode embed pada weebly	81

44. Tampilan data pada weebly..... 81

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Budidaya tanaman hortikultura merupakan salah satu subsektor pertanian yang potensial dalam memberikan kontribusi yang besar terhadap pembangunan ekonomi. Tanaman hortikultura memegang peranan penting dalam sumber pendapatan petani, perdagangan, maupun penyerapan tenaga kerja. Komoditas tanaman hortikultura di Indonesia dapat dibagi menjadi empat kelompok besar, yaitu tanaman buah-buahan, tanaman sayuran, tanaman biofarmaka, dan tanaman hias (Harpenas dan Dermawan, 2010).

Cabai merupakan kelompok komoditas hortikultura yang tergolong dalam sayuran buah yang banyak dibudidayakan oleh petani. Besarnya kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri menjadikan cabai sebagai komoditas yang banyak diminati untuk dibudidayakan. Cabai merupakan salah satu komoditas hortikultura yang mengalami fluktuasi harga yang tinggi. Banyaknya kebutuhan yang memanfaatkan cabai sebagai pengolah makanan untuk kebutuhan bumbu masakan, industri makanan, dan obat-obatan. Oleh karena itu tanaman cabai merupakan salah satu sayuran buah yang memiliki peluang bisnis yang baik untuk dibudidayakan (Harpenas dan Dermawan, 2010).

Tanaman cabai (*Capsicum annum*) dalam klasifikasi tumbuhan termasuk ke dalam *family Solanaceae*. Cabai dapat dibedakan menjadi dua kelompok besar yaitu cabai besar (*Capsicum annum*) yang terdiri dari cabai merah (*C. annum var. longum*), cabai hijau, cabai dieng, cabai keriting dan paprika, serta cabai kecil/ rawit (*Capsicum frutescens*) yang terdiri dari cabai rawit putih/ cabai cengek, cabai rawit hijau/ cengis dan ada juga cengis yang berukuran besar yang dinamakan lombok japlak (Setiadi, 2012).

Pembudidayaan tanaman cabai membutuhkan perawatan yang baik, agar tidak menyebabkan pertumbuhan yang lambat atau bahkan mati. Budidaya tanaman cabai sebaiknya mempertimbangkan kondisi iklim mikro yang sesuai dengan syarat tumbuh. Faktor iklim mikro meliputi, suhu, intensitas cahaya matahari, kelembaban udara, dan kelengasan tanah sebagai syarat tumbuh tanaman.

Iklim mikro berpengaruh terhadap laju pertumbuhan, perkembangan tanaman, perkembangan hama, dan penyakit. Hal ini dikarenakan iklim mikro berinteraksi langsung terhadap tanaman dan medianya, seperti suhu, kelembaban, dan kandungan air tanah (Handoko,1994).

Saat ini, kendala yang dihadapi petani dalam pembudidayaan tanaman cabai adalah kurangnya kemampuan petani dalam memonitoring perubahan iklim. Perubahan iklim seperti suhu, kelembaban, dan kelengasan tanah yang tidak menentu dapat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman, sehingga dapat merugikan para petani itu sendiri (Setiawati, 2013). Oleh karena itu, dibutuhkan sistem monitoring terhadap perubahan iklim khususnya iklim mikro pada tanaman cabai.

Sistem monitoring berguna untuk mengetahui kondisi tanaman secara otomatis dan *realtime*. Hal ini juga dapat mempermudah petani dalam melakukan proses pengontrolan area lahan pertanian. Selain itu, pada sistem monitoring data yang terekam dapat disimpan dengan aman serta dapat diakses kapan dan dimana saja ketika dibutuhkan.

Menurut penelitian Yahwe (2016) monitoring tanaman berdasarkan kelembaban tanah melalui SMS berbasis mikrokontroler merupakan salah satu cara yang dapat digunakan dalam hal mengawasi serta merawat tanaman tetap dalam kondisi yang baik. Sistem monitoring otomatis dapat mengefisienkan waktu dan tenaga pemilik tanaman dalam melakukan aktivitasnya tanpa mengurus langsung tanaman yang dimiliki. Pada penelitian ini, sistem monitoring yang dilakukan adalah melalui *website* atau saat ini lebih dikenal dengan teknologi *Internet of things* (IoT)

Internet of Things atau IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, dan tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif (Setiawan, 2016). Teknologi IoT dapat memudahkan dalam hal monitoring atau pembacaan kondisi suatu variabel dalam suatu tempat. Salah satunya dapat diterapkan dalam bidang pertanian, terutama bagi negara-negara yang memiliki potensi pada produksi pertanian.

Monitoring pertumbuhan tanaman cabai menggunakan sistem teknologi *internet of things* diharapkan dapat mempermudah petani dalam proses pengontrolan area

lahan dan iklim pertumbuhan yang dilakukan secara otomatis dari jarak yang jauh. IoT dapat merubah sistem kerja pertanian yang masih manual menjadi otomatis dan lebih efisien, contohnya dalam sistem pengontrolan suhu, kelembaban, dan kelengasan tanah.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dihadapi dan dicari penyelesaiannya pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara membuat *website* yang terintegrasi dengan mikrokontroler untuk mendukung sistem *internet of things* (IoT) ?
2. Bagaimana hasil rancangan sistem akusisi data monitoring tanaman cabai otomatis?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

A. Tujuan Umum

Melakukan perancangan monitoring iklim mikro pada pertumbuhan tanaman cabai yang meliputi suhu, kelembaban, dan kelengasan tanah menggunakan sistem *internet of things* (IoT).

B. Tujuan Khusus

1. Melakukan pengujian rancangan sistem transmisi data monitoring cabai dengan membandingkan nilai akurasi data dari mikro SD dan ke *website*.

2. Menghitung biaya dan jumlah kuota yang dihabiskan pada saat melakukan pengiriman data.
3. Membandingkan kecepatan pengiriman data dari *Liquid Crystal Display* (LCD) ke *website*.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini terdiri dari 2 tahapan penelitian. Penelitian tahap pertama adalah perancangan sistem kendali aktuator. Penelitian lanjutan adalah perancangan sistem monitoring otomatis yang berfokus kepada sistem transmisi data.

Batasan pada penelitian lanjutan ini adalah :

1. Kalibrasi dan validasi dilakukan pada penelitian perancangan sistem kendali.
2. Uji kinerja pada perkembangan tanaman seperti respon sistem, pemberian aksi, perangkat hama, perawatan tanaman dan pemupukan dilakukan pada penelitian tahap pertama.
3. Perawatan dan pemantauan perkembangan tanaman tidak dilakukan pada penelitian ini, tetapi dilakukan pada penelitian tahap pertama.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai referensi ilmiah dalam bidang pertanian modern berbasis mikrokontroler dan teknologi *internet of things* (IoT). Penelitian ini juga diharapkan dapat mempermudah petani dalam proses pengontrolan iklim mikro yang dilakukan secara otomatis dan *realtime*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Cabai

Cabai merah (*Capsicum annum L.*) merupakan salah satu jenis tanaman hortikultura penting yang dibudidayakan secara komersial, hal ini disebabkan selain cabai memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap juga memiliki nilai ekonomis tinggi yang banyak digunakan baik untuk konsumsi rumah tangga maupun untuk keperluan industri makanan.

Cabai atau lombok termasuk dalam suku terong-terongan (*Solanaceae*) dan merupakan tanaman yang mudah ditanam di dataran rendah ataupun di dataran tinggi (Harpenas, 2010). Klasifikasi dan Morfologi tanaman cabai menurut klasifikasi dalam tata nama (sistem tumbuhan) tanaman cabai termasuk kedalam :

1. Divisi : *Spermatophyta*
2. Sub divisi : *Angiospermae*
3. Kelas : *Dicotyledoneae*
4. Ordo : *Solanales*
5. Famili : *Solanaceae*
6. Genus : *Capsicum*
7. Spesies : *Capsicum annum L*

2.2. Syarat Tumbuh Cabai

Cabai dapat tumbuh di dataran rendah sampai dataran tinggi. Pertumbuhan cabai baik jika ditanam pada tanah dengan kadar pH yang baik adalah 6-7.

Pertumbuhan optimum cabai memerlukan iklim tropis yang hangat dan lembab dengan suhu berkisar antara 18-32°C. Suhu yang tinggi pada siang hari menyebabkan tanaman layu dan bunga gugur. Selain itu serbuk sari akan berkurang pada suhu diatas 32°C. Perkecambahan biji cabai memerlukan suhu optimum sekitar 30°C, untuk pertumbuhan optimum tanaman diperlukan suhu rata-rata harian 20-30°C. Pada suhu kurang dari 15°C atau lebih dari 32°C perkecambahan benih dan pertumbuhan tanaman umumnya terhambat (Suwandi, 2009). Tanaman cabai memerlukan kelembaban relatif sekitar 80% dan jenis tanah yang paling cocok untuk budidaya cabai adalah tanah lempung berpasir yang gembur (Nawangsih dkk., 2001).

Kelembaban untuk tanaman cabai berkisar antara 60-80%. Kelembaban yang tinggi menyebabkan tanaman mudah terserang penyakit. Kondisi curah hujan yang tinggi menyebabkan kelembaban tinggi sehingga perlu untuk mengatur jarak yang lebih renggang antar tanaman (Prajnanta, 2011). Ciri-ciri tanah yang baik untuk budidaya cabai adalah tanah bertekstur gembur/remah, mengandung bahan organik sekitar 2% dan tingkat keasaman tanah (pH) berkisar antara 5,5-6,8.

Hujan relatif sepanjang tahun dengan curah hujan 2000-3000 mm/tahun (Aminah, 2004).

2.3. Sistem Monitoring via Internet

Monitoring adalah proses pengumpulan data yang dapat digunakan dalam hal mengawasi serta merawat tanaman tetap dalam kondisi yang baik. Monitoring via internet dapat mengefisienkan waktu dan tenaga pemilik tanaman, dalam melakukan aktivitasnya tanpa merawat langsung tanaman yang dimiliki.

Monitoring via internet dapat memantau perubahan pada proses dan keluaran yang hasilnya berbentuk data. Penelitian tentang *Internet of Things*, pada umumnya menggunakan mikrokontroler sebagai alat pengendali. Router, modem, dan alat pendukung transmisi terhubung pada mikrokontroler sebagai pusat pengendali dan pusat proses informasi.

Konsep sistem monitoring via internet memungkinkan pengguna untuk menghubungkan, mengontrol, memantau sistem, dan perkembangan tanaman secara langsung melalui internet. Proses pemantauan harus memberikan informasi dengan konsep SMART (*Specific, Measurable, Attainable, Relevant, Time-bound*) spesifik, terukur, dapat diperoleh, relevan, dalam rentang waktu tertentu.

Konsep IoT memanfaatkan *realtime* monitoring secara *wireline* seperti LCD dan secara *wireless* seperti *bluetooth*, *text message*, dan juga web. IoT dapat digambarkan sebagai koneksi dari perangkat seperti ponsel pintar, komputer pribadi, sensor, dan aktuator melalui jaringan internet, perangkat yang terhubung bisa menghasilkan informasi yang dapat digunakan oleh manusia atau sistem lainnya.

Implementasi penerapan *internet of things* (IOT) pada monitoring infus menggunakan esp 8266 dan web untuk berbagi data, pernah dilakukan oleh (Sasmoko,2017). Sistem monitoing infus yang dibangun merupakan sistem yang dapat memonitoring atau melihat keadaan jumlah cairan infus pasien secara *real time*. Data di rekam dalam database MySQL dan di akses melalui web yang dilengkapi sebuah sistem load cell dan modul wifi Esp856 yang berbasis mikrokontroler Atmega8535.

Perancangan sistem monitoring *bandwidth* internet berbasis sms telah dilakukan Bawafie (2013). Cara kerjanya yaitu server yang terkoneksi internet kemudian dihubungkan dengan 3 clien atau user dengan menggunakan switch/hub, dan disambungkan dengan modem yang support *AT Command*. Modem berfungsi untuk berintraksi dengan software yang terpasang di komputer server serta proses menerima dan mengirim sms. User atau pengguna dapat berintraksi menggunakan *handphone* dengan sistem atau software monitoring *bandwidth* berbasis sms yang terdapat dalam komputer server.

Penelitian sistem monitoring via internet telah dilakukan oleh Putra (2015), tentang monitoring kamera pengintai jarak jauh terintegrasi dengan Google Drive berbasis *Raspberry Pi* via internet. Penelitian ini merancang kamera CCTV menggunakan 1 buah kamera khusus *Raspberry Pi* dengan memanfaatkan *software ngrok* . Cara kerjanya *Raspberry Pi* akan otomatis mulai merekam ketika ada pergerakan yang tertangkap oleh kamera dan berhenti merekam apabila tidak terjadi lagi pergerakan. Rekaman tersebut akan di *upload*

ke Google Drive dan memberikan pesan pemberitahuan hasil rekaman melalui email

Penelitian oleh Romdloni (2017), tentang prototype sistem monitoring dan pengendalian pintu air otomatis sebagai peringatan dini bahaya banjir berbasis *internet of things*. Pengujian yang dilakukan dengan memonitoring ketinggian air dan pengendalian pintu air otomatis secara *real time*. Sistem melakukan setup wifi dan dalam flowchar ini melakukan autentikasi API pushbullet dengan menggunakan metode *http request* menggunakan perintah http post untuk mengirim data ke API yang telah disediakan oleh API pushingbox kemudian sistem mengirim pesan sesuai keadaan ketinggian air.

2.4. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem mikroprosesor yang di dalamnya sudah terdapat CPU, RAM, ROM, I/O, Clock dan peralatan internal lainnya yang saling terhubung dan terorganisasi dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu *chip* yang siap pakai. Secara harfiahnya bisa disebut "pengendali kecil" yaitu sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini, contoh dari mikrokontroler yaitu, Intel 8051, Motorola 68HC11, ATMEL, AVR dan sebagainya (Mitescu, 2005).

Mikrokontroler merupakan suatu *chip* berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat diprogram menggunakan komputer. Program yang direkam bertujuan agar rangkaian elektronik dapat membaca masukan (*input*), lalu mengolahnya untuk

menghasilkan keluaran (*output*) sesuai dengan program yang dimasukkan ke dalamnya. *Output* yang dihasilkan dapat berupa sinyal, besaran tegangan, lampu, suara, getaran, gerakan, dan sebagainya sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output.

Mikrokontroler adalah komputer di dalam *chip* yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya.

Mikrokontroler dapat disebut juga dengan “pengendali kecil” yaitu sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler (Setiawan, 2006).

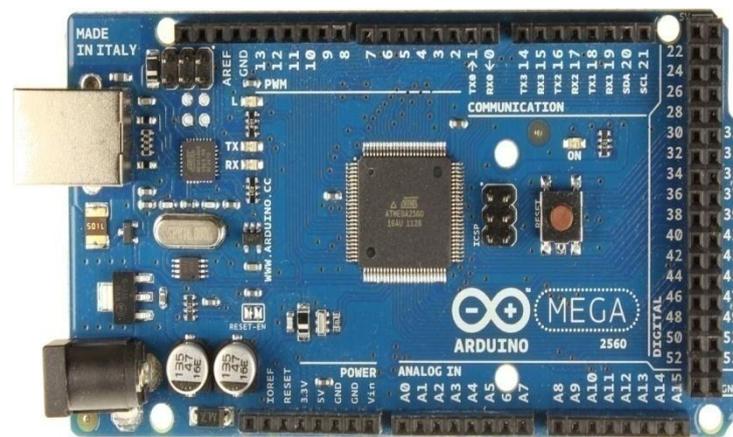
Salah satu faktor yang membuat mikrokontroler arduino banyak digunakan saat ini adalah karena sifatnya yang *open source*, baik untuk hardware maupun *software* nya. Komponen utama di dalam papan Arduino adalah sebuah microcontroller 8 bit dengan merk Atmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe Atmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan Atmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan Atmega2560 (Djuandi,2011).

2.4.1. Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah, sebuah papan mikrokontroler berbasis Atmega 2560 (*datasheet*). Mempunyai 54 pin digital *input/output* dapat digunakan sebagai keluaran PWM), 16 pin input analog, 2 UART (*Hardware serial ports*), sebuah

crystal oscillator 16 MHz, sebuah penghubung USB, sebuah colokan listrik, ICSP *header*, dan tombol kembali.

Komponen dari Arduino Mega 2560 membutuhkan dukungan mikrokontroler, koneksi mudah antara Arduino mega 2560 ke komputer dengan sebuah kabel USB atau daya dengan AC to DC adaptor atau baterai untuk memulai. Arduino mega cocok sebagai rancangan pelindung untuk Arduino *Deumilanove* atau *Diecimil* (Andrianto dan Darmawan, 2016)



Gambar 1. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 terbentuk dari prosessor yang dikenal dengan Mikrokontroler ATmega 2560. Mikrokontroler ATmega 2560 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebagai solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan. Fitur-fitur tersebut antara lain :

- 1) Tegangan Operasi sebesar 5 V
- 2) Tegangan input sebesar 6 – 20 V tetapi yang direkomendasikan untuk ATmega 2560 sebesar 7 – 12 V.
- 3) Pin digital I/O sebanyak 54 pin dimana 14 pin merupakan keluaran dari PWM.

- 4) Pin input analog sebanyak 16 pin
- 5) Arus DC pin I/O sebesar 40 mA sedangkan Arus DC untuk pin 3.3V sebesar 50 mA
- 6) *Flash memory* 156 Kb yang mana 8 Kb digunakan oleh bootloader.
- 7) SRAM 8 Kbyte
- 8) EEPROM 4 Kbyte
- 9) Memiliki 2 Port UART komunikasi serial

Papan Arduino ATmega2560 dapat beroperasi dengan masukan daya eksternal 6 volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 volt, maka, pin 5 volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 volt sampai 12 volt. Arduino ATmega2560 memiliki 256 kb *flash memory* untuk menyimpan kode (yang 8 kb digunakan untuk *bootloader*), 8 kb SRAM dan 4 kb EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM) (Andrianto dan Darmawan, 2016).

Penelitian menggunakan mikrokontroler AT mega 2560 telah dilakukan oleh (Wahyono,2016), tentang pengendalian temperatur dan kelembaban secara otomatis pada kumbung jamur tiram (*Pleurotus Sp*) Berbasis Mikrokontroler. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa sistem kendali tempratur dan kelembaban otomatis bekerja dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan kipas angin, pompa air dan lampu yang menyala ketika temperatur dan kelembaban keluar melewati

setting point dan kembali padam ketika temperature dan kelembaban kembali pada *setting point*.

2.5. Sensor Suhu dan Kelembaban

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mengukur besaran luaran sistem dan merubahnya menjadi sebuah sinyal masukan sehingga dapat dilakukan perhitungan antara masukan dan luaran. Aktuator adalah sekumpulan alat yang berfungsi untuk memberikan aksi luaran untuk mempertahankan atau mengubah sebuah sistem (Ogata, 2010).

Sensor dalam sistem kendali dapat berupa rangkaian diskret atau sirkuit terintegrasi (IC). Dalam mengukur satu parameter diperlukan satu jenis sensor. Namun terdapat sensor khusus yang dapat mengukur dua atau lebih parameter. DHT merupakan salah satu jenis sensor yang dapat mengukur dua parameter yaitu temperatur dan kelembaban (Saptadi, 2014). DHT memiliki beberapa tipe yaitu DHT11, DHT21 dan DHT22. Menurut hasil penelitian dari Saptadi (2014) menyatakan bahwa sensor DHT22 memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan sensor DHT11. DHT22 juga dikenal dengan kode AM2302 *Digital Capacitive Relative Humidity and Temperatur Sensor Module*.

Berdasarkan pengujian yang pernah dilakukan, DHT22 memiliki akurasi yang lebih baik daripada DHT11. Sedangkan DHT11 memiliki rentang galat yang lebih lebar dibandingkan dengan DHT22 (Saptadi, 2014).

DHT22 merupakan sensor yang memiliki dimensi yang kecil yaitu $25,1 \times 15,1 \times 7,7$ mm. Sensor DHT22 memiliki 4 kaki (dari kiri ke kanan) yang terdiri dari

VCC (*Power supply*), Data (*data signal*), NULL, dan GND (*Grounding*).

Walaupun ukurannya relatif kecil sensor DHT22 memiliki rentang pengukuran suhu yang lebar yaitu antara $-40 \sim + 80$ °C (akurasi $\pm 0,5$ °C) dan kelembaban antara 0 – 100 %. Keluaran sinyal DHT22 merupakan sinyal digital dengan konversi dan perhitungan yang dilakukan oleh MCU 8-bit terpadu yang ada pada modul DHT22. Sinyal digital yang telah dihasilkan dapat diproses langsung oleh mikrokontroler. DHT22 juga dapat mentransmisikan sinyal melewati kabel yang panjangnya hingga 20 meter (Anonim, 2014).

Tabel 1. Spesifikasi Sensor DHT22

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Sumber tegangan	3,3 – 6 VDC
2	Sinyal luaran	Sinyal digital via <i>single bus</i>
3	Elemen pengindra	<i>Polymer capacitor</i>
4	Rentang operasi	T = $-40 \sim + 80$ °C; H = 0 – 100%
5	Akurasi	T $< \pm 0,5$ °C; H $\pm 2\%$ RH (Max $\pm 5\%$ RH)
6	Periode pengindra	2 detik
7	Sensitivitas	T = 0,1 °C; H = 0,1 %RH

2.6. Sistem Transmisi Data

Transmisi adalah proses untuk melakukan pengiriman data dari salah satu sumber data ke penerima data menggunakan komputer atau media elektronik. Transmisi memperhatikan pembuatan saluran yang dipakai untuk mengirim informasi, serta memastikan bahwa informasi sampai secara akurat dan dapat diandalkan.

Transmisi data merupakan proses pengiriman data dari sumber data ke penerima data melalui media pengiriman tertentu. Misalnya dari perangkat input ke

pemroses, pemroses ke *storage*, pemroses ke media *output*, atau bahkan dari suatu sistem komputer ke sistem komputer lainnya. Dua faktor yang mempengaruhi keberhasilan dari suatu transmisi data yaitu, kualitas sinyal yang ditransmisi dan karakteristik media transmisi (Alaydrus, 2009).

2.7. Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep pada suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer. Menurut McKinsey Global Institute (2013), *internet of things* adalah sebuah teknologi yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri. Memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen.

Cara kerja dari *internet of things* yaitu setiap benda harus memiliki sebuah IP Address. IP Address adalah sebuah identitas dalam jaringan yang membuat benda tersebut bisa diperintahkan dari benda lain dalam jaringan yang sama.

Selanjutnya, IP address dalam benda-benda tersebut akan dikoneksikan ke jaringan internet. Saat ini, koneksi internet sudah sangat mudah kita dapatkan. Dengan demikian, kita dapat memantau benda tersebut bahkan memberi perintah kepada benda tersebut (Chandra, 2014).

Koneksi IoT terbagi menjadi dua jenis, yaitu *local area connection* dan *wide area connection*. *Local area connection* memungkinkan suatu benda terhubung pada

suatu benda lainnya dengan menggunakan jaringan nirkabel namun dalam jarak yang terbatas. Koneksi lokal ini biasanya menggunakan Wi-Fi, *Bluetooth*, RFID, dan NFC. *Wide area connection* memungkinkan suatu benda terhubung dengan jaringan internet global melalui, jaringan GSM, GPRS, 3G atau LTE yang saat ini telah digunakan di Indonesia (Qiang, 2013).

Penelitian yang menggunakan teknologi IoT telah dilakukan oleh Putra (2017) tentang rancang bangun alat ukur curah hujan otomatis tipe *tipping bucket* dengan menggunakan mikrokontroler dan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* dalam sistem pengiriman datanya. Cara kerjanya dengan merekam curah hujan secara otomatis menggunakan alat optocoupler, selanjutnya data yang terekam diolah oleh mikrokontroler dan dikirimkan ke *database online* kemudian ditampilkan pada *website tippingbucket.weebly.com* dengan metode HTML *embed*.

2.8. Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu sifat fisik dari bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan. Kadar air biasanya dinyatakan dengan persentase berat air terhadap bahan basah atau dalam gram air untuk setiap 100 gram bahan yang disebut dengan kadar air basis basah (bb). Berat bahan kering atau padatan adalah berat bahan setelah mengalami pemanasan beberapa waktu tertentu sehingga beratnya tetap atau konstan (Safrizal, 2010).

Kadar air suatu bahan menunjukkan banyaknya kandungan air persatuan bobot bahan yang dapat dinyatakan dalam persen berat basah (*wet basis*) atau dalam persen berat kering (*dry basis*). Kadar air berat basah mempunyai batas

maksimum teoritis sebesar 100%, dan kadar air berat kering dapat lebih dari 100%. Kadar air berat basah (b.b) adalah perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan berat total bahan (Rahmawan, 2001).

Kadar air berat basah dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$m = \frac{W_m}{W_m + W_d} \times 100\% = \frac{W_m}{W_t} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

m = Kadar air basis basah (% bb)

W_m = Berat air dalam bahan (g)

W_d = Berat padatan dalam bahan atau berat bahan kering

W_t = berat total

Kadar air berat kering (b.k) adalah perbandingan antara berat air yang ada dalam bahan dengan berat padatan yang ada dalam bahan. Kadar air berat kering dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$m = \frac{W_m}{W_d} \times 100\% = \frac{W_m}{W_t - W_m} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Kadar air basis kering adalah berat bahan setelah mengalami pengeringan dalam waktu tertentu sehingga beratnya konstan. Pada proses pengeringan air yang terkandung dalam bahan tidak dapat seluruhnya diuapkan, meskipun demikian hasil yang diperoleh disebut juga sebagai berat bahan kering (Rahmawan, 2001). Di dalam analisis bahan pangan dan tanah biasanya kadar air bahan dinyatakan dalam persen berat kering. Hal ini disebabkan perhitungan berdasarkan berat basah mempunyai kelemahan yaitu berat basah bahan selalu tetap. Metode pengukuran kadar air yang umum di lakukan di laboratorium adalah metode oven atau dengan cara destilasi. Pengukuran kadar air secara

praktis di lapangan dapat dilakukan dengan menggunakan *moisture meter* yaitu alat pengukur kadar air secara elektronik (Rahmawan, 2001).

2.9. Kalibrasi

Kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan kebenaran konvensional penunjukan instrument ukur dan bahan ukur. Dengan cara membandingkannya terhadap standart ukurannya yang ditelusuri (*traceable*) ke standart Nasional atau Internasional. Definisi lain kalibrasi adalah kegiatan penerapan untuk menentukan kebenaran nilai penunjukan alat ukur dan data bahan ukur (Wahyudi, 2015). Pada umumnya kalibrasi merupakan proses untuk menyesuaikan keluaran atau indikasi dari suatu perangkat pengukuran agar sesuai dengan besaran dari standar yang digunakan dalam akurasi tertentu. Contohnya Thermometer dapat dikalibrasi sehingga kesalahan indikasi atau koreksi dapat ditentukan dan disesuaikan (melalui konstanta kalibrasi). Thermometer tersebut menunjukkan temperature yang sebenarnya dalam celcius pada titik-titik tertentu.

Penelitian yang melakukan kalibrasi dilakukan oleh wahyudi (2015) tentang Kalibrasi Sensor Multigain Akselerometer Dengan Acuan Percepatan Gravitasi Bumi. Cara kerjanya melakukan kalibrasi sensor dan pengujian sensor simulator gerak 3 sumbu ST-3176-TC-10. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor dengan tipe yang sama mempunyai sensitivitas dan nilai *offset* yang berbeda-beda. Sensor MMA7361L 1,5 g mempunyai nilai sensitivitas yang lebih tinggi dan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang lebih rendah jika dibandingkan dengan MMA7361L 6 g.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

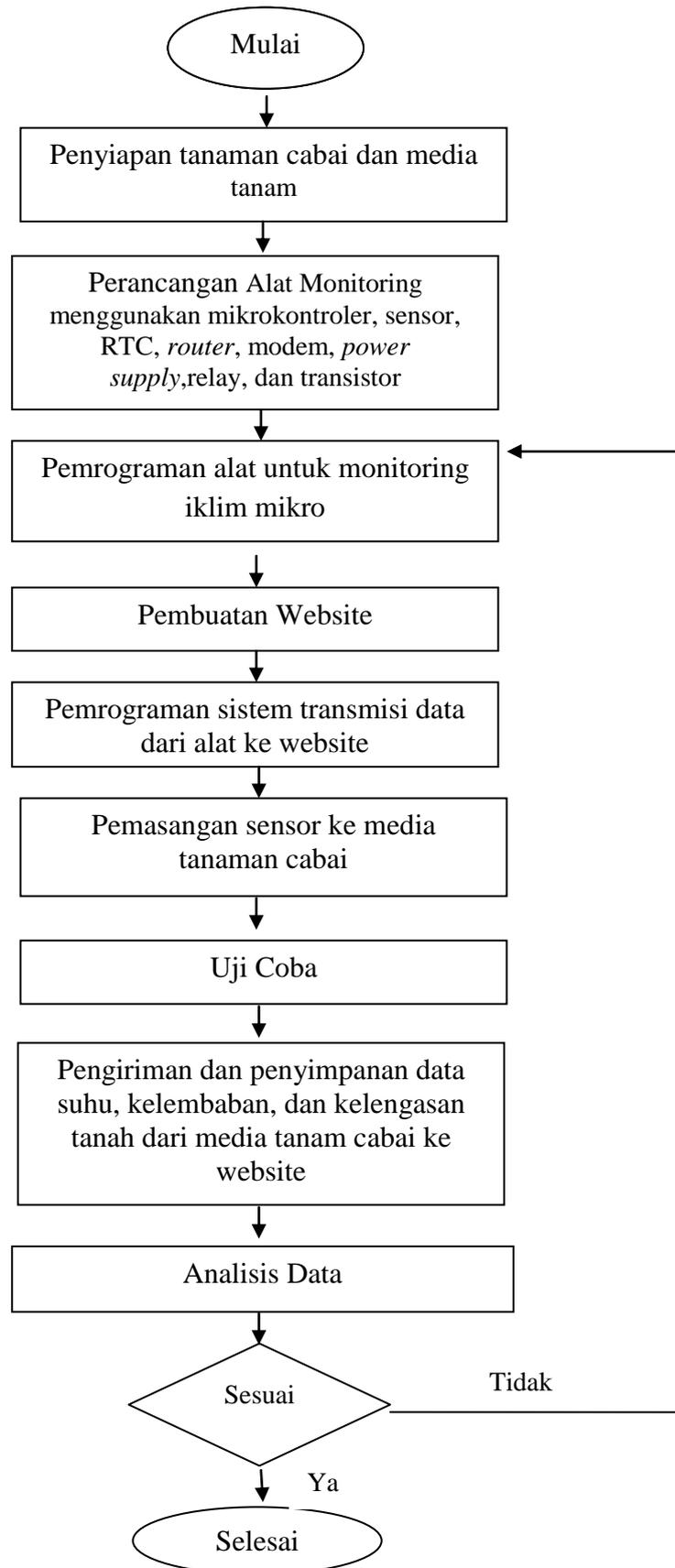
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2017- Mei 2018 di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian dan *greenhouse* Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu, perangkat komputer, *software* arduino, *software browser*, mikrokontroler ATmega2560, *Simcard* GSM Merk Telkomsel, *Real Time Clock* (RTC), *MicroSD*, *Arduino Ethernet Shield*, Modem GSM 3.75G., *TP-Link (Router)*, *USB Connector*, sensor DHT22, sensor kelengasan tanah, *power supply*, relay, transistor, dan alat tulis. Bahan yang digunakan, yaitu tanaman cabai.

3.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan tahap penanaman cabai, pemrograman alat, pengiriman data suhu, kelembaban, dan kelengasan tanah. Status aktivasi pompa on/off hingga pengambilan data yang ditampilkan di *website* dan dilanjutkan dengan analisis data. Prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3.4. Kriteria Desain

Monitoring tanaman cabai berbasis mikrokontroler ini dirancang untuk dapat merekam data setiap satu jam sekali dan mampu bekerja selama 25 hari, dengan akurasi data yang terekam di Mikro SD dan yang terkirim ke *website* yaitu 80%. Metode transmisi data pada alat ini berbasis *Internet of Things*. Data yang direkam oleh alat ini diproses melalui mikrokontroler yang kemudian data tersebut dikirim menuju Google Spreadsheet melalui Google Form. *User* dapat melihat data yang tersimpan menggunakan perangkat lunak *browser* pada perangkat komputer ataupun *gadget smartphone* dengan cara menuliskan alamat *website* yang telah ditentukan.

3.5. Sistem Transmisi Data

Pada proses pengolahan data yang diterima oleh mikrokontroler, data dikirimkan menggunakan *Arduino Ethernet Shield* yang terhubung *Router TP-Link* serta Modem 3.75G yang terpasang *simcard* GSM. Selanjutnya data ditampilkan pada *Liquid Crystal Display (LCD)* sebagai output. Pada penelitian ini data dikirimkan menuju Google Spreadsheet melalui Google Form dengan menggunakan metode GET *http request*. Data yang terekam di Google Spreadsheet disimpan pada Google Drive dalam bentuk format *.xls*.

File Google Spreadsheet ditampilkan di *website* dengan menggunakan metode *embedd*. *User* (pengguna) dapat menggunakan *gadget smartphone* atau perangkat komputer yang terhubung dengan internet dengan cara memasukan alamat *website* tersebut pada *address bar* perangkat lunak *browser* yang tersedia pada perangkat

tersebut. Data yang ditampilkan berupa nilai (*value*) dalam bentuk tabel dan grafik (*chart*).

3.6. Perancangan Fungsional

Perancangan fungsional merupakan tahapan perancangan alat yang menjelaskan fungsi dari setiap komponen yang dirancang pada alat. Dalam penelitian ini dirancang monitoring iklim mikro pada pertumbuhan tanaman cabai menggunakan sistem *internet of things*. Alat ini dirancang untuk merekam secara akurat, menyimpan dengan aman yaitu data yang terekam tidak dapat diubah oleh pengguna atau *usser* dan menampilkan data monitoring iklim mikro melalui *website* secara *real time*. Alat ini memiliki beberapa komponen elektronika yang memiliki fungsi masing-masing, yaitu mikrokontroler ATmega2560, *Real Time Clock* (RTC), *Liquid Crystal Display* (LCD), *micro SD Card*, *Arduino Ethernet Shield*, sensor DHT22, sensor kelengasan, sensor *infrared*, Relay, Transistor, *power supply*, aktuator, *TP-Link router*, dan modem GSM 3.75G.

3.6.1. Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Mikrokontroler merupakan inti pengendali dari alat ini. Mikrokontroler bertugas untuk mengisi atau membuka suatu *website* pada penelitian ini. Data yang diterima mikrokontroler akan diolah, kemudian data disimpan serta ditampilkan pada bagian *output*. Pemrograman pada mikrokontroler bekerja dengan mengubah nilai yang terbaca pada sensor dalam bentuk *analog* menjadi bentuk *digital*. Data diolah dan dikendalikan oleh semua sistem yang terdapat pada mikrokontroler. Pengaturan mekanisme kerja mikrokontroler diatur dengan cara menulis program menggunakan perangkat lunak (*software*).

3.6.2. Real Time Clock dan Data Logger

Real Time Clock (RTC) berfungsi sebagai pencatat keterangan waktu. RTC juga digunakan sebagai pemberi informasi waktu dari setiap data yang telah diolah mikrokontroler. Alat ini membutuhkan informasi waktu pada saat pengontrolan suhu, kelembaban, dan kelengasan tanah. Saat koneksi internet mengalami gangguan data akan tetap tersimpan di data cadangan yaitu di *data longer*. *Data logger* yang digunakan modul *micro SD card*.

3.6.3. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD pada alat ini berfungsi sebagai *output* sekunder, yang berfungsi untuk menampilkan informasi dan data penampil data monitoring tanaman cabai yang terekam. Data yang ditampilkan akan diperbarui pada setiap satu jam sekali sesuai waktu yang ditentukan.

3.6.4. Arduino Ethernet Shield

Arduino Ethernet Shield berfungsi sebagai komponen untuk mengirimkan *input* data dari mikrokontroler ke *output* secara nirkabel melalui jaringan. Perangkat ini juga yang mengirimkan data menuju internet dengan bantuan *modem* dan *router*. Modem dihubungkan melalui *port* USB yang tersedia pada *router*, sedangkan *router* akan dihubungkan langsung ke mikrokontroler menggunakan kabel RJ-45.

3.6.5. Router

Pada penelitian ini *router* berfungsi untuk menghubungkan mikrokontroler melalui perangkat modem untuk dikoneksikan ke internet. *Router* dihubungkan

menggunakan kabel RJ-45 pada *port* LAN/WAN yang tersedia di Arduino *Ethernet Shield* untuk penguat sinyal jaringan nirkabel.

3.6.6. Modem GSM

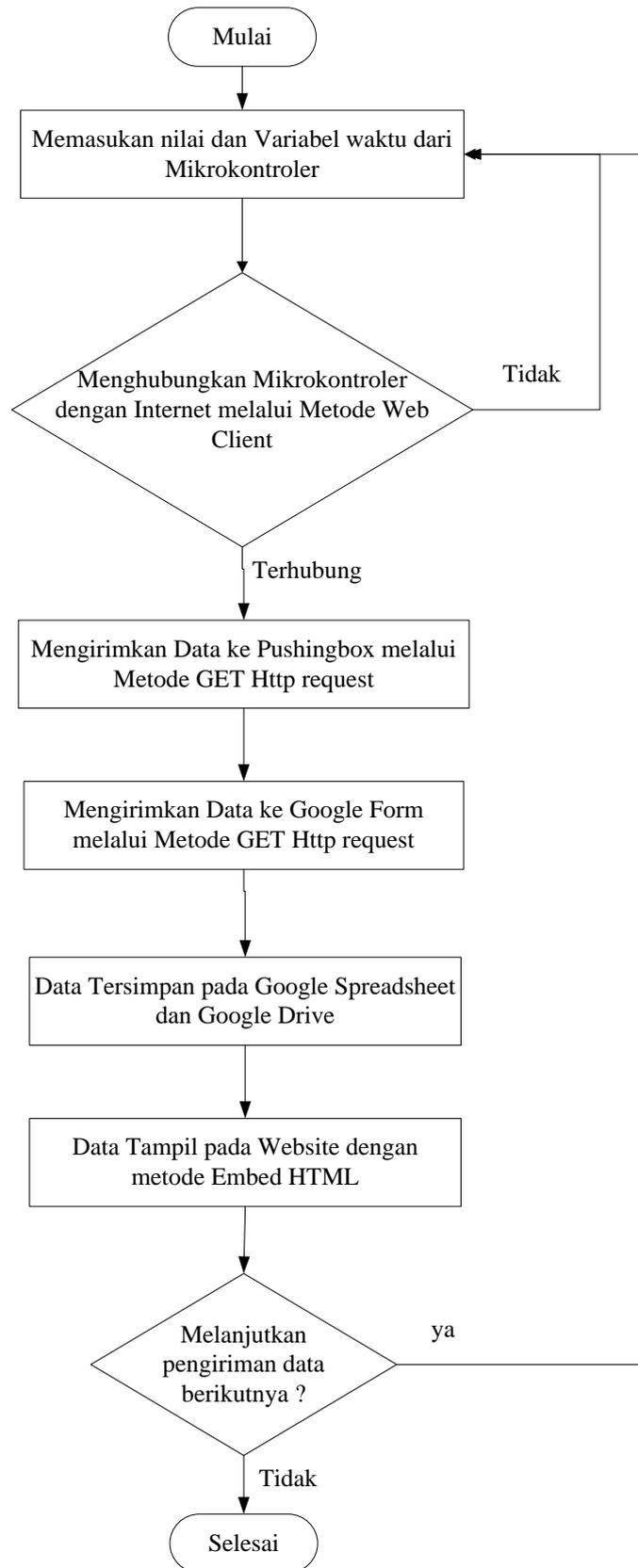
Pada alat ini modem berfungsi sebagai penyedia jaringan internet. Modem yang digunakan yaitu merk tipe D-Link DMW A6, modem ini memiliki fitur *Mass Storage Media* berupa slot kartu memori untuk menyimpan atau memindahkan file data dan dapat mengakses sinyal 3,5 – 3,75G. Pada penelitian ini modem dihubungkan dan mendapatkan daya *input* melalui *port* USB yang terdapat pada *router*. *Router* yang digunakan yaitu merk TP-LINK tipe MR3020, ukuran port mini dengan USB kecepatan Nirkabel N hingga 150Mbps, *router* ini menggunakan daya input sebesar 12 volt.

3.7. Skematik Rangkaian Alat

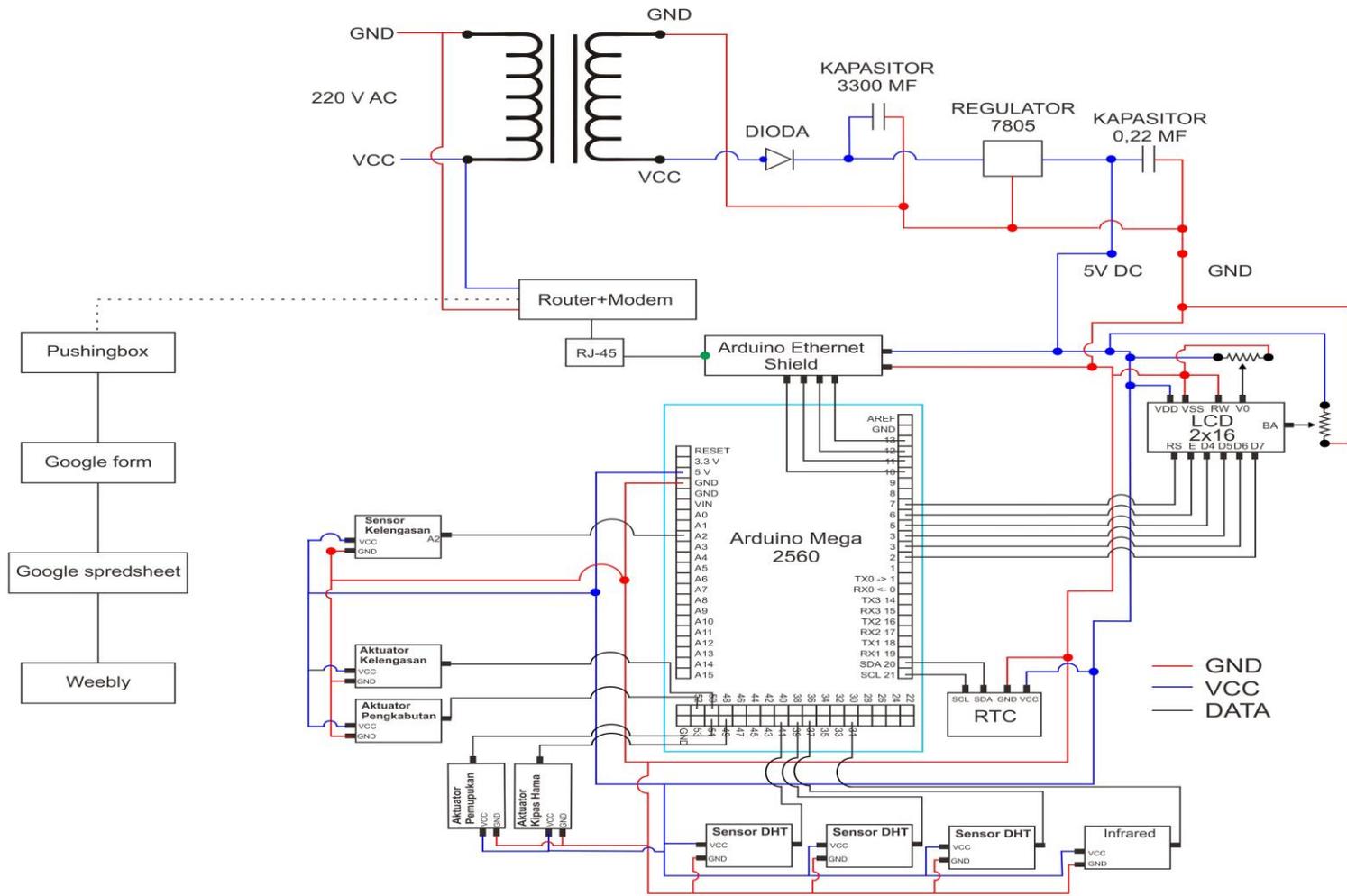
Pada penelitian ini skematik rangkaian alat atau proses pengolahan data yang diterima oleh mikrokontroler dikirimkan menggunakan *Arduino Ethernet Shield* yang terhubung *Router TP-Link* serta Modem 3,75G yang terpasang *simcard* GSM. Data dikirimkan menuju Google Spreadsheet melalui Google Form dengan menggunakan metode GET *http request*. Data yang terekapitulasi di Google Spreadsheet akan disimpan pada Google Drive dalam bentuk format .xls. File Google Spreadsheet ditampilkan di *website* dengan menggunakan metode *embedd*. Skematik rangkaian alat dapat dilihat pada Gambar 4.

Dalam penelitian ini dirancang sebuah alat monitoring iklim mikro pada budidaya tanaman cabai yang berfungsi untuk merekam secara akurat, menyimpan dengan

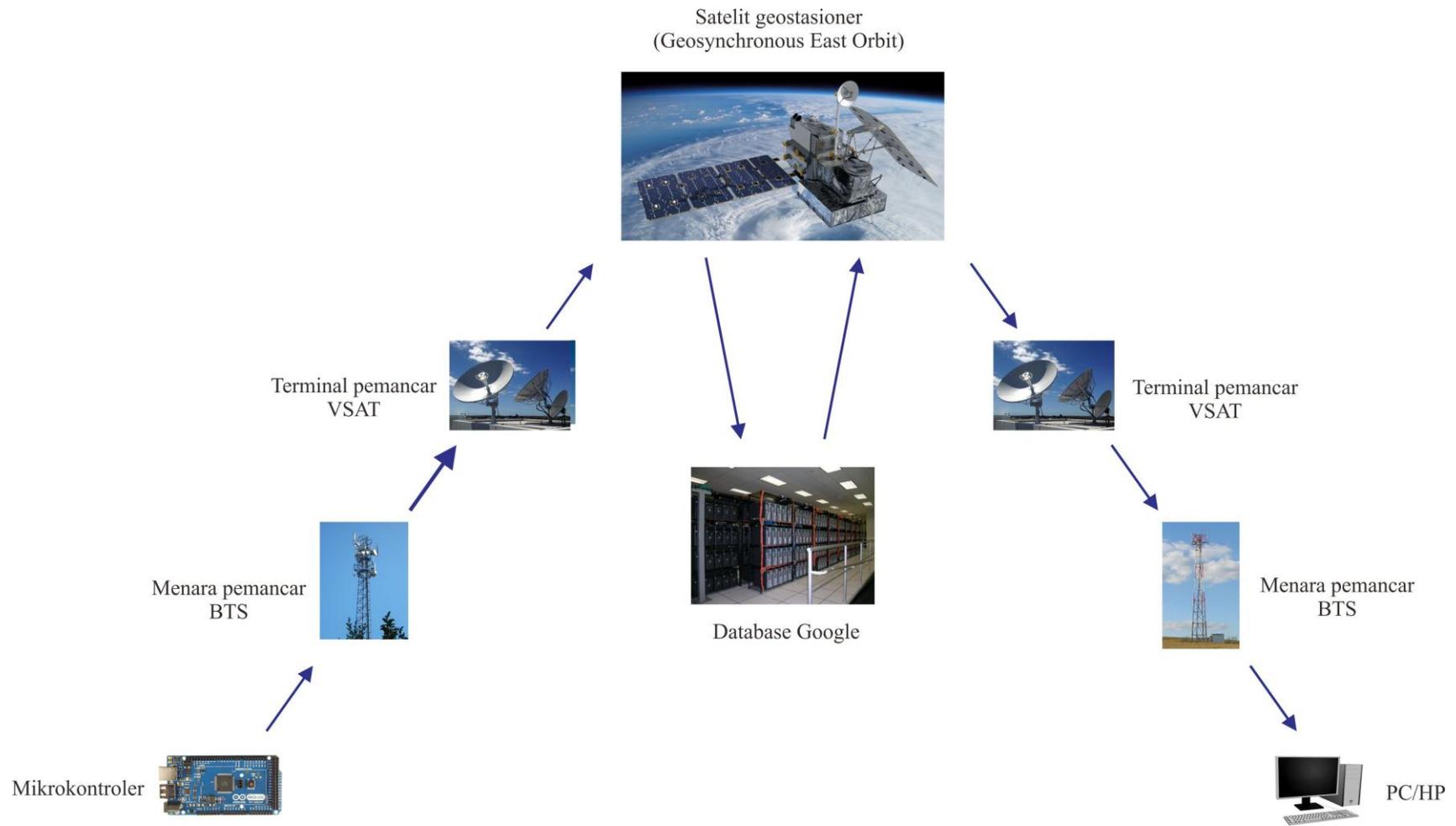
aman dan menampilkan data melalui *website* secara *real time*. Alat ini memiliki beberapa komponen elektronika, yaitu, mikrokontroler ATmega2560, *Real Time Clock* (RTC), *Liquid Crystal Display* (LCD), SD Card, *Arduino Ethernet Shield*, Sensor DHT, Sensor kelembapan, Infrared, Aktuator, *TP-Link router*, dan modem GSM 3,75G.



Gambar 3. Diagram Alir Sistem Transmisi Data



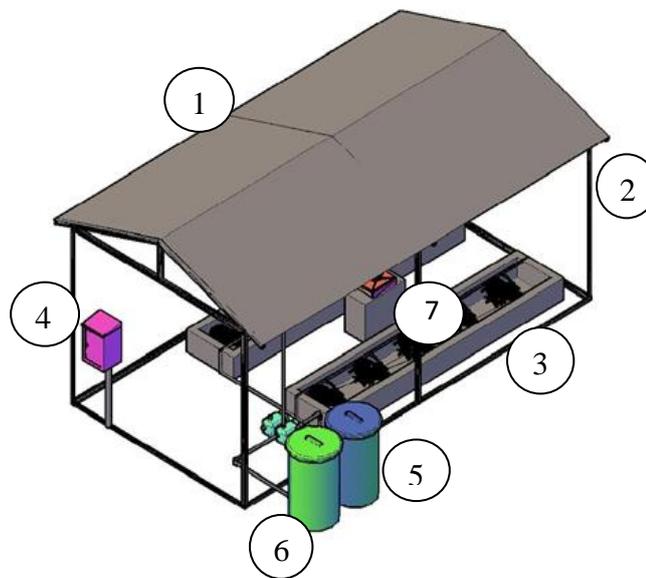
Gambar 4. Skematik rangkaian komponen alat



Gambar 5. Sistem aliran transmisi data

3.8. Proses Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di dalam *greenhouse* Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. *Greenhouse* yang dibuat memiliki panjang 6 meter dengan lebar 3,5 meter yang di dalamnya digunakan untuk pembudidayaan cabai. Di dalam *greenhouse* terdapat media tanaman cabai, sensor-sensor monitoring, bak irigasi, bak pupuk, pompa dan alat penangkap hama. Sensor monitoring yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu sensor suhu, kelembaban, *infrared*, dan kelengasan tanah. Untuk sensor kelengasan diletakkan di dalam media tanam cabai, sensor suhu dan kelembaban diletakkan di atas media tanam cabai, untuk sensor *infrared* diletakkan di dekat tanaman untuk mendeteksi adanya serangga atau hama di sekitar tanaman. Rancangan *greenhouse* dapat dilihat pada Gambar 6.



- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| 1. Atap <i>Greenhouse</i> | 5. Bak irigasi |
| 2. Kerangka <i>Greenhouse</i> | 6. Bak pupuk |
| 3. Media tanam cabai | 7. Alat penangkap hama |
| 4. Alat kendali monitoring | |

Gambar 6. Rancangan *Greenhouse*

3.9. Analisis Data

Pada penelitian data direkam oleh mikrokontroler setiap 1 jam sekali. Setelah direkam data akan ditampilkan di LCD dan dikirimkan ke *website* melalui jaringan internet. Pengambilan data dilakukan selama 25 hari, selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah kuota, akurasi data dan kecepatan pengiriman data untuk dilakukan analisis. Hasil analisis tersebut disajikan dalam bentuk tabel (*value*) dan grafik (*chart*).

3.9.1 Perhitungan Jumlah Kuota

Proses pengambilan data pada penelitian ini sangat bergantung pada konektivitas internet, pengiriman data terhubung dari Modem 3,75G yang terpasang *simcard* GSM. Perhitungan jumlah banyak nya kuota yang terpakai selama pengambilan data perlu dilakukan untuk mengetahui alat yang dirancang mempunyai nilai ekonomis dengan produktivitas yang tinggi. Perhitungan jumlah kuota pada penelitian ini dilakukan dengan cara manual, dengan mengecek jumlah kuota yang digunakan dalam setiap pengiriman. Rumus yang digunakan untuk menghitung perhitungan jumlah kuota yaitu :

$$\text{Perhitungan jumlah kuota} = \frac{\text{Jumlah konsumsi kuota}}{\text{Jumlah data yang terkirim}} \dots\dots\dots (3)$$

3.9.2. Akurasi Data

Pada penelitian ini akurasi data merupakan proses pengambilan data yang direkam oleh sistem kendali, dilanjutkan penyimpanan pada *mikro SD*, ditampilkan melalui LCD dan *website*. Proses pengambilan data yaitu dengan tersimpan nya atau terekapitulasi data *di* Google Spreadsheet, setelah itu data akan disimpan pada Google Drive dalam bentuk *.xls*. Data yang telah terekam akan dikirim dan ditampilkan di *website*. Perbandingan data yang direkam dan data yang dikirim harus sesuai, maka dari itu perlu dilakukan perbandingan antara data yang terekam dengan data yang terkirim sesuai atau tidak. Rumus yang digunakan pada akurasi data adalah :

$$\text{Akurasi Data} = \sum_{i=0}^n \left(\left(1 - \frac{\text{Data Terekam} - \text{Data Terkirim}}{\text{Data Terekam}} \right) \times 100\% \right) \dots\dots\dots (4)$$

3.9.3. Kecepatan Pengiriman Data

Pada penelitian ini, kecepatan pengiriman diartikan sebagai waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengirimkan data melalui jaringan internet yang ditampilkan di *website*. Pada proses pengiriman data dihitung perbandingan kecepatan pengiriman data dari mikrokontroler ke LCD dan ke *website* menggunakan *stopwatch*. Pada program di arduino telah ditentukan pengiriman data setiap satu jam sekali menit ke 20. Pada saat LCD menampilkan waktu menit ke 20, *stopwatch* mulai dihidupkan sampai data terkirim ke *website* dengan ditunjukkan notifikasi melalui email. Rumus yang digunakan untuk kecepatan pengiriman data adalah :

$$\text{KPD} = \sum_{i=0}^n \left(\frac{\text{Waktu terkirim} - \text{Waktu pengiriman}}{\text{Jumlah pengamatan}} \right) \dots\dots\dots (5)$$

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah :

1. Perancangan monitoring menggunakan sistem *internet of things* (IoT) telah bekerja dengan baik dan teraplikasikan sesuai kriteria desain yang telah ditentukan. Didapatkan 567 data yang terkirim ke *website*, dengan hasil akurasi data pada penelitian ini sebesar 94 %.
2. Dari hasil perhitungan jumlah kuota yang dilakukan didapatkan data terkirim sebanyak 567 data yang menghabiskan 11,34 MB, sedangkan harga kuota yang dikeluarkan saat pengiriman mengeluarkan biaya sebesar Rp. 7.086.
3. Dari hasil perhitungan kecepatan pengiriman pada LCD dan ke *website* didapatkan hasil rata-rata kecepatan pengiriman yaitu 1,5 menit.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis memeberikan saran sebagai berikut :

1. Lokasi tempat diletakkannya alat direkomendasikan untuk diletakan pada naungan yang tidak terlalu terpapar sinar matahari, untuk mengurangi potensi kepanasan pada alat yang menyebabkan alat *error* dan menyebabkan data tidak terkirim.
2. Penggunaan *relay* pada modem diperlukan untuk mengurangi potensi kerusakan pada modem dan *router* yang dinyalakan secara terus menerus.
3. Perlu adanya pengembangan aplikasi IoT di alat lain, khususnya di bidang teknologi pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaydrus, M. 2009. *Saluran Transmisi Telekomunikasi*. Graha Ilmu: Yogyakarta
- Aminah, S., Kuntjoro, D., Prihatin, A.A., Rochani, A., Maharany, R., Ernawati, H.R., Payung, D., Irmawati, J., Magdalena, E. 2004. *Cabai, Buletin Teknopro Hortikultura*. Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Hortikultura : Jakarta
- Andrianto, H. dan Darmawan, A. 2016. *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Penerbit Informatika : Bandung.
- Bawafie, N. dan Muslihudin. 2013. Perancangan Sistem Monitoring Bandwidth Internet Berbasis Sms. *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*. Vol.1(1) : 241-247.
- Chandra, R.N. 2014. *Internet Of Things dan Embedded System Untuk Indonesia Karya Tulis Mahasiswa* : Serpong
- Djuandi, F. 2011. *Pengenalan Arduino*. Penerbit Elexmedia: Jakarta.
- Handoko. 1994. *Dasar Penyusunan dan Aplikasi Model Simulasi Komputer Untuk Pertanian*. Institut Pertanian Bogor : Bogor. 104 hlm.
- Harpenas, A & Dermawan, R. 2010. *Budidaya Cabai Unggul*. Penerbit Swadaya : Jakarta.
- Mitescu, M., Susnea, I. 2005. "*Sringer Series, Advanced Microelectronics, Microcontroller in Practice*". *Springer Verlag Berlin Heidelberg : Newyork*.
- Nawangsih, A.A., Imdad, H.P., dan Wahyudi, A. 2005. *Cabai Hot Beauty*. Penebar Swadaya. Jakarta. 128 hlm.
- Ogata, K. 2010. *Modern Control Engineering (Fifth Edition)*. Pearson Education. New Jersey. 905 hlm.
- Prajnanta, F. 2011. *Mengatasi Permasalahan Bertanam Cabai*. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Pramecwari, T.K., Sastra, P.N., Wiharta, M.D. 2017. Netflow dalam Monitoring Penggunaan Internet. *Jurnal Teknologi Elektro*. Vol.16 (3) : 86-91.
- Putra, A.Y. 2015. Monitoring Kamera Pengintai Jarak Jauh Terintegrasi Dengan Google Drive Berbasis Raspberry Pi Via Internet. Skripsi. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Putra, M.A. 2017. Rancang Bangun Alat Pengukur Curah Hujan Tipe *Tipping Bucket* Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 Dan *Internet Of Things* (Iot). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Qiang, C., Quan, G., Yu, B., Yang, L. 2013. *Research on Security Issues of the internet of things*. *International Journal of Future Generation Communication and Networking*. Vol.6 (6) : 1- 10.
- Romdloni, M.S., Haryanto., Alfita, R., Nahari, R.V. 2017. Prototype Sistem Monitoring dan Pengendalian Pintu Air Otomatis Sebagai Peringatan Dini Bahaya Banjir Berbasis Internet of Things. *Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya*. 21 Oktober 2017. Universitas Erlangga. Surabaya.
- Rahmawan, O. 2001. *Pengeringan, Pendinginan dan Pengemasan Komoditas Pertanian*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Saptadi, A.H. 2014. *Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22*. *Jurnal Infotel*. Vol. 6 (2) : 49-56.
- Safrizal, R. 2010. *Kadar Air Bahan*. Teknik Pasca Panen. Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian. Universitas Syiah Kuala.
- Sasmoko, D., Wicaksono, Y.A. 2017. Implementasi Penerapan *Internet of Things* (iot) Pada Monitoring Infus Menggunakan Esp 8266 dan Web Untuk Berbagi Data. *Jurnal Ilmiah Informatika*. Vol 2(1) : 91-98.
- Setiadi. 2012. *Bertanam Cabai di Lahan dan Pot*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- Setiawan, R. 2006. *Mikrokontroler MCS-51*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Setiawan, A., Mustika, I.W., Adji, T.B. 2016. Perancangan Content-Aware Smart Home dengan Menggunakan Internet of Things. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2016 (SENTIKA 2016)*. Yogyakarta: 18-19 Maret 2016.
- Setiawati, W., Sumarni, N., Koesandriani, Y., Hasyim, A., Uhan, T.S., Sutarya, R. 2013. Penerapan Teknologi Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Cabai Merah untuk Mitigasi Dampak Perubahan Iklim. *Jurnal Hortikultura*. Vol. 23 (2) : 174-183.

- Supriyanto, D., Seminar, K.B., Sujiprihati, S., Rahmawan, H. 2011. *Sistem Konsultasi Online Agribisnis Cabai (Capsicum annum L.)*. Tesis. Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Suwandi, N. 2009. *Standar Operating Prosedure (SOP) Budidaya Cabai Merah Gunung Kidul*. [pdf] Dinas Pertanian Provinsi Yogyakarta.
- Wahyono, R.E. 2016. Rancang Bangun Sistem Kendali Otomatis Temperatur dan Kelembaban Kumbung Jamur Tiram (*Pleurotus Sp*) Berbasis Mikrokontroler. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Wahyudi, W., Ngatelan, N. 2015. Kalibrasi Sensor Multigain Akselerometer Dengan Acuan Percepatan Gravitasi Bumi. *Transmisi*. Vol. 17 (3) : 122-128.
- Yahwe, P.C., Isnawaty., Aksara, F.M. 2016. Rancang Bangun *Prototype System* Monitoring Kelembaban Tanah Melalui Sms Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman Studi Kasus Tanaman Cabai Dan Tomat. Vol. 2(1) : 97-110.