

**RANCANG BANGUN ALAT MONITORING DAN
KONTROL SUHU, KELEMBAPAN UDARA DAN
TANAH UNTUK *GREENHOUSE* MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLLER NODEMCU BERBASIS
INTERNET OF THINGS(IOT)**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelara Sarjana Sains dalam Ilmu Fisika



Oleh :
HARIYANTO
NIM. 1508026015

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hariyanto
NIM : 1508026015
Jurusan : Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**RANCANG BANGUN ALAT MONITORING DAN KONTROL
SUHU, KELEMBAPAN UDARA DAN TANAH UNTUK
GREENHOUSE MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER
NODEMCU BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 13 Juli 2020

Pembuat pernyataan,



Hariyanto

NIM: 1508026015



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang
Telp. 024-76433366 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Kontrol Suhu, Kelambapan Udara Dan Tanah Untuk Greenhouse Menggunakan Mikrokontroller Nodemcu Berbasis Internet Of Things(Iot)**

Penulis : Hariyanto
NIM : 1508026015
Jurusan : Fisika

Telah diujikan dalam sidang *munaqasyah* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Fisika.

Semarang, 23 Oktober 2020

Penguji I,

Dr. Hamdan Hadi K. M.Sc
NIP. 19711021 199703 1 002

Penguji II,

Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc
NIP. 1821009 201101 1 010

Penguji III,

Andi Fadian, S.Si., M.Sc
NIP. 19800915 200501 1 006

Penguji IV,

Arsim, M.Sc
NIP. 19840812 201101 2 011

Pembimbing I,

Dr. Hamdan Hadi K. M.Sc
NIP. 19711021 199703 1 002

Pembimbing II

Agus Sudarhanto, M.Si
NIP. 19970823 200912 1 001

NOTA DINAS

Semarang, 13 Juli 2020

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang
di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:


Judul : **Rancang Bangun Alat Monitoring dan Kontrol Suhu, Kelembapan Udara dan Tanah Untuk Greenhouse Menggunakan Mikrokontroller NodeMCU Berbasis *Internet Of Things* (Iot)**

Nama : Hariyanto
Nim : 1508026015
Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam sidang munaqosah.

wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing I,



Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd., M.Sc.
NIP: 19770320 200912 1 002

NOTA DINAS

Semarang, 20 Juli 2020

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang
di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : **Rancang Bangun Alat Monitoring dan Kontrol Suhu, Kelembapan Udara dan Tanah Untuk Greenhouse Menggunakan Mikrokontroller NodeMCU Berbasis Internet Of Things (Iot)**

Nama : Hariyanto
Nim : 1508026015
Jurusan : Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam sidang munaqosah.

wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing II,



Agus Sudarmanto, M.Si.

NIP: 19770823 200912 1 001

ABSTRAK

Perubahan iklim yang tidak menentu bisa mempengaruhi pertumbuhan tanaman, yang dapat menyebabkan hasil panen tidak optimal. *Greenhouse* merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk meminimalisir kendala tersebut. *Greenhouse* dapat digunakan untuk budidaya berbagai tanaman, termasuk cabai rawit. Alat monitoring dan kontrol dikembangkan menggunakan mikrokontroller NodeMCU dan 3 sensor yaitu sensor untuk mendeteksi suhu dan kelembapan, soil moisture sensor untuk mendeteksi kelembapan tanah dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketersediaan air dalam penampungan serta menggunakan 4 buah aktuator yaitu *exhaust fan*, pompa air, *humadifier* dan selenoid valve.

Hasil penelitian monitoring dan kontrol *greenhouse* dapat berfungsi dengan baik, nilai *set point* untuk suhu diatur 30°C, 50% untuk kelembapan udara dan tanah, serta 10 cm dan 20 cm untuk jarak pada penampungan air. Hasil monitoring yang telah diperoleh selama 7 hari yaitu alat dapat menurunkan suhu sekitar 3°C dalam waktu 50 menit dengan ketelitian 95,3% dan eror dalam pengukuran 0.04%, ketelitian pengukuran kelembapan udara sekitar 88% dengan nilai eror dalam pengukuran sebesar 0.17%, menstabilkan kelembapan tanah dalam waktu 30 menit dengan ketelitian 91% dan eror dalam pengukuran 0.01%, dapat mengisi penampungan air dalam waktu 25 menit dengan ketelitian 84.5% dan eror dalam pengukuran 0.01%.

Kata Kunci : *Greenhouse*, *Internet of Things*, Monitoring dan Kontrol

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Alat Monitoring dan Kontrol Suhu, Kelembapan Udara dan Tanah untuk *Greenhouse* Menggunakan Mikrokontroler NodeMCU Berbasis *Internet Of Things (Iot)*”. Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains program studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Laporan tugas akhir ini dijelaskan mengenai sistem otomasi dan kontrol *greenhouse* berbasis *Internet Of Things (Iot)*, harapan penulis semoga dapat memberikan manfaat serta pengetahuan bagi seluruh pembaca pada umumnya. Dalam usaha menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini penulis tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, motivasi dan do’a dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Imam Taufiq M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.

3. Agus Sudarmanto M.Si selaku Ketua Jurusan Program Studi Fisika.
4. Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd., M.Sc., selaku pembimbing I dan Agus Sudarmanto, M.Si selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan tenaga serta sabar dalam memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir.
5. Segenap dosen dan staff Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Keluarga besar tercinta dirumah, khususnya ayah dan ibu yaitu Widoyo dan Darmisih, yang dengan perjuangan, ketulusan, kasih sayang dan do'a beliau kepada penulis, sehingga mengantarkan penulis dalam menyelesaikan studi.
7. Teman-teman seperjuangan Fisika-15 yang membantu dan *mensupport* penulis untuk menyelesaikan studi.
8. Temen-temen organisasi Resimen Mahasiswa UIN Walisongo Semarang yang telah mengajarkan banyak ilmu dan pengalaman khususnya yudha 39 (Dwi Agung Riyadi, Ahmad Zaeni Abdullah Firdaus, Syarif Hidayat, Ahmad Dini Faiza Rosyadi, Malinda, Titsna Musfiroh,

Sulami Luberty, Siti Nur Halizah) yang sudah dianggap sebagai keluarga penulis.

9. Ahmad Sony Pradekso dan Florensia Unggul Damayanti yang sabar dalam memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam belajar bahasa pemrograman.
10. Teman-teman bootcamp pemrograman web *batch-2* khususnya Imam Agus Faizal, Radendy Hafizt Bahtiar, Aji, Dimas dan Agung Junian Wicaksono yang telah memberikan kritikan, masukan yang membantu penulis untuk memahami bahasa pemrograman sehingga dapat diimplementasikan dalam penelitian skripsi.

Penulis menyadari dalam penulisan tugas akhir masih banyak kekurangan, sehingga selalu mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.

Semarang, 13 Juli 2020

Penulis



Hariyanto

NIM. 1508026015

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I: PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
E. Batasan Masalah	8
BAB II: LANDASAN TEORI.....	9
A. Deskripsi Teori.....	9
1. <i>Greenhouse</i>	9
2. Cabai Rawit	12
3. Mikrokontoller NodeMCU	20
4. Arduino IDE	23
5. Android.....	25

6. App Inventor.....	27
7. Komponen-Komponen Elektronika.....	29
B. Kajian Pustaka	37
C. Kerangka Berfikir	39
BAB III: METODE PENELITIAN	41
A. Jenis Penelitian.....	41
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	41
C. Alat dan Bahan Penelitian.....	42
D. Metodologi Penelitian.....	44
E. Desain Alat dan Aplikasi <i>Smartphone</i> ..	45
F. Perancangan <i>Hardware</i>	48
G. Perancangan <i>Software</i>	49
H. Pengujian Alat.....	54
I. Spesifikasi Alat	56
BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN	58
A. Hasil Pengujian Alat	58
B. Hasil Rancang Bangun Alat.....	66
C. Prinsip Kerja Alat	71
D. Hasil Monitoring <i>Greenhouse</i>	75
1. Hasil Monitoring Suhu dan Kelembapan Udara.....	75
2. Hasil Monitoring Kelembapan Tanah.....	79
3. Hasil Monitoring Jarak.....	80

BAB V: PENUTUP	83
A. Kesimpulan	83
B. Saran	86
DAFTAR PUSATAKA	87
LAMPIRAN-LAMPIRAN	94

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Bahan yang Digunakan Pada Penelitian	43
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Suhu	58
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Kelembapan Udara	59
Tabel 4.3	Hasil Pengujian <i>Soil Moisture Sensor</i>	60
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Sesnsor Ultrasonik	61
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Otomasi Alat	62
Tabel 4.6	Hasil Perbandingan Hasil Data Di Serial Monitor dengan Database Firebase	64
Tabel 4.7	Hasil Perbandingan Data Di Aplikasi Smartphone dan Database Firebase	65
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Kontrol Relay Melalui Aplikasi <i>Smartphone</i>	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Bentuk-Bentuk Penampang Melintang Atap <i>Greenhouse</i>	11
Gambar 2.2	NodeMCU	23
Gambar 2.3	Pin NodeMCU V3	23
Gambar 2.4	Jendela pada Arduino IDE	24
Gambar 2.5	Toolbar Jendela Arduino IDE	25
Gambar 2.6	Relay	30
Gambar 2.7	Solenoid Valve	32
Gambar 2.8	Sensor Ultrasonik HC-SR04	35
Gambar 2.9	Sensor DHT11	36
Gambar 2.10	<i>Soil Moisture Sensor</i>	37
Gambar 3.1	Tahapan penelitian pengembangan	44
Gambar 3.2	Diagram Block Sistem	46
Gambar 3.3	Arsitektur <i>Greenhouse</i>	46
Gambar 3.4	Desain Aplikasi <i>Smartphone</i>	48
Gambar 3.5	Rangkaian Konfigurasi Komponen	49
Gambar 3.6	<i>Flowchart</i> Program <i>Hardware</i>	51
Gambar 3.7	Listing Program Aplikasi <i>Smartphone</i>	57
Gambar 4.1	Rancang Bangun Alat	69
Gambar 4.2	Bangunan <i>Greenhouse</i>	69
Gambar 4.3	Desain Aplikasi <i>Smartphone</i>	70

Gambar 4.4	<i>Flowchart</i> Prinsip Kerja Monitoring Alat	73
Gambar 4.5	<i>Flowchart</i> Prinsip Kerja Kontrol Alat	75
Gambar 4.6	Hasil Monitoring Suhu	75
Gambar 4.7	Hasil Monitoring Kelembapan Udara	77
Gambar 4.8	Hasil Monitoring Kelembapan Tanah	79
Gambar 4.9	Hasil Monitoring Jarak Pada Penampungan Air	81

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	JUDUL
Lampiran 1	Listing Program Pengujian Sistem Secara Keseluruhan
Lampiran 2	Listing Program Pengujian Sensor dan Komponen Lainnya
Lampiran 3	Perhitungan Ralat dan Error pada Pengukuran Sensor
Lampiran 4	Listing Program App Inventor
Lampiran 5	Datasheet Sensor DHT11
Lampiran 6	Datasheet Sensor Ultrasonik
Lampiran 7	Dokumentasi Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan karena memiliki jumlah pulau paling banyak di dunia. Menurut Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), pada tahun 2004 jumlah pulau di Indonesia adalah sebanyak 17.504 pulau dengan 6.000 pulau tidak berpenghuni (Julismen, 2013). Indonesia sebagai negara agraris, karena memiliki sumber daya alam di bidang pertanian yang melimpah dan memiliki lahan yang produktif untuk bercocok tanam dengan mayoritas penduduknya bekerja sebagai petani (Sakinah, 2018).

Bidang pertanian memegang peranan penting pada perekonomian nasional di dalam Negara Agraris. Soetriono dan Suwandari (2016) menyatakan pertanian merupakan kegiatan manusia untuk memperoleh hasil dengan memanfaatkan pertumbuhan yang berasal dari tumbuhan dan hewan yang meliputi empat faktor yaitu: proses produksi, petani, tanah tempat usaha dan usaha pertanian. Pertanian dalam arti luas dibagi menjadi lima sektor, yaitu tanaman pangan, peternakan, perikanan, kehutanan dan perkebunan (Soekartawi, 1999).

Sektor pertanian perkebunan yang digemari masyarakat yaitu hortikultura. Menurut Rosyid (2014) Hortikultura merupakan metode budidaya modern yang berkembang pesat dibidang pertanian. Menurut UU No. 13 Tahun 2010 pengertian hortikultura adalah segala hal yang berkaitan dengan buah, sayuran, bahan obat nabati, dan florikultura, termasuk di dalamnya jamur, lumut, dan tanaman air yang berfungsi sebagai sayuran, bahan obat nabati dan bahan estetik (www.lldikti12.ristekdikti.go.id diakses 28 September 2020).

Cabai merupakan tanaman sayuran yang diminati oleh masyarakat karena memiliki rasa yang pedas, kandungan gizi dan bermanfaat bagi kesehatan (Safira, 2011). Menurut Alex (2016) cabai (*Capsicum sp*) merupakan tanaman perdu dari keluarga terong-terongan yang memiliki aroma, rasa dan warna yang spesifik sehingga banyak digunakan oleh masyarakat sebagai rempah dan bumbu masakan.

Cabai tidak termasuk bahan pangan utama meskipun, sebagian besar masyarakat beranggapan bahwa cabai sudah menjadi kebutuhan dalam mengolah makanan yang menyebabkan komoditi cabai dalam makanan tidak dapat ditinggalkan. Permintaan cabai yang tinggi pada cabai dan ketersediaan cabai yang rendah menyebabkan harga cabai

relatif tidak stabil. Rendahnya produktivitas cabai dikalangan petani dikarenakan perubahan iklim yang tidak menentu yang dapat menyebabkan gagal panen. Perubahan iklim terjadi karena adanya perubahan kecepatan angin, kelembapan udara, suhu dan curah hujan (Tjasyono, 2004). Perubahan iklim akan mempengaruhi hasil panen cabai yang menyebabkan petani mengalami kerugian. Pengaruh iklim yang dapat merugikan terhadap hasil panen pada petani cabai dapat diantisipasi dengan membuat *greenhouse* (Tando, 2019).

Greenhouse merupakan sarana pertanian yang terkontrol sehingga faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dapat dikontrol dan melindungi tanaman dari sinar matahari secara langsung, meminimalisir dampak dari perubahan iklim dan serangan hama dari luar (Mustaqimah, 2018).

Budidaya tanaman menggunakan *greenhouse* mulai digemari oleh masyarakat karena penggunaan *greenhouse* memiliki keuntungan diantaranya: dapat mengatur jadwal pertanian sendiri, tidak bergantung dengan kondisi lingkungan yang tidak menentu, produksi meningkat, dapat digunakan di area pedesaan maupun perkotaan dan mengurangi penggunaan pertisida.

Sebayang (2014) menyatakan bahwa teknik budidaya tanaman di dalam *greenhouse* merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan produksi pada kondisi lahan yang semakin sempit. Keuntungan penggunaan *greenhouse* untuk budidaya tanaman yaitu memudahkan dalam pengontrolan tanaman, produksi tidak bergantung dengan musim, harga jual komoditi lebih tinggi dibandingkan dengan harga jual komoditi yang dibudidayakan secara tradisional di lahan terbuka.

Perawatan dalam budidaya tanaman sering kali masih dilakukan secara manual, sehingga akan menyita waktu dan memerlukan biaya tambahan untuk mempekerjakan orang agar tanaman bisa terawat dan terpantau secara baik (Kafiar, 2018). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Taramika, dkk (2014) tentang *Sistem Otomasi Dan Monitoring Miniatur Greenhouse Berbasis Web Server Dan Notifikasi SMS Dengan Arduino*, diperoleh hasil *greenhouse* dapat melakukan otomasi terhadap kebutuhan air, cahaya dan udara, selain itu dapat memberikan informasi melalui SMS mengenai waktu tanam, waktu pemupukan dan waktu panen tanaman. Munir (2010) menyatakan dalam penelitiannya tentang *Rancangan Smart Greenhouse dengan Teknologi Mobile untuk Efisiensi Tenaga, Biaya dan Waktu dalam Pengelolaan Tanaman* diperoleh hasil

penggunaan teknologi informasi meningkatkan efisiensi tenaga 50%, efisiensi waktu kerja 75% dan efisiensi biaya 15%.

Revolusi industri 4.0 merupakan kemajuan teknologi baru yang mengintegrasikan dunia fisik, digital dan biologis yang menghasilkan cara pandang baru dalam pekerjaan manusia secara fundamental (Hamdan, 2018). Revolusi industri 4.0 erat kaitannya dengan *Internet of Things* (IoT). IoT berfungsi sebagai penghubung antara dunia digital dan dunia fisik. Kemunculan IoT berpengaruh dalam berbagai macam industri seperti manufaktur, logistik, kesehatan, tata kota, pertanian (Setiadi, 2018). Implementasi IoT dalam bidang pertanian sudah banyak dikembangkan, seperti penelitian yang dilakukan oleh Rukmi, dkk (2016) tentang *Pengembangan Jamur Tiram dengan Teknologi Temperature and Humidity Control dan Optimasi pada Produksi Jamur Tiram* diperoleh hasil alat yang dibuat dapat menjaga temperatur dan kelembapan udara di dalam kumbung sesuai dengan kebutuhan jamur. Implementasi IoT juga dijelaskan Setiadi (2018) tentang *Penerapan Internet Of Things (IoT) pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi)* diperoleh hasil tutup irigasi dapat berfungsi secara otomatis dan terdapat notifikasi ketika air meluap.

Mikrokontroler NodeMCU salah satu modul yang dapat digunakan untuk pengembangan teknologi IoT, karena sudah terdapat modul esp8266 yang sudah *support* terhadap jaringan internet (Wicaksono, 2017). Mikrokontroler NodeMCU juga digunakan dalam penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan (2018) untuk mengontrol volume air minum ayam, memberi pakan secara otomatis, mengatur suhu mengontrol pencahayaan kandang dan melakukan penyemprotan desinfeksi secara otomatis. Akbar, dkk (2018) menggunakan NodeMCU untuk memonitoring denyut jantung sebagai deteksi awal untuk penjegahan penyakit jantung dengan memberikan informasi melalui SMS *gateway*. SMS yang dikirim berisi informasi mengenai denyut jantung dari pasien sehingga dapat diketahui kondisi jantung seorang pasien dalam kategori normal atau tidak normal. Romoadhon dan Anamisa (2017) menggunakan NodeMCU untuk mengontrol peralatan rumah tangga seperti lampu, mengunci pintu rumah dan mengawasi kondisi didalam rumah dari jarak jauh melalui kontrol yang berasal dari *smartphone*.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang dituangkan dalam karya tulis ilmiah yang berjudul "Rancang Bangun

Alat Monitoring, Kontrol Suhu, Kelembapan Udara Dan Tanah Untuk *Greenhouse* Menggunakan *Mikrokontroller Nodemcu* Berbasis *Internet Of Things (Iot)*".

B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana rancang bangun alat monitoring dan kontrol *greenhouse* berbasis *internet of things (IoT)*?
2. Bagaimana prinsip kerja alat monitoring dan kontrol *greenhouse* melalui aplikasi *smartphone* dari jarak jauh?
3. Bagaimana tingkat efektivitas alat monitoring dan kontrol berbasis *internet of things (IoT)*?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui cara mengontrol dan memonitoring *greenhouse* dari jarak jauh sehingga memudahkan petani dalam merawat tanaman.
2. Mengetahui efektivitas alat monitoring dan kontrol yang telah dibuat.

D. Manfaat penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini ada dua yaitu manfaat bagi peneliti dan manfaat bagi petani:

1. Manfaat Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai referensi ilmiah dalam bidang pertanian modern berbasis mikrokontroller dan teknologi *Internet of Things* (IoT).

2. Manfaat Bagi Petani

- a. Membantu petani dalam melakukan perawatan khususnya penyiraman, karena penyiraman dapat dilakukan secara otomatis sesuai dengan kebutuhan tanaman.
- b. Memudahkan petani dalam pemantauan atau monitoring *greenhouse* sehingga petani tidak perlu datang untuk mengetahui kondisi *greenhouse*.

E. Batasan Masalah

Melihat dari beberapa permasalahan yang ada, maka penulis membatasi masalah dari sistem ini:

1. Menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, sensor ultrasonik untuk mengukur air dalam penampungan air dan *soil moisture sensor* untuk kelembapan tanah.
2. Penelitian difokuskan pada rancang bangun alat.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Greenhouse

Greenhouse merupakan rumah tanaman yang dirancang untuk melindungi tanaman dari faktor lingkungan yang tidak menguntungkan dan memanipulasi lingkungan agar tercipta kondisi lingkungan sesuai untuk pemeliharaan tanaman (Afipudin, 2016). Budidaya tanaman dengan menggunakan *greenhouse* dapat meningkatkan hasil produksi. Holtikultura menjadi salah satu solusi dalam rangka Indonesia menuju swasembada pangan. Budidaya tanaman dengan metode *greenhouse* memungkinkan semua kalangan masyarakat dapat membudidayakan tanaman meskipun terbatasnya lahan untuk budidaya tanaman (Telaumbanua, 2014). Ayat yang sesuai dengan budidaya tanaman adalah QS. Yaasiin: 33 (Kementerian Agama RI, 2012).

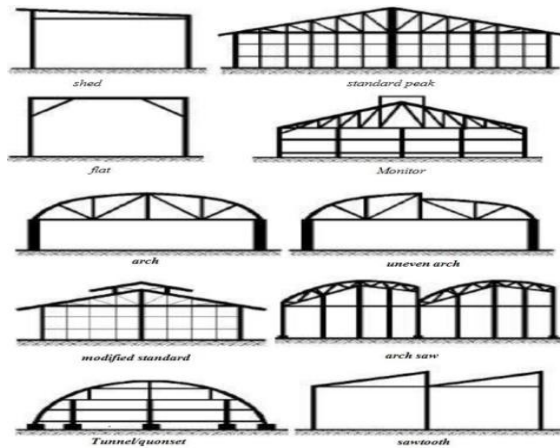
وَأَيُّ لَّهِمُ الْأَرْضِ الْمَيْتَةُ أَحْيَيْنَاهُ وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ

Artinya: “Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan kami keluarkan

daripadanya biji-bijian, maka daripadanya mereka makan” (QS. Yaasiin: 33).

QS. Yaasiin ayat 33 menjelaskan bahwa bumi diibaratkan planet yang mati karena belum ada kehidupan. Bumi mengalami perkembangan sehingga memungkinkan adanya kehidupan. Allah menyediakan tanaman bagi manusia. Tanaman berfungsi sebagai suplai oksigen bagi kehidupan dan menjadi sumber makanan bagi makhluk hidup di bumi (Kementerian Agama RI, 2012).

Aspek yang diperhatikan dalam budidaya tanaman menggunakan *greenhouse* yaitu: jenis dan bentuk atap *greenhouse*. Jenis dan bentuk atap *greenhouse* dapat dilihat pada gambar 2.1. *Greenhouse* jenis *unblella efek* cocok digunakan di Indonesia, namun masyarakat banyak menggunakan *greenhouse* tipe *modified standard peak* karena menyesuaikan dengan iklim di Indonesia dan mempunyai bentuk atap berundak dengan kemiringan atap 25°-30° termasuk optimal dalam mentransmisikan sinar matahari yang masuk ke dalam *greenhouse* (Suhardiyanto, 2009).



Gambar 2.1 Bentuk-Bentuk Penampang Melintang Atap *Greenhouse*

Istilah dari *greenhouse* adalah "rumah kaca", karena sebagian besar *greenhouse* dinding dan atapnya terbuat dari bahan yang tembus cahaya seperti kaca, akrilik, plastik dan sejenisnya (Mustofa, 2018). Dinding dan atap *greenhouse* yang terbuat dari bahan yang tembus cahaya seperti kaca, plastik dll. mempunyai fungsi untuk menjaga kondisi iklim yang menguntungkan untuk tumbuhan (Baird, 2011). Penutup *greenhouse* pada umumnya menggunakan plastik ultraviolet Plastik UV atau plastik ultraviolet merupakan plastik digunakan untuk pembuatan *greenhouse* karena dilapisi dengan bahan kimia spesifik. Bahan kimia ini berfungsi untuk membuat perlindungan tumbuhan dari cahaya ultraviolet

secara langsung, melindungi dari air hujan dengan tumbuhan, tidak mudah rusak akibat paparan sinar matahari dan mampu mentransmisikan sinar matahari sesuai dengan kebutuhan tumbuhan (Lim, 2019).

2. Cabai Rawit

a. Pengertian dan Morfologi Cabai Rawit

Cabai rawit merupakan tanaman perdu dari keluarga terung-terungan (*Solananceae*), dengan memiliki kurang lebih 90 genus dan sekitar 2.000 spesies yang terdiri tumbuhan herba, semak, dan tumbuhan kerdil lain (Setiadi, 2006). Cabai awalnya ditemukan oleh Chirtophorus Columbus tahun 1490 diwilayah San Salvador, memiliki rasa yang pedas dan aroma yang sangat tajam berbeda dengan paprika yang merupakan jenis cabai yang terdapat di Eropa (Setiadi, 2006). Cabai rawit memiliki karakteristik berbentuk perdu, berdiri tegak dengan batang berkayu, dan banyak memiliki cabang. Tinggi tanaman dewasa mencapai 120 cm dengan lebar mahkota tanaman 50-90 cm (Setiadi, 2006). Klasifikasi cabai rawit menurut Warisno dan Dahana (2010) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Solanales
Famili : Solanaceae
Genus : Capsicum
Spesies : *Capsicum frutescens L.*

- b. Morfologi tanaman cabai terdiri dari, akar, batang, daun, buah dan biji

1.1. Akar

Akar merupakan bagian tumbuhan yang terdapat di dalam tanah, dengan arah tumbuh menuju pusat bumi atau air dan meninggalkan cahaya dan udara (Tjitrosoepomo, 2016). Tanaman cabai memiliki akar serabut dengan bintil-bintil yang merupakan hasil simbiosis dengan mikroorganisme. Meskipun memiliki akar serabut namun terdapat beberapa akar tanaman yang tumbuh ke arah bawah yang berfungsi sebagai akar tunggang semu (Rustandi, 2013). Akar memiliki karakteristik berwarna kakuning-kuningan dan bentuk meruncing pada

bagian ujung akar. Akar memiliki fungsi untuk membantu penyerapan air dan unsur hara, yang selanjutnya akan diteruskan ke batang dan daun (Rosanti, 2013).

1.2. Batang

Batang merupakan bagian sumbu tanaman yang bergerak ke arah cahaya, dengan meninggalkan tanah, air dan pada umumnya berbentuk bulat. Batang terdiri dari buku-buku dan ruas-ruas yang digunakan untuk melekatnya daun (Tjitrosoepomo, 2016). Batang berfungsi memperkokoh berdirinya tumbuhan, sebagai jalur transportasi air dan unsur hara yang dibawa dari akar menuju daun (Rosanti, 2013). Batang pada tanaman cabai berwarna hijau dan hijau tua atau hijau muda. Batang yang telah tua (bagian paling bawah) berwarna coklat tua disebut sebagai kayu semu, perubahan warna tersebut diperoleh dari pengerasan jaringan parenkim. Batang akan tumbuh

kurang lebih 100 cm (Waresno dan Dahana, 2010).

1.3. Daun

Daun merupakan bagian tumbuhan yang berbentuk lembaran pipih (Tjitrosoepomo, 2016). Daun tumbuh dan melekat pada batang. Daun berfungsi sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis dan organ pernafasan. Daun memiliki warna hijau yang berasal dari kandungan hijau daun yang disebut sebagai *klorofil* (Rosanti, 2013). Berdasarkan spesies dan varietasnya, bentuk daun tanaman cabai ada yang berbentuk oval atau bulat lonjong dengan ujung meruncing dan ditopang oleh tangkai daun yang mempunyai tulang daun menyirip (Agromedia, 2018). Ukuran daun tanaman cabai memiliki panjang 3-11 cm dan lebar 1-5 cm (Waresno dan Dahana, 2010).

1.4. Buah dan Biji

Buah adalah organ pada tanaman berbunga yang berasal dari

perkembangan lanjutan dari bakal buah sebagai hasil dari penyerbukan (Rosanti, 2013). Buah tanaman cabai rawit berbentuk serrano dan berwarna hijau tua ketika muda kemudian berubah menjadi merah gelap ketika tua (Waresno dan Dahana, 2010). Biji yang terdapat di dalam cabai dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu, berbiji banyak, berbiji sedikit, dan tidak berbiji sama sekali. Biji cabai berbentuk pipih dengan warna putih krem atau kekuningan serta memiliki diameter biji 1-3 mm dengan ketebalan 0,2-1 mm. Cabai mempunyai bentuk yang tidak beraturan dan hampir menyerupai bentuk oktagon (Ripangi, 2017).

c. Syarat Tumbuh Cabai

Pertumbuhan tanaman cabai agar menghasilkan buah dengan kualitas baik tentunya terdapat standart minimal agar menghasilkan cabai sesuai dengan keinginan. Menurut Ripangi (2017) syarat tumbuh cabai ada lima indikator yaitu: letak geografis, iklim, air, tanah dan biotik.

1.1. Letak Geografis

Tanaman cabai dapat tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi (1.800 diatas permukaan laut). Tanaman cabai tidak membutuhkan tempat dengan ketinggian yang khusus sebagai syarat tumbuh (Ripangi, 2017). Tanaman cabai dapat ditanam di dataran rendah, menengah dan dataran tinggi (Agromedia, 2008). Menurut Rukmana (2002) menyatakan tiga bagian yang dapat ditanami cabai yaitu daratan rendah (0–200 m dpl.), dataran menengah (201–700 m dpl.), dan dataran tinggi (lebih dari 700 mdpl.).

1.2. Iklim

Rukmana (2002) menyatakan faktor iklim yang berpengaruh terhadap tanaman cabai rawit yaitu suhu udara, kelembapan udara curah hujan dan tipe iklim. Suhu rata-rata yang diperlukan agar dapat tumbuh dengan optimal yaitu 19-30°C (Sarpian, 2003). Jika suhu diatas 32°C pada siang hari dan dibawah 16°C pada malam

hari akan mengakibatkan kegagalan pada proses pembungaan dan pembuahan (Rukmana, 2002). Tanaman cabai dapat tumbuh baik didaerah yang memiliki kelembapan udara tinggi sampai sedang. Kelembapan udara yang ideal untuk tanaman cabai yaitu 50-80% (Rukmana, 2002). Selain kelembapan udara, kelembapan tanah juga harus tinggi. Namun, air tidak boleh tergenang dilahan, karena akan menghambat pertumbuhan akar dan merangsang munculnya penyebab penyakit (Waresno dan Dahana, 2008). Kelembapan tanah yang diperlukan oleh tanaman cabai yaitu berkisar 50-70% (Yahwe, 2016).

1.3. Air

Air berperan penting bagi tanaman untuk bertahan hidup. Air berfungsi untuk membantu penyerapan unsur hara dari dalam tanah oleh akar tanaman, mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tanaman dan membantu *suplay* oksigen. Keberadaan air harus

sesuai dengan kebutuhan karena apabila tanah mengalami kekurangan atau kelebihan kadar air akan berdampak buruk pada tanaman bahkan dapat menyebabkan tanaman mati (Ripangi, 2017).

1.4. Tanah

Tanah perlu diperhatikan dalam penanaman cabai rawit yaitu jenis tanah dan reaksi tanah (pH). Tanaman cabai menyukai tanah yang gembur dan memiliki banyak kandungan unsur hara dan kadar keasaman atau pH yang sesuai yaitu: 6,5-7,5. Tanaman cabai dapat hidup pada pH rendah yaitu 4 (Ripangi, 2017).

1.5. Biotik

Faktor biotik merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan, karena dapat menurunkan hasil panen jika tidak diatasi dengan benar. Faktor biotik terdiri hama tanaman, patogen, gulma, dll. (Ripangi, 2017).

3. Mikrokontroler NodeMCU

Mikrokontroler NodeMCU dapat dilihat pada gambar 2.2 merupakan sebuah *platform open source* yang terdiri dari perangkat keras *System On Chip* ESP8266 dari ESP8266 buatan *Espressif System*. NodeMCU dapat disebut sebagai *board* Arduinonya ESP8266. Setiap board NodeMCU sudah mempunyai fitur bawaan layaknya mikrokontroler yang mampu mengakses terhadap Wifi dan *chip* komunikasi *USB to serial*. Perkembangannya hanya diperlukan ekstensi kabel data USB. NodeMCU terus mengalami perkembangan saat ini terdapat tiga versi yang dikembangkan oleh Amica, Doit dan Lolin yang dikenal dengan *board v.0.9 (V1)*, *board v 1.0 (V2)*, dan *board v 1.0 (V3/Lolin)*. NodeMCU V3 diklaim memiliki antarmuka USB yang lebih cepat, generasi ketiga ini juga ditambahkan 2 pin cadangan untuk USB dan pin yang lain untuk GND tambahan seperti yang terlihat pada Gambar 2.3 (Saputro, 2017). NodeMCU V3 adalah versi mikrokontroler yang digunakan untuk penelitian penulis, mikrokontroler berfungsi untuk tempat untuk pertukaran data, menerima dan pemrosesan nilai inputan yang berasal dari sensor.

Kelebihan mikrokontroler NodeMCU yaitu memiliki bahasa pemrograman ringkas, fleksibel dan ringan dalam menjalankan bahasa yang memiliki tingkat kesulitan yang rendah yang bernama Lua yang berarti “Bulan” dalam bahasa Portugis (Mutiara, 2012). Fitur *NodeMCU* yaitu bersifat *open source*, interaktif, biaya tergolong rendah, sederhana, *smart*, memiliki kapasitas penyimpanan 4Mb dan memiliki tegangan masukan sebesar 5V (Setiawan, 2017).

Kelebihan NodeMCU dari mikrokontroler lain yaitu dapat terkoneksi dengan internet secara langsung tanpa menambahkan modul wifi sehingga memungkinkan untuk mengirim dan menerima data dari internet. Kelebihan tersebut, mendukung untuk pengembangan sebuah produk menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT).

IoT bekerja dalam mencari dan mengumpulkan berbagai data dari lapangan yang akan diolah menjadi data baru yang lebih bermanfaat (Ayu, 2019). IoT dapat didefinisikan sebagai suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari jaringan internet dengan kemampuan yang bisa dimanfaatkan untuk pengendalian peralatan elektronik dari jarak jauh, berbagi data dan sebagainya (Efendi, 2018). IoT

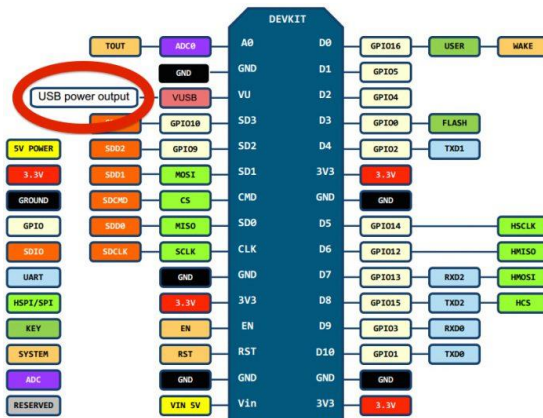
pada dasarnya mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai *representative virtual* dalam struktur berbasis internet bisa dirasakan dengan adanya teknologi IoT yaitu pekerjaan dapat dilakukan dengan cepat, mudah, dan efisien (Kurniawan, 2018). IoT erat kaitannya dengan Revolusi Industri 4.0 karena menjadi salah satu unsur utama yang berpengaruh dalam berbagai proses perindustrian terutama fungsinya sebagai pengumpulan informasi atau *data miner* (Ayu, 2019).

Istilah "Revolusi Industri" diperkenalkan oleh Friedrich Engels dan LouisAuguste Blanqui di pertengahan abad ke-19. Revolusi Industri 4.0 dimulai pada Era 2000-an hingga saat ini merupakan era penerapan teknologi modern. Revolusi Industri 4.0 merupakan kemajuan teknologi baru yang mengintegrasikan dunia fisik, digital dan biologis, dimana terdapat perubahan cara hidup kerja manusia secara fundamental (Hamdan, 2018). Hamdan (2018) menyatakan bahwa perkembangan teknologi yang semakin berkembang pesat disemua disiplin ilmu, diantaranya dibidang *artificiall intellegent*, teknologi nano, bioteknologi dan *Internet of Things*. sehingga

memberikan dampak pertumbuhan ekonomi semakin meningkat.



Gambar 2.2 NodeMCU (Wicaksono, 2017)



Gambar 2.3 Pin NodeMCU V3 (Saputro, 2017)

4. Arduino IDE

Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) adalah *software* yang ditulis dengan menggunakan java. Arduino IDE merupakan aplikasi bawaan arduino, aplikasi ini berguna untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* arduino. *Source code* biasa disebut juga sebagai *sketches* yang berarti logika dan algoritma yang akan

diupload ke dalam IC mikrokontroler arduino (Susanto, 2015). Menurut Syahwill (2013) jendela utama Arduino IDE terdiri dari tiga bagian utama dapat dilihat pada gambar 2.4.

Bagian atas (area perintah) yaitu *Toolbar* yang terdiri dari menu *file, edit, sketch, tools* dan *help*. Bagian tengah (area text), berfungsi untuk menulliskan program/*sketch*. Bagian bawah (jendela pesan) berfungsi untuk memberitahukan apabila terjadi kesalahan dalam penulisan *sketch* dan berisi pesan error.

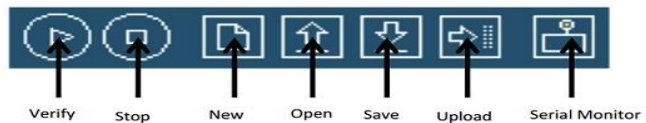


Gambar 2.4 Jendela pada *Arduino IDE* (Syahwill, 2013)

Fungsi dari masing-masing bagian toolbar arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.5: (Agung, 2014)

- Tombol *Verify*: mengecek kode *sketch* yang eror sebelum *upload* ke *bord* Arduino

- b. Tombol *New*: menciptakan program baru yang masih kosong dari jendela editor,
- c. Tombol *Open*: membuka file yang ada dalam sistem file.
- d. Tombol *Save*: berfungsi untuk menyimpan program yang telah dibuat.
- e. Tombol *Upload*: Meng-*upload* pada bord Arduino.
- f. Tombol *Stop*: menghentikan serial monitor.
- g. Tombol *Serial monitor*: menampilkan data serial yang dikirimkan dari *bord* Arduino.



Gambar 2.5 Toolbar Jendela Arduino IDE (Syahwill, 2013)

5. *Android*

Android adalah sistem operasi dan *platform* pemrograman yang dikembangkan oleh *google* untuk ponsel cerdas dan perangkat seluler lainnya seperti tablet. *Android* menyediakan kit *development* perangkat lunak untuk menulis kode asli dan perakitan modul perangkat lunak untuk membuat aplikasi bagi pengguna *android* (anonim, 2016). *Android* pertama kali dirilis pada 5 Oktober 2007 sebagai hasil kerjasama antara *Google inc* dengan

Android.inc yang merupakan perusahaan baru yang membuat piranti lunak untuk ponsel. Selanjutnya karena android mempunyai prospek yang cerah, maka untuk mengembangkan *android* dibentuklah organisasi yang bernama *Open Handset Alliance*, sebuah konsorsium yang terdiri dari 34 perusahaan piranti perangkat lunak, piranti keras, dan telekomunikasi termasuk *Google, Motorola, Intel*, dll. Kerjasama yang terjalin tersebut memunculkan dua jenis sistem distributor *android*, yaitu *Open handset distributor* (memiliki lisensi bebas) dan *Google mail servise (GSM)* yang memperoleh dukungan dari *Google* (Khotimah, 2014).

Versi *android* terus dikembangkan oleh *google*, mulai dari versi yang pertama hingga versi yang baru dirilis bernama *Android 10*, dengan penyempurnaan fitur mode malam serta peningkatan fitur sound amplifier untuk mengatur kualitas audio. Pengembangan versi antara enam sampai sembilan bulan, dalam penamaan *android* versi terbaru menggunakan nama-nama makanan (Takdirillah, 2020).

6. *APP Inventor*

APP Inventor adalah sebuah pemrograman visual yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi android yang berbasis *visual block programming* sehingga pengguna bisa membuat aplikasi tanpa menulis coding. *Visual block programming* yaitu dalam membuat aplikasi *android* pengguna dapat menyusun dan *drag-drop* blok yang merupakan simbol-simbol perintah dan berisi fungsi atau perintah-perintah tertentu. *APP Inventor* sangat diminati karena mempunyai *fitur drag* dan *drop interface* sehingga memudahkan *user* untuk menyusun atau membuat program (Komputer, 2013).

Pemrograman visual yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi berbasis *android* yang didukung dengan fitur *drag-drop tool* dan dapat mendisain *user interface* dari sebuah aplikasi menggunakan *web Graphical User Interface* (GUI) (Komputer, 2013). Berbagai aplikasi bisa dibuat menggunakan *APP Inventor* misalnya, aplikasi *games*, tracking lokasi, edukasi, SMS. Selain kemudahan dalam membuat sebuah aplikasi berbasis *android*, *APP Inventor* memiliki fitur-fitur yang dapat mendukung agar mampu mewujudkan sebuah aplikasi yang baik.

Berikut adalah beberapa fitur yang dimiliki oleh *APP Inventor* (labsmart.blogspot.com diakses pada 24 April 2019).

7. Desainer

Dalam fitur desainer dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:

- a. *Palette*: berisi seluruh komponen yang bisa digunakan untuk membuat aplikasi.
- b. *Add/Remove Screen*: digunakan untuk menambahkan atau menghapus *screen*.
- c. *Komponen*: berisi komponen yang telah diambil dan digunakan pada aplikasi.
- d. *Properties*: digunakan untuk mengatur properti yang akan digunakan. Setiap komponen memiliki properti yang dapat diatur sesuai keinginan.
- e. *Open the block editor*: digunakan untuk mengaktifkan block editor
- f. *Package for phone*: digunakan untuk mencoba aplikasi yang telah dibuat pada *smartphone*.
- g. *Viewer*: digunakan untuk meletakkan komponen dan mendesain *interface* sesuai dengan keinginan *user*, dan nantinya hasil

perakitan akan terlihat ketika *project* dijalankan.

8. *Block Editor* (Merakit Block)

Block editor menggunakan bahasa pemrograman Java, fitur ini digunakan untuk membuat dan mengatur behavior dari komponen yang telah dipilih pada komponen desainer. *Block editor* dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

- a. *Built-in*: merupakan *block* dasar dari komponen *APP Inventor*.
- b. *Advance* : *block* pelengkap yang terdapat pada *my block*.
- c. *New emulator*: digunakan untuk mengaktifkan *emulator*.
- d. *Connect to device*: menu yang digunakan untuk menghubungkan project dengan *emulator* (HP *android*).

9. Komponen-komponen elektronika

Komponen elektronika yang digunakan untuk pengembangan sistem IoT yaitu:

a. Modul *Relay*

Relay dapat dilihat pada gambar 2.6 merupakan komponen elektromagnetik yang terdiri dari elektromagnet (*coil*) dan mekanikal

(*switch*) yang dioperasikan menggunakan arus yang kecil dan mampu menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. *Relay* dapat digunakan untuk menjalankan fungsi logika, memberikan fungsi penundaan waktu, melindungi motor atau komponen dari kelebihan tegangan atau hubung singkat (*Short*) (Saleh & Haryati, 2017).



Gambar 2.6 Relay (Syam, 2013)

b. *Exhaust Fan*

Exhaust fan merupakan sejenis kipas angin yang berfungsi untuk menjaga sirkulasi udara di suatu ruangan. Prinsip kerja *exhaust fan* yaitu mengeluarkan udara di ruangan dan secara bersamaan udara bersih dari lingkungan luar ruangan masuk sehingga sirkulasi udara terus berputar agar kualitas udara tetap dalam kondisi yang baik. *Exhaust fan* yang digunakan yaitu tipe Wall Mount atau dinding karena pemasangannya diletakkan di dinding (Ferdiansyah, 2017).

c. Pompa Air

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis untuk menaikkan cairan atau fluida dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah rendah ke daerah tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. (Naibaho, 2017).

d. *Humidifier*

Humidifier adalah salah satu jenis pengatur kelembapan udara yang berfungsi untuk meningkatkan kelembapan udara di ruangan. Salah satu *humidifier* adalah menggunakan transduser ultrasonik. Prinsip kerja *humidifier* diawali dengan adanya gelombang ultrasonik yang merambat menuju suatu zat cair yang dapat menimbulkan efek kavitasi. Efek kavitasi terjadi karena tekanan local pada zat caie di sekitar transduser ultrasonik menurun hingga harga yang cukup rendah di bawah tekanan uap jenuh zat cair. Hasil efek kavitasi berupa munculnya gelembung-gelembung kecil yang naik menuju permukaan air, kemudian gelembung-gelembung tersebut lepas ke udara menjadi uap air (Jannah, 2017).

e. *Solenoid Valve*

Solenoid valve adalah katup yang digerakkan oleh energi listrik, mempunyai kumparan yang berfungsi untuk menggerakkan katub magnet yang dapat digerakkan oleh arus AC maupun DC (Subandi, 2014). *Solenoid valve* adalah keran elektromekanik yang dapat bekerja secara otomatis jika mendapatkan sinyal *high* yang akan mengaktifkan kerja dari katub yang terdapat pada keran elektrik (Kurniasih, 2016).



Gambar 2.7 Solenoid Valve (Kurniasih, 2016)

f. Sensor

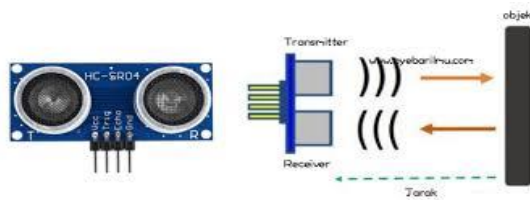
Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses pengukuran suatu variabel yang akan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali

nilai variabel tersebut (Syam, 2013). Widiyantoro (2013) menyatakan terdapat syarat-syarat yang harus dipenuhi agar sensor dapat digunakan sebagai parameter pengukuran, yaitu harus memiliki sensitivitas yang tinggi, linier, stabilitas tinggi, kecepatan respon terhadap objek yang diukur, dan akurat. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.1. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor Ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor pengukur jarak berdasarkan gelombang ultrasonik. Sensor ultrasonik bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang pantulan gelombang suara, dimana sensor ini menghasilkan gelombang suara yang kemudian menangkapnya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraannya. Perbedaan gelombang suara yang dipancarkan dan gelombang yang diterima kembali sebagai hasil dari gelombang yang di pantulkan dari obyek adalah berbanding lurus dengan jarak

(Arasada, 2017). Sensor Ultrasonik HC-SR04 dibuat oleh perusahaan Parallax yang merupakan versi *low* dari sensor ultrasonik PING. Perbedaan antara sensor ultrasonik PING dengan sensor ultrasonik HC-SR04 terdapat pada jumlah pin yang digunakan, pada HC-SR04 menggunakan 4 pin dengan pin *trigger* dan pin *output* diletakkan terpisah sedangkan pada PING menggunakan 3 pin dan menjadikan pin *trigger* dan pin *output* diletakkan pada satu jalur (Irawan, 2018). Spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut: Jangkauan deteksi: 2-500 cm, sudut deteksi yang baik yaitu 15 derajat, tegangan kerja 5 *volt* dan frekuensi ultrasonik 40 kHz. Dapat dihubungkan langsung dengan kaki mikrokontroller. Memiliki nilai eror relatif dalam pengukuran sebesar 1,7% dan akurasi pengukuran sebesar 99,94% (Indrayana, 2017).

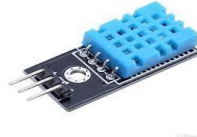


Gambar 2.8 Sensor Ultrasonik HC-SR04
(Syam, 2013)

1.2. Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan. Sensor DHT11 memiliki kelebihan dengan memiliki tingkat stabilitas yang baik dan fitur kalibrasi yang disimpan dalam OTP program memori dengan keakuratan yang tinggi (Syam, 2013). Sensor DHT11 juga memiliki kemampuan untuk membaca data dengan cepat, dan transmisi sinyal hingga 20 meter. Menurut Giashinta (2018) spesifikasi spesifikasi sensor DHT11 adalah sebagai berikut: memiliki tegangan masukan 5 V, memiliki rentang temperature 0-50 °C dengan presisi pengukuran ± 2 °C, memiliki rentang

kelembapan udara 20-90 % dengan presisi pengukuran $\pm 5\%$.



Gambar 2.9 Sensor DHT11 (Syam, 2013)

1.3. *Soil Moisture Sensor*

Soil moisture ideal untuk mendeteksi tingkat air pada pekarangan ataupun sawah. *Soil Moisture sensor* memiliki dua *probe* yang berfungsi untuk mendeteksi adanya tingkat air dengan menghantarkan arus, pembacaan tingkat kelembapan dilakukan dengan cara membaca nilai resistansinya. Semakin banyak kandungan air dalam tanah maka tanah semakin mudah untuk menghantarkan listrik (nilai resistansi kecil), sebaliknya tanah dengan kandungan air sedikit atau tanah kering sulit untuk menghantarkan listrik (nilai resistansi besar) (Sulistiawan, 2017). Menurut Husdi (2018) Spesifikasi *Soil*

Moisture sensor adalah sebagai berikut: power supply 3,3 V atau 5 V, tegangan keluaran 0,42 V dan arus listrik 35 mA, memiliki value range ADC sebesar 1024 bit mulai dari 0 -1023 bit. inialisasi kabel= analog *output* (biru), *ground* atau GND (hitam) dan *power* (merah) dan memiliki nilai eror relatif dalam pengukuran sebesar 1,04% (Fahmi, 2017).



Gambar 2.10 *Soil Moisture Sensor* (Husdi, 2018)

B. Kajian Pustaka

Kajian pustaka digunakan sebagai informasi dasar yang dimaksudkan untuk mencegah terjadinya penelitian yang sama dan mencegah terjadinya plagiasi. Kajian pustaka dalam penelitian ini sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Sumarudin pada tahun 2019 yang berjudul "*Sistem Monitoring Tanaman Hortikultura Pertanian di Kabupaten Indramayu Berbasis Internet Of Things*". Penelitian ini bertujuan untuk

membantu petani dalam meningkatkan produksi pertanian dan memberikan petunjuk dalam mengelola tanaman hortikultura. Hasil penelitian menunjukkan sistem dapat memberikan data pertanian mengenai pemberian air, pupuk, umur tanaman dan kondisi tanaman.

Penelitian yang dilakukan oleh Mulyono, dkk pada tahun 2018 dengan judul "*Penggunaan Node-Red pada Sistem Monitoring dan Kontrol Greenhouse Berbasis Protokol MQTT*". Penelitian ini bertujuan meningkatkan kemampuan sistem untuk monitoring dan kontrol *greenhouse*. Hasil penelitian menunjukkan sistem dapat bekerja secara otomatis dalam mentabilkan kondisi di dalam *greenhouse*. Kontrol *greenhouse* menggunakan aplikasi blynk yang terdapat di *smartphone*, kontrol dari *user* berfungsi untuk menjalankan aktuator yang terdapat di *greenhouse*.

Penelitian yang dilakukan oleh sawidin, dkk pada tahun 2015 dengan judul "*Monitoring Kontrol Greenhouse untuk Budidaya Tanaman Bunga Krisan dengan Lebview*". Penelitian ini bertujuan membantu petani dalam budidaya tanaman bungan krisan agar dapat mengatur proses penyinaran dan penyiraman secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan sistem dapat berfungsi dengan baik dan sistem terintegrasi secara otomatis akan bekerja untuk mengatur suhu dan kelembapan udara. Suhu dan

kelembapan udara rata-rata di dalam *greenhouse* pada fase *vegetatif* dan *generative* setelah dilakukan monitoring selama 10 hari yaitu 15°-28°C dan 70%-90%.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya karena tanaman yang digunakan dalam penelitian adalah cabai rawit. Monitoring dan kontrol dapat dilakukan dari jarak jauh melalui aplikasi *smartphone* yang dibuat menggunakan *App Inventor*. Fitur yang disediakan yaitu dapat menampilkan hasil deteksi sensor secara *real time* dan terdapat tombol yang dapat digunakan untuk kontrol aktuator. Sistem yang dibuat sudah terintegrasi dengan IoT dengan memanfaatkan database *firebase* sebagai penyimpanan hasil deteksi sensor.

C. Kerangka Berfikir

Greenhouse merupakan salah satu media untuk budidaya pertanian agar lebih maksimal. Faktor lingkungan, hama tananam dan perubahan cuaca yang tidak menentu menjadi faktor pendorong petani untuk memanfaatkan *greenhouse* untuk budidaya tanaman pertanian. Penyiraman menjadi hal wajib yang harus dipenuhi agar tanaman yang dibudidayakan dapat memberikan hasil yang maksimal, namun sementara ini petani masih menggunakan penyiraman secara manual

sehingga lebih menguras tenaga dan menghabiskan waktu. Oleh karena itu, perancangan monitoring dan kontrol *smart greenhouse* akan meringankan pekerjaan petani, karena dengan adanya alat ini penyiraman bisa dilakukan secara otomatis, selain itu petani juga bisa memantau temperatur *greenhouse* secara *real time*. Sehingga lebih memudahkan petani dalam budidaya pertanian.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan membuat alat monitoring dan kontrol *greenhouse*. Monitoring dilakukan selama 7 hari dengan empat kali pengukuran dalam sehari yaitu pagi (07:00:00–08:00:00), siang (12:00:00–13:00:00), sore (16:00:00–17:00:00) dan malam (21:00:00–22:00:00). Parameter yang diukur yaitu suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah dan jarak pada penampungan air.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 1 Oktober – 1 Juni 2020. Penelitian dibagi menjadi dua tahap yaitu, perancangan alat dan pengujian alat. Perancangan alat dilakukan di Laboratorium Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dan pengujian alat dilakukan di Jl. Scientia Square Barat No.1 Ruko Pascal Barat No.1 Kabupaten Tangerang.

C. Alat dan Bahan Penelitian

Alat diperlukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Leptop: digunakan untuk merancang dan menuliskan program *hardware* dan *software*.
2. Kabel USB: Komunikasi antara mikrokontroller dengan laptop
3. Catu Daya 5V: digunakan sebagai sumber tegangan untuk alat yang dibuat
4. Multimeter Digital: mengukur hambatan, voltase dan koneksi antar komponen.
5. *App Inventor*: Membuat aplikasi agar dapat digunakan oleh *user* melalui *smartphone*
6. *Arduino IDE*: digunakan untuk menuliskan program pada mikrokontroller NodeMCU
7. *Google sketch Up*: digunakan untuk mendesain *greenhouse*
8. *Smartphone* : digunakan untuk memonitoring dan mengontrol *greenhouse*
9. Gunting, Palu dan Paku: digunakan untuk membangun *greenhouse*

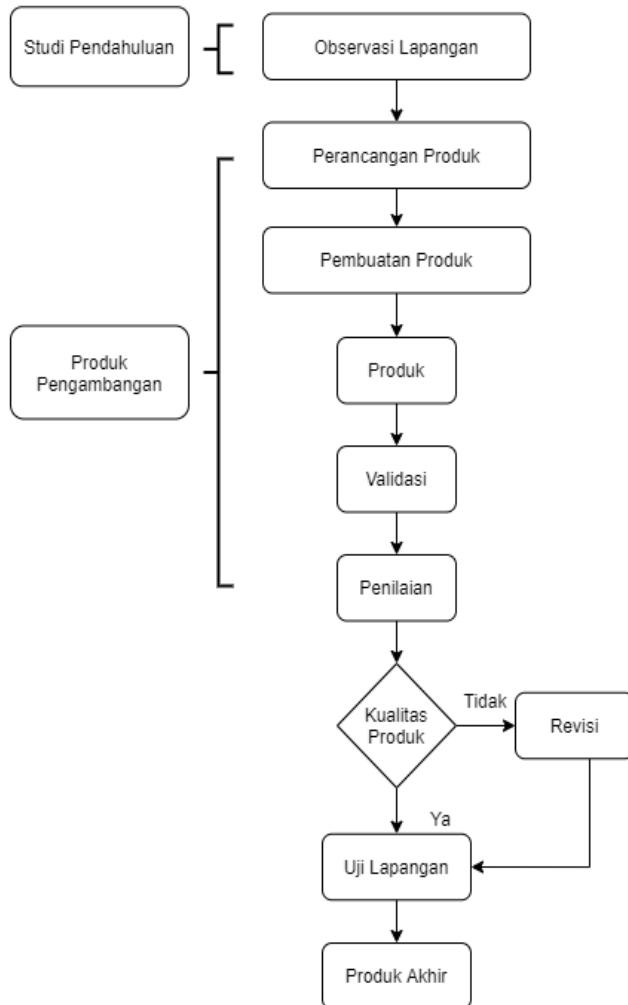
Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Bahan yang Digunakan Pada Penelitian

Bahan	Tipe/ Nilai	Jumlah
Mikrokontroller	NodeMCU	1 buah
Sensor suhu dan kelembapan	DHT11	1 buah
Sensor kelembapan tanah	<i>Soil Moisture</i>	1 buah
Sensor ultrasonik	HCSR-04	1 buah
Modul <i>relay</i> 4 chanel		1 buah
Pompa air		1 buah
<i>Exhaust fan</i>		1 buah
Kayu	3 meter	2 buah
Plastik ultraviolet	1 meter	3 buah
<i>Humidifier</i>		1 buah
Solenoid Valve		1 buah

D. Metodologi Penelitian

Metodologi pelaksanaan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1

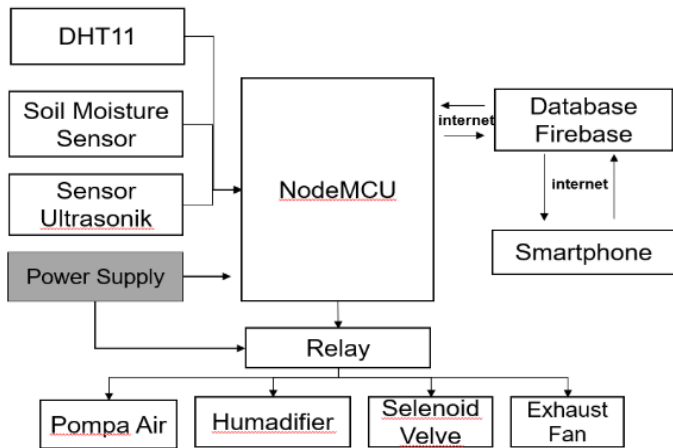


Gambar 3.1 Tahapan Penelitian Pengembangan

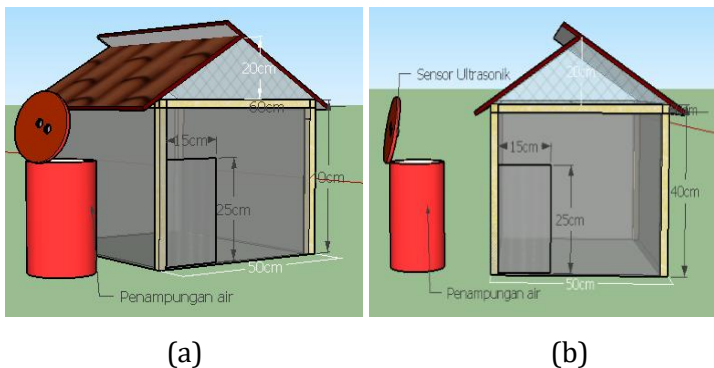
E. Desain Alat Monitoring dan Kontrol *Greenhouse* Serta Desain Aplikasi *Smartphone*

1. Desain Alat Monitoring dan Kontrol *Greenhouse*

Perancangan alat monitoring dan kontrol *greenhouse* merupakan penggabungan antara rangkaian alat dengan desain *greenhouse* dibuat dengan *Google SketchUp*. *Greenhouse* dibuat dengan ukuran $p \times l \times t = 60 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ dengan memiliki ventilasi agar terjadi pertukaran udara dan meminimalisir suhu di dalam *greenhouse*. *Greenhouse* yang dibuat dapat melakukan penyiraman secara otomatis dan dapat mendeteksi kondisi di dalam *greenhouse* dengan memanfaatkan sensor DHT11, *soil moisture sensor* dan sensor ultrasonik. Sensor DHT11 berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara di dalam *greenhouse*, *soil moisture sensor* berfungsi untuk mendeteksi kelembapan tanah dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi ketersediaan air di dalam tandon. Hasil deteksi sensor nantinya digunakan untuk melakukan manipulasi iklim di dalam *greenhouse* dengan bantuan aktuator *exhaust fan*, *humidifier*, pompa air dan solenoid valve. Proses pengoprasian alat dan desain alat dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem



Gambar 3.3 (a) *Greenhouse* Tampak Depan (b) *Greenhouse* Tampak Samping

2. Desain Aplikasi *Smartphone*

Perancangan aplikasi pada *smartphone* dibuat menggunakan aplikasi *App Inventor*. Aplikasi yang telah dibuat diharapkan bisa digunakan untuk

memonitoring dan mengontrol *greenhouse* dari jarak jauh. Desain aplikasi *smartphone* terdiri dari dua bagian, bagian pertama berfungsi untuk menampilkan hasil monitoring dari masing-masing sensor secara *real time* dan tombol kontrol yang terdapat di bawah. Parameter yang ditampilkan terdiri dari nilai temperatur dan kelembapan udara, nilai kelembapan tanah dan nilai pembacaan jarak seperti yang terlihat pada Gambar 3.4. Tombol kontrol berfungsi untuk mengontrol kondisi dari pompa air dan *exhaust fan* secara manual. Setiap tombol kontrol pada aplikasi *smartphone* sebenarnya terdiri dari dua tombol yaitu tombol *on* (warna hijau) dan tombol *off* (warna merah), hanya saja untuk tombol *off* akan muncul ketika tombol *on* ditekan dan tombol *on* akan digantikan oleh tombol *off* diposisi yang sama. Bagian yang kedua yaitu penyusunan program yang bertujuan agar disain yang telah dibuat dapat berfungsi dan dapat diintegrasikan dengan *hardware*. Penulisan program meliputi agar nilai parameter yang ditampilkan dalam *screen* sesuai dengan hasil deteksi masing-masing sensor dan dapat menampilkan setiap perubahan secara *real time* sesuai dengan yang sudah tersimpan di database *firebase*. Selanjutnya penyusunan program agar tombol kontrol

dapat mengontrol pompa air dan *exhaust fan* sesuai dengan keinginan *user*.

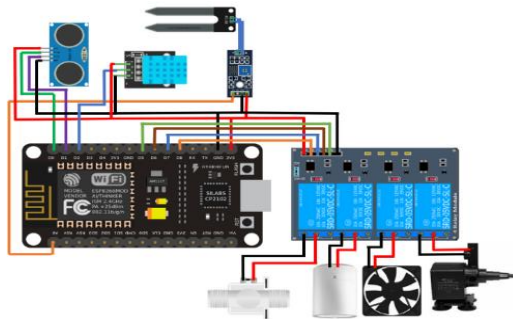


Gambar 3.4 Desain Aplikasi *Smartphone*

F. Perancangan *Hardware*

Perancangan pembuatan *smart greenhouse*, suhu, kelembapan udara dan kelembapan tanah yang terdapat di dalam *greenhouse* digunakan sebagai indikator sistem bekerja secara otomatis dengan menentukan batasan nilai (*set point*). Mikrokontroler NodeMCU berfungsi untuk mengatur suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah dan jarak pada penampungan air dengan menggunakan sensor DHT11, *soil moisture sensor* dan ultrasonik sebagai nilai masukan atau input. *Set point* untuk sensor DHT11 ada dua yaitu suhu diatur sebesar 30°C dan kelembapan udara 50%, untuk *soil moisture sensor* diatur sebesar 50% dan sensor ultrasonik diatur 10 cm dan 20 cm. Sensor

yang terdapat pada sistem berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembapan di dalam *greenhouse*, selanjutnya hasil pembacaan dari sensor akan menjadi acuan yang menentukan fungsi *relay*. Jika suhu di dalam *greenhouse* lebih dari 30°C, kelembapan udara kurang dari 50%, kelembapan tanah kurang dari 50% dan jarak tutup penampungan air dengan permukaan air lebih dari 20 cm maka relay akan aktif atau *on*. *Relay* berfungsi sebagai saklar yang mengatur kondisi pompa air, *exhaust fan*, *humidifier* dan *solenoid valve* agar bisa menstabilkan kondisi di dalam *greenhouse* secara efektif dan optimal. Berikut rangkaian konfigurasi komponen dapat dilihat pada Gambar 3.5.

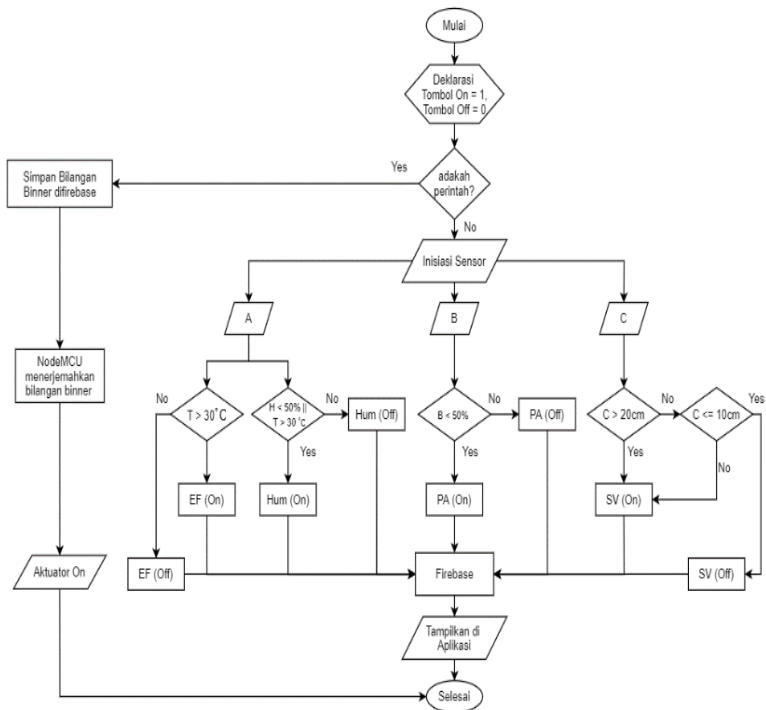


Gambar 3.5 Rangkaian Konfigurasi Komponen

G. Perancangan Software

Perancangan *software* dibagi menjadi dua yaitu penulisan program untuk mikrokontroler NodeMCU dan

perancangan aplikasi pada *smartphone*. Arduino IDE digunakan untuk menulis dan menjalankan program untuk mikrokontroler NodeMCU. Komunikasi serial yang digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler dengan komputer menggunakan *baudrate* 115200, yang berguna untuk menentukan frekuensi yang akan digunakan untuk jalur komunikasi. Penulisan program bertujuan agar mikrokontroler NodeMCU mampu mengirimkan data hasil deteksi masing-masing sensor dapat dikirim ke database *firebase* dan mikrokontroler NodeMCU mampu mengaktifkan *relay* berdasarkan perintah yang berasal dari aplikasi *smartphone*. *Flowchart* dan listing program NodeMCU dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan Lampiran 2.



Gambar 3.6 Flowchart Program Hardware

Keterangan:

A: Scan suhu dan kelembaban udara EF: Exhaust fan

B: Scan kelembapan tanah

Hum: Humidifier

C: Scan jarak

PA: Pompa air

H : Kelembapan udara (%)

SA: Selenoid valve

T : Suhu (°C)

Berikut beberapa tahapan agar mikrokontroler NodeMCU mampu menjalankan perintah tersebut, yaitu:

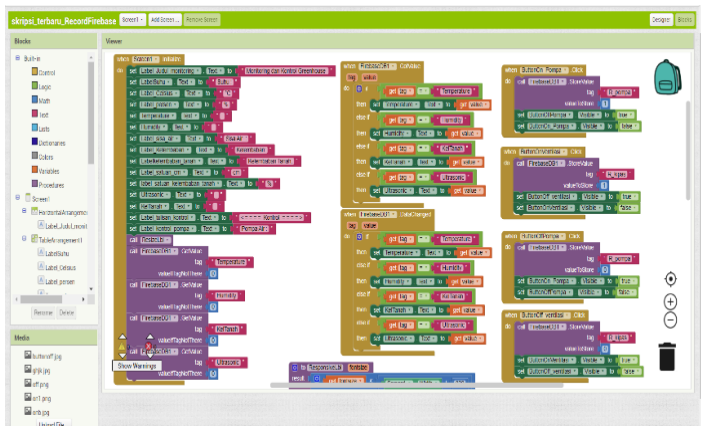
- a. Memastikan koneksi mikrokontroler NodeMCU dengan database *firebase* sudah terhubung.

- b. Memastikan mikrokontroller NodeMCU dapat mengirimkan data hasil deteksi sensor ke database *firebase*, yang berfungsi untuk menyimpan hasil pembacaan sensor.
- c. Memastikan aplikasi *smartphone* yang telah dibuat dapat menampilkan hasil pembacaan sensor yang terdapat di database *firebase* dan mampu mengontrol *relay* melalui tombol kontrol yang tersedia di aplikasi *smartphone*.

Perancangan aplikasi bertujuan agar aplikasi yang dibuat bisa digunakan untuk monitoring dan kontrol *greenhouse*. Perancangan aplikasi diawali dengan desain aplikasi dapat dilihat pada gambar 3.4, selanjutnya penulisan program, kemudian integrasi aplikasi dengan database *firebase*. Penulisan program bertujuan agar desain yang telah dibuat dapat berfungsi untuk kontrol aktuator dari jarak jauh dan dapat melakukan monitoring dengan menampilkan nilai hasil deteksi sensor yang mengalami perubahan secara *real time*. Block program dapat dilihat pada gambar 3.7.

Database Firebase berfungsi untuk menyimpan data hasil deteksi sensor dan sebagai penghubung antara aplikasi *smartphone* dan mikrokontroller NodeMCU. Setiap membuat project baru di dalam *firebase* terdapat

kode unik/token dan url yang membedakan antara satu project dengan project yang lain. Token dan url *firebase* perlu dicantumkan dalam pembuatan aplikasi dan penulisan program pada mikrokontroller NodeMCU agar dapat terintegrasi dengan baik. *Firebase* memiliki banyak fitur yang bisa dimanfaatkan, salah satu fitur yang digunakan dalam penelitian ini adalah *real time* database. *Real time* database mampu menyimpan semua perubahan data sesuai dengan pembacaan sensor yang mengalami perubahan secara *real time*. Setelah dilakukan integrasi dengan database *firebase*, harus dilakukan pengujian terlebih dahulu agar aplikasi siap untuk digunakan.



Gambar 3.7 Listing Program Aplikasi *Smartphone*

H. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja alat yang sudah dibuat dengan cara melihat fungsi masing-masing komponen dari alat tersebut setelah dilakukan pengukuran. Komponen yang menunjang kinerja alat seperti sensor berfungsi untuk memberikan inputan awal berupa nilai suhu dan kelembapan yang nantinya akan mempengaruhi kinerja sistem, apabila besarnya nilai suhu di dalam *greenhouse* tidak sesuai dengan data *real* maka akan terjadi kesalahan dalam pengambilan keputusan dan menyebabkan eror. Apabila setelah pengujian komponen belum menunjukkan hasil yang baik maka akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu revisi. Berikut beberapa komponen dan *software* yang akan dilakukan pengujian:

a. Pengujian Sensor

Pengujian sensor yang digunakan bertujuan untuk mengetahui akurasi dan ketelitian pada masing-masing sensor dan untuk mengetahui sensor dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Acuan yang digunakan yaitu thermometer ruangan dan hygrometer untuk sensor DHT11, *moisture* meter untuk *soil moisture sensor*, dan mistar untuk sensor ultrasonik. Hasil pengukuran selanjutnya

akan diralat terlebih dahulu untuk menghitung tingkat keakuratan datanya dengan langkah-langkah sebagai berikut (Arsini & Nurhayati, 2014):

- a) Menghitung nilai terbaik dari besaran yang teramati menggunakan persamaan:

$$\bar{x} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i$$

Dengan k adalah jumlah pengamatan yang dilakukan.

- b) Menghitung selisih nilai-nilai yang teramati atau deviasi menggunakan persamaan:

$$\delta x_i = x_i - \bar{x}$$

- c) Menghitung deviasi standar rata-rata dengan persamaan:

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k x_i (\delta x_i)^2}{k(k-1)}}$$

- d) Menghitung keseksamaan data hasil pengamatan menggunakan persamaan:

$$\text{keseksamaan} = 100\% - \left(\frac{s_x}{x}\right) \cdot 100\%$$

- e) Menghitung nilai hasil pengamatan setelah diralat dengan persamaan:

$$x = \bar{x} \pm s_{\bar{x}}$$

b. Pengujian Otomasi Alat

Pengujian otomasi alat bertujuan untuk mengontrol dan mengatur aktuator agar bisa berfungsi sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan berdasarkan nilai yang dikirimkan sensor ke mikrokontroller NodeMCU. Pengujian dilakukan dengan merangkai semua komponen menjadi satu kesatuan dan memberikan perintah menggunakan Arduino IDE.

c. Pengujian Aplikasi *Smartphone*

Pengujian aplikasi *smartphone* meliputi pengiriman dan pembacaan data di aplikasi *smartphone*, dan pengujian kontrol aktuator melalui tombol yang terdapat di aplikasi *smartphone*. Pengujian bertujuan untuk mengetahui aplikasi *smartphone* yang sudah dibuat dapat berfungsi dengan baik atau tidak.

I. Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat monitoring dan kontrol *greenhouse* pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Ukuran alat: panjang 60 cm, lebar 50 cm, tinggi 40 cm.
2. *Power supply*: Adaptor 12V/2A
3. *Mikrokontroller*: NodeMCU ESP8266
4. Sensor: DHT11, *soil moistur sensor*, ultrasonik
5. Aktuator: *exhaust fan*, *humidifier*, pompa air dan solenoid valve
6. Bahasa pemrograman: bahasa C++
7. Kelebihan alat: dapat dimonitoring dan kontrol dari aplikasi smartphone

BAB IV

Hasil DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Alat

Berikut adalah hasil pengujian *hardware* dan *software* yang telah diperoleh:

1. Hasil Pengujian Sensor DHT11

Hasil pengujian sensor DHT11 menggunakan sensor analog dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Suhu

Pengukur an ke-	Suhu (T) °C		Suhu (T _i)	deviasi (δT_i)	Kuadrat Deviasi (δT_i) ²
	Analog	Digital			
1	28.6	30	1.4	0.1	0.01
2	29.7	31	1.3	0	0
3	30.3	31.7	1.4	0.1	0.01
4	29.6	31	1.4	0.1	0.01
5	31.9	33	1.1	- 0,2	0.04
6	30.8	32	1.2	- 0.1	0.01
7	29.5	31	1.5	0.2	0.04
8	30.6	31	1.6	0.3	0.09
9	31.5	32.5	1.0	- 0.3	0.09
10	33.1	34	1.1	- 0.2	0.04
jumlah			13		0.34

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kelembapan Udara

Pengukur an ke-	Kelembapan Udara (H) %		H (%)	Deviasi (δ_{Hi})	Kuadrat deviasi (δ_{Hi}) ²
	Analog	Digital			
1	59	70	11	- 1.3	1.68
2	65	70	10	- 2.3	5.29
3	69	73	13	0.7	0.49
4	60	72	12	-0.3	0.09
5	55	69	14	1.7	2.89
6	61	73	12	-0.3	0.09
7	63	76	13	0.7	0.49
8	65	76	11	-1.3	1.69
9	58	70	12	-0.3	0.09
10	60	75	15	2.7	7.29
Jumlah			123		20.1

Berdasarkan hasil pengamatan pengujian suhu dan kelembapan udara (DHT11) yang dibandingkan dengan thermometer untuk suhu dan hygrometer untuk kelembapan udara (Digital), dengan melakukan pengukuran sebanyak 10 kali diperoleh ketelitian pada pengukuran suhu sebesar 95,3% dan kelembapan udara sebesar 88%. Hasil yang telah diperoleh dari hasil perhitungan digunakan untuk penulisan program agar hasil deteksi sensor lebih presisi dalam melakukan pengukuran. Data perhitungan nilai ralat pada pengukuran sensor DHT11 dapat dilihat pada lampiran 3.

2. Hasil pengujian *Soil Moisture sensor*

Data perhitungan nilai ralat dapat dilihat pada lampiran 3. Hasil pengujian *soil moisture sensor* menggunakan sensor analog dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian *Soil Moisture Sensor*

Pengukuran ke-	Kelembapan Tanah (KT)%		(KT_i) %	Deviasi (δ_{KT_i})	Kuadrat deviasi (δ_{KT_i}) ²
	Analog	Digital			
1	5.24	6.43	1.19	0.18	0.0324
2	6.23	7.50	1.27	0.26	0.0676
3	6.05	6.98	0.93	-0.08	0.0064
4	6.08	7.31	1.23	0.22	0.0484
5	5.03	6.32	1.29	0.28	0.0784
6	6.19	6.95	0.76	0.25	0.0625
7	6.27	7.15	0.88	-0.13	0.0169
8	5.95	7.00	1.05	0.04	0.0016
9	6.28	7.1	0.82	-0.19	0.0361
10	6.51	7.20	0.69	-0.32	0.1024
Jumlah			10.11		0.7443

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengujian kelembapan tanah menggunakan *soil moisture sensor* yang dibandingkan dengan *moisture* meter (Digital), dengan melakukan pengukuran sebanyak 10 kali diperoleh ketelitian pengukuran sebesar 91%. Hasil yang telah diperoleh dari hasil perhitungan digunakan untuk penulisan program agar hasil deteksi sensor lebih presisi dalam melakukan pengukuran.

3. Hasil pengujian Sensor Ultrasonik

Data perhitungan nilai ralat dapat dilihat pada lampiran 3. Hasil pengujian sensor ultrasonik menggunakan sensor analog dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengukuran ke-	Jarak (s) cm		s (cm)	Deviasi (δs)	Kuadrat deviasi (δs) ²
	Analog	Digital			
1	5	7	2	0.65	0.4225
2	7	9	2	0.65	0.4225
3	9	10	1	-0.35	0.1225
4	15	17	2	0.65	0.4225
5	17	18	1	-0.35	0.1225
6	19	21	2	0.65	0.4225
7	29	30	1	-0.35	0.1225
8	34	35	1	-0.35	0.1225
9	39	39.5	0.5	-0.85	0.7225
10	50	51	1	-0.35	0.1225
Jumlah			13.5		4.1225

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengujian jarak menggunakan sensor ultrasonik yang dibandingkan dengan mistar, dengan melakukan pengukuran sebanyak 10 kali diperoleh ketelitian pengukuran sebesar 84,5%. Hasil yang telah diperoleh dari hasil perhitungan digunakan untuk penulisan program agar hasil deteksi sensor lebih presisi dalam melakukan pengukuran.

4. Hasil Pengujian Otomasi Alat

Hasil pengujian otomasi alat dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pangujian Otomasi Alat

Pengukuran ke-	A		B	C	Status Relay			
	T	H			D	E	F	G
1	26.6	89	30	7	OFF	OFF	ON	OFF
2	27.7	75	34	10	OFF	OFF	ON	OFF
3	27.7	87	38	12	OFF	OFF	ON	OFF
4	29.6	77	42	16	ON	OFF	ON	OFF
5	29.2	77	47	21	ON	OFF	ON	ON
6	28.5	74	55	18	ON	OFF	OFF	ON
7	27.9	86	56	14	OFF	OFF	OFF	ON
8	27.8	87	54	12	OFF	OFF	OFF	ON
9	27.9	87	54	9	OFF	OFF	OFF	OFF
10	27.9	87	54	7	OFF	OFF	OFF	OFF

Keterangan :

A: DHT11

B: Soil Moisture Sensor (%)

C: Ultrasonik (cm)

D: *Exhaust fan*

E: *Humidifier*

F: Pompa air

G: Selenoid valve

T : Suhu (°C)

H : Kelembapan Udara (%)

Nilai *set point* untuk sesor DHT11 yaitu 30°C untuk suhu dan 50% untuk kelembapan udara, soil moisture sensor 50% dan sensor ultrasonik 10 cm dan 20 cm. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa ketika suhu lebih dari 30°C status *exhaust fan* dalam kondisi *on* kemudian ketika suhu kurang dari 30°C *exhaust fan* dalam kondisi *off*.

Humidifier dalam keadaan *off* karena kelembapan udara nilainya masih diatas 50%, Ketika kelembapan tanah kurang dari 50% maka aktuator pompa air akan menyala, sebaliknya ketika nilai kelembapan tanah lebih dari 50% aktuator pompa air akan mati (*off*). Ketika jarak tutup penampungan air dengan permukaan air kurang dari 20 cm maka *solenoid valve* dalam keadaan *on* sehingga kran air akan terbuka selanjutnya akan mengalirkan air menuju penampungan air dan ketika jaraknya kurang dari 10 cm maka *solenoid valve* *off* dan kran akan menutup. Sehingga dapat dikatakan bahwa otomasi sudah berfungsi sesuai dengan nilai *set point* yang telah ditentukan.

5. Pengujian *software*

Pengujian Pengiriman Data ke Database *Firebase*
Pengujian pengiriman data dapat dilihat pada tabel 4.6 menggunakan sensor DHT11 yang bertujuan untuk mengetahui keakuratan data yang dikirim oleh mikrokontroler NodeMCU. Pengujian pengiriman data dilakukan dengan membandingkan data yang dikirim ke database *firebase* dengan data yang ditampilkan melalui serial monitor *Arduino IDE* dapat diketahui kesesuaian data yang tersimpan di *firebase*. Berikut hasil pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 4.6 Hasil Perbandingan Data di Serial Monitor dengan Database *Firebase*

No	Data Temperatur (°C)	
	Serial Monitor Arduino IDE	Database <i>Firebase</i>
1	27.50	27.50
2	27.60	27.60
3	27.50	27.50
4	28.20	28.20
5	28.00	28.00
6	28.10	28.10
7	28.10	28.10
8	27.10	27.10
9	27.80	27.80
10	27.50	27.50

Berdasarkan Tabel 4.6 dengan membandingkan data yang ditampilkan di serial monitor dan data yang di kirim ke database *firebase* bernilai sama. Sehingga dapat dikatakan bahwa data yang dikirim ke *firebase* sama dengan hasil dari pembacaan sensor.

6. Pengujian Pembacaan Data dari Database *Firebase*

Pengujian pembacaan data melalui *smartphone* bertujuan untuk mengetahui keakuratan data yang ditampilkan melalui aplikasi yang telah dibuat di *smartphone*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan data yang telah dikirim ke *firebase* dengan data yang ditampilkan melalui *smartphone*, sehingga dapat diketahui tingkat keakuratan data yang ditampilkan di *smartphone*. Pengujian pembacaan data

melalui aplikasi *smartphone* menggunakan sensor DHT11 dengan mengambil data sebanyak 10 kali. Berikut hasil pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 4.7 Perbandingan Data di Aplikasi *Smartphone* dan Database *Firebase*

No	Data Temperatur (°C)	
	<i>Smartphone</i>	Database <i>Firebase</i>
1	26.10	26.10
2	26.20	26.20
3	26.10	26.10
4	26.20	26.20
5	25.90	25.90
6	26.20	26.20
7	26.20	26.20
8	26.10	26.10
9	26.10	26.10
10	26.20	26.20

Berdasarkan Tabel 4.7 dengan membandingkan data yang ditampilkan melalui *smartphone* dengan data yang tersimpan di database *firebase* dapat dikatakan bahwa kedua data tersebut bernilai sama.

7. Pengujian Kontrol dari *Smartphone*

Pengujian kontrol bertujuan untuk mengetahui tombol yang terdapat di aplikasi *smartphone* dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian dilakukan dengan menekan tombol di aplikasi *smartphone* sehingga dapat mengubah status dari aktuator sesuai

dengan tombol yang ditekan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kontrol Relay Melalui Aplikasi *Smartphone*

No	Status Tombol Kontrol			Status Relay			Database <i>Firestore</i>		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	<i>ON</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	<i>ON</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	1	0	1
2	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	<i>ON</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	<i>ON</i>	0	1	1
3	<i>ON</i>	<i>ON</i>	<i>OFF</i>	<i>ON</i>	<i>ON</i>	<i>OFF</i>	1	1	0
4	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>	<i>OFF</i>	0	0	0

Keterangan:

A: Pompa air

B: *Exhaust fan*

C: Humadifier

Berdasarkan Tabel 4.8 dengan membandingkan antara status tombol *smartphone* dengan nilai yang tersimpan di database *firebase* dan status aktuator dapat dikatakan bahwa kontrol *relay* melalui *smartphone* berfungsi dengan baik.

B. Hasil Rancang Bangun Alat

Bangunan *greenhouse* memiliki ukuran 60 x 50 x 40 cm dengan menggunakan plastik ultraviolet sebagai dinding dan atap *greenhouse* berbentuk *standard peak* (lihat Gambar 4.2). Rancang bangun alat dibagi menjadi 3

bagian yaitu masukan atau *input*, pemrosesan data, dan *output*.

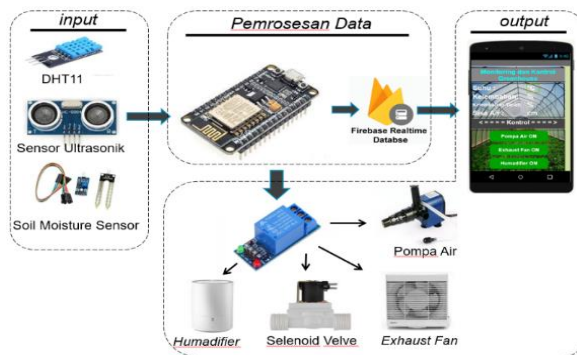
Input merupakan nilai awal yang ditentukan berdasarkan hasil deteksi dari sensor DHT11, *soil moisture sensor* dan sensor ultrasonik. Sensor DHT11 berfungsi untuk mendeteksi kelembapan udara dan suhu di dalam *greenhouse*. Hasil deteksi suhu dan kelembapan udara sensor DHT11 berkaitan dengan *exhaust fan* dan *humidifier*. *exhaust fan* berfungsi untuk mengurangi suhu dan membantu sirkulasi udara di dalam *greenhouse*, *humidifier* berfungsi untuk meningkatkan kelembapan udara di dalam *greenhouse*. *Soil moisture sensor* berfungsi untuk mendeteksi kelembapan tanah. Hasil deteksi sensor berkaitan dengan pompa air yang berfungsi untuk meningkatkan dan menjaga kelembapan tanah. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi jarak dari tutup penampungan air dan permukaan air, hasil deteksi sensor ultrasonik menentukan kinerja dari solenoid valve yang berfungsi untuk membuka dan menutup kran secara otomatis agar volume air tetap tersedia tanpa harus melakukan pengisian secara manual.

Nilai *set point* untuk sensor DHT11 yaitu 30°C untuk suhu dan 50% untuk kelembapan udara, *soil moisture sensor* 50% dan sensor ultrasonik 10 cm dan 20 cm. ketika

suhu dan jarak pada penampungan air melebihi 20 cm maka *exhaust fan* dan solenoid valve akan menyala (*on*), sebaliknya jika suhu di dalam *greenhouse* kurang dari *set point* dan jarak pada penampungan air kurang dari 10 cm maka *exhaust fan* dan solenoid valve akan mati (*off*). Jika kelembapan udara dan tanah di dalam *greenhouse* kurang dari nilai *set point* yang telah ditentukan maka *humidifier* dan pompa air akan menyala (*on*), sebaliknya, jika kelembapan udara dan tanah nilainya lebih dari nilai *set point* maka *humidifier* dan pompa air akan mati (*off*). Setelah nilai awal ditentukan selanjutnya yaitu pemrosesan data hasil deteksi sensor.

Pemrosesan data digunakan untuk mengecek dan memproses hasil deteksi sensor agar tidak terjadi eror. Pemrosesan data menggunakan mikrokontroller NodeMCU dan database *firebase*. Mikrokontroller NodeMCU berfungsi sebagai pengatur jalannya sistem sesuai dengan nilai awal atau masukan dan nilai *set point* dari masing-masing sensor sedangkan database *firebase* berfungsi sebagai tempat yang digunakan untuk menyimpan hasil pembacaan sensor dan sebagai penghubung antara mikrokontroller dengan aplikasi *smartphone*. Setelah nilai awal diproses dan tidak ada eror selanjutnya yaitu *output*.

Output merupakan aksi yang dihasilkan atau dapat dikerjakan setelah pemrosesan data. Terdapat dua *output* dalam rancang bangun alat, yaitu pengoprasian aktuator *exhaust fan*, *humidifier*, pompa air dan solenoid valve sesuai dengan nilai *set point* yang telah ditentukan dan menampilkan hasil deteksi sensor secara *real time* pada aplikasi *smartphone*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Rancang Bangun Alat



Gambar 4.2 Bangunan *Greenhouse*

Aplikasi *smartphone* berfungsi untuk memudahkan *user* dalam melakukan monitoring dan kontrol *greenhouse* dari jarak jauh. Aplikasi *smartphone* terdiri dari dua bagian, bagian monitoring dan kontrol. Bagian monitoring berfungsi untuk menampilkan hasil monitoring dengan menampilkan hasil deteksi sensor DHT11, *soil moisture sensor* dan sensor ultrasonik secara *real time* dan tombol kontrol yang terdapat di bawah yang berfungsi untuk aktuator dari jarak jauh. Parameter yang ditampilkan untuk monitoring *greenhouse* meliputi suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah dan volume penampungan air dengan mengambil data hasil deteksi yang sudah tersimpan di database *firebase*. Terdapat tiga buah tombol kontrol yaitu tombol pompa air, *exhaust fan* dan *humidifier*. Tombol didesain dengan ukuran lebar agar memudahkan *user* dalam menekan tombol terutama untuk orang-orang yang sudah berumur. Desain aplikasi *smartphone* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.3 Desain Aplikasi *Smartphone*

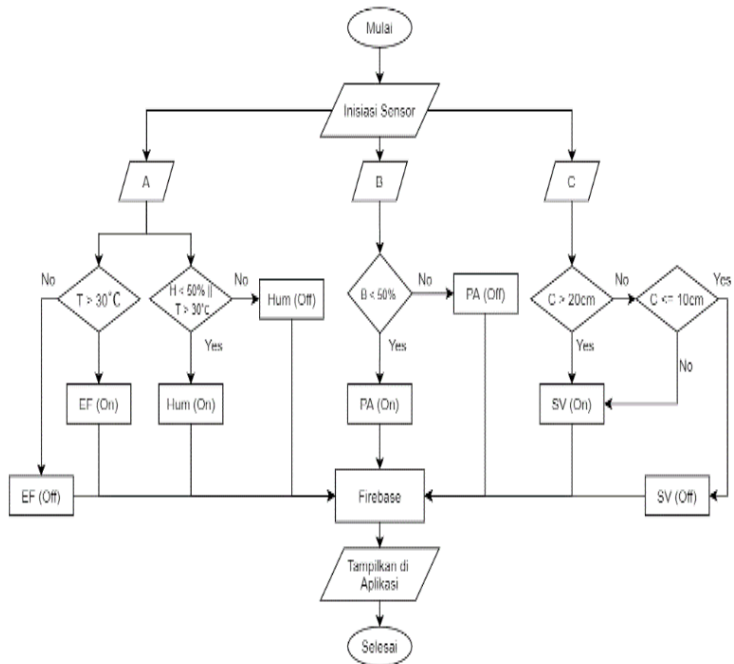
C. Prinsip Kerja Alat Monitoring dan Kontrol

Greenhouse

Alat monitoring dan kontrol *greenhouse* dapat bekerja secara otomatis dan bekerja secara manual. Bekerja secara otomatis yang dimaksud adalah aktuatur *exhaust fan*, *humidifier*, pompa air dan solenoid valve dapat beroperasi sendiri berdasarkan nilai awal dari masing-masing sensor tanpa menunggu perintah dari aplikasi *smartphone*. Sedangkan, bekerja secara manual adalah ketika aktuatur *exhaust fan*, *humidifier* dan pompa air beroperasi berdasarkan perintah dari aplikasi *smartphone*. dengan memanfaatkan fitur kontrol yang sudah disediakan. Ketika tidak ada perintah dari *user* alat akan bekerja secara otomatis, namun jika terdapat perintah dari *user* maka prinsip kerja alat yang awalnya bekerja secara otomatis, prinsip kerjanya akan diganti menjadi manual. Alat dapat bekerja secara otomatis kembali jika *user* menekan tombol *off*. Aktuatur *exhaust fan*, *humidifier* dan pompa air dapat bekerja secara otomatis maupun manual sedangkan untuk solenoid valve hanya dapat bekerja secara otomatis sesuai dengan volume air dalam penampungan.

Proses pembacaan nilai sensor atau monitoring melalui aplikasi *smartphone* ketika sistem berjalan diawali

dengan pembacaan nilai pada masing-masing sensor, selanjutnya nilai yang dibaca tersebut akan dikirim dan diproses oleh mikrokontroler NodeMCU, kemudian nilai tersebut akan dikirim dan disimpan di database *firebase* sesuai dengan jenis sensor dan nilai yang diukur, sehingga tidak terjadi kesalahan dalam pengelompokkan data serta memudahkan dalam memonitoring *greenhouse* karena semua nilai yang dibaca oleh sensor akan tersimpan di database *firebase*. Setelah data dari masing-masing sensor tersimpan, aplikasi yang terdapat di *smartphone* akan membaca dan menampilkan data pengukuran sensor. Apabila terjadi perubahan nilai dalam pembacaan sensor, maka hasil pembacaan sensor yang baru akan tersimpan di dalam database *firebase* dan tidak menghapus data yang tersimpan sebelumnya, dan nilai yang ditampilkan di aplikasi *smartphone* juga akan mengalami perubahan sesuai dengan nilai yang baru tersimpan di database *firebase*. Prinsip kerja monitoring alat dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Flowchart Prinsip Kerja Monitoring Alat

Keterangan:

A: Scan suhu dan kelembaban udara EF: *Exhaust fan*

B: Scan kelembaban tanah Hum: *Humidifier*

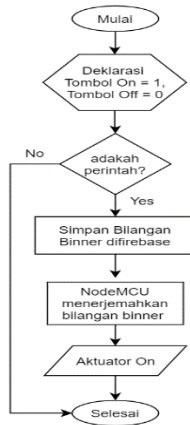
C: Scan jarak PA: *Pompa air*

H: Kelembaan udara (%) SA: *Selenoid valve*

T: Suhu (°C)

Kontrol *greenhouse* melalui aplikasi *smartphone* bertujuan untuk mengendalikan aktuator *exhaust fan*, *humidifier* dan pompa air dari jarak jauh. Terdapat tiga buah

tombol yang tersedia, setiap tombol merupakan bilangan biner, bernilai 1 untuk tombol *on* dan bernilai 0 untuk tombol *off*. Prinsip kerja kontrol aktuator diawali dengan *user* menekan tombol kontrol yang sudah disediakan. Ketika *user* menekan tombol *on* atau *off*, maka bilangan biner yang bernilai 1 atau bernilai 0 akan dikirim dan disimpan didatabase *firebase*. Setelah berhasil disimpan, selanjutnya mikorkontroller NodeMCU akan membaca dan menerjemahkan bilangan biner yang tersimpan untuk dijadikan sebagai acuan dalam menjalankan perintah. Penerjemahan bilangan biner adalah bagian terpenting dari proses kontrol aktuator, ketika NodeMCU gagal dalam membaca atau tidak mampu untuk menerjemahkan bilangan biner yang sudah tersimpan, maka perintah yang berasal dari *user* akan terhenti sehingga menyebabkan kegagalan dalam melakukan kontrol dari *smartphone*. Setelah bilangan biner sudah terbaca maka NodeMCU akan mengaktifkan aktuator sesuai dengan perintah dari *user*. Prinsip kerja kontrol *greenhouse* melalui aplikasi *smartphone* dapat dilihat pada Gambar 4.5.

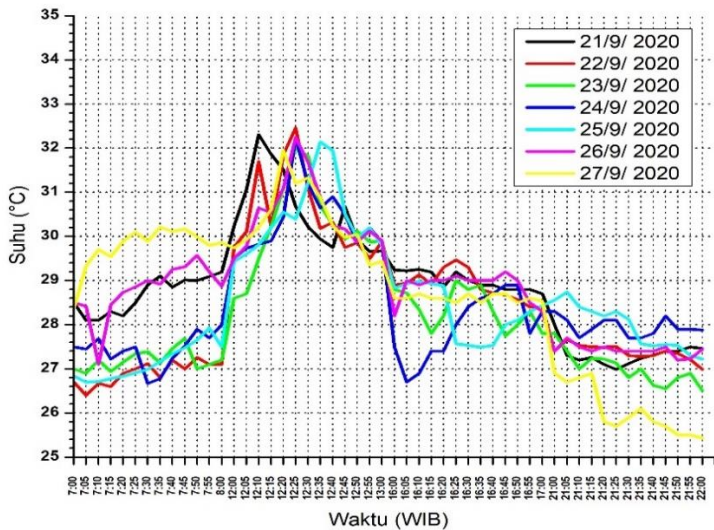


Gambar 4.5 Flowchart Prinsip Kerja Kontrol Alat

D. Hasil Monitoring *Greenhouse*

1. Hasil monitoring suhu dan kelembapan udara

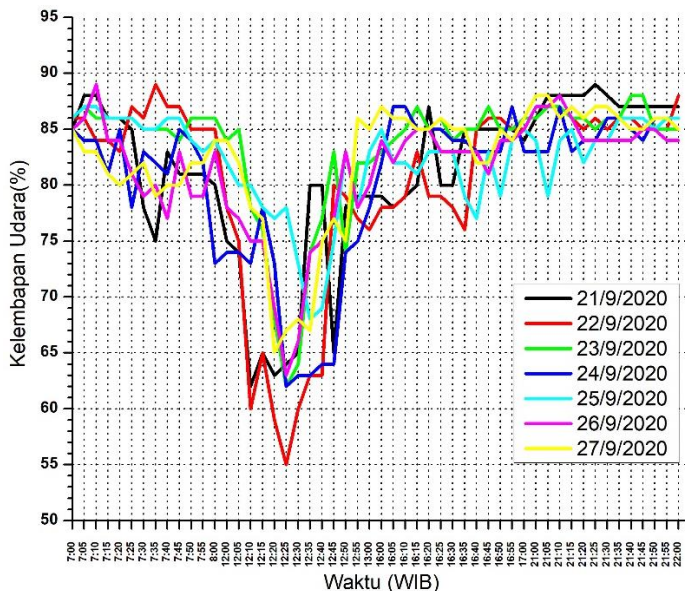
Hasil monitoring suhu dan kelembapan udara dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.



Gambar 4.6 Hasil Monitoring Suhu

Dilihat dari Gambar 4.6 Sumbu x adalah waktu pengambilan data dan sumbu y adalah suhu di dalam *greenhouse*. Suhu di dalam *greenhouse* setelah melakukan monitoring yaitu berkisar 25.43-32.46°C. Nilai *set point* suhu diatur sebesar 30°C. Sarpian (2003) menyatakan tanaman cabai dapat tumbuh dengan ideal pada suhu 19-30°C, oleh sebab itu nilai *set point* diatur 30°C. Apabila suhu di dalam *greenhouse* lebih dari 30°C maka *exhaust fan* dan *humidifier* akan menyala (*on*). Suhu di dalam *greenhouse* yang melebihi nilai *set point* terjadi pada siang hari yaitu berkisar 30-32.46°C, sehingga *exhaust fan* dan *humidifier* akan menyala yang bertujuan untuk menstabilkan suhu di dalam *greenhouse*. Exhaust fan berfungsi menghembuskan udara panas keluar *greenhouse* dan menggantikan dengan udara disekitar aktuator yang lebih dingin dan *humidifier* akan menyemprotkan uap air di dalam *greenhouse*, aktuator akan tetap menyala sampai suhu di dalam *greenhouse* menurun hingga kurang dari 30 °C, selanjutnya aktuator akan *off*. Alat yang telah dibuat mampu menstabilkan suhu kurang lebih 3°C dalam waktu 50 menit (lihat Gambar 4.6) dengan ketelitian sebesar 95,3 % dan nilai eror dalam pengukuran setelah dibandingkan dengan alat ukur sebesar 0,04%.

Perhitungan nilai eror dalam pengukuran dapat dilihat pada lampiran 3. Giansanta (2018) menyatakan bahwa nilai eror pengukuran suhu pada sensor DHT11 yaitu sebesar $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Sehingga dapat dikatakan bahwa alat yang telah dibuat memiliki tingkat efektivitas dalam pengukuran yang cukup baik karena nilai eror dalam pengujian alat kurang dari 2°C .



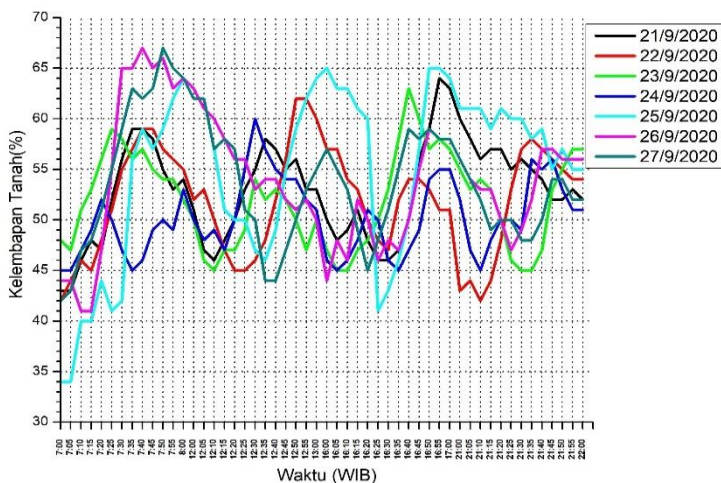
Gambar 4.7 Hasil Monitoring Kelembapan Udara

Kelembapan udara di dalam *greenhouse* setelah melakukan monitoring berkisar 55-89%. Nilai *set point* kelembapan udara yaitu 50%. Rukmana (2002) menyatakan bahwa kelembapan udara yang baik untuk

tanaman cabai yaitu 50-80%. Penentuan nilai set point yang digunakan adalah kelembapan udara terkecil yaitu 50%. Ketika kelembapan udara di dalam *greenhouse* kurang dari 50% maka *humadifier* akan menyala dan menyembrotkan uap air yang berfungsi untuk meningkatkan kelembapan udara di dalam *greenhouse*. Kelembapan udara terkecil yaitu 55% yang nilainya lebih besar dari 50% sehingga *humadifier* tidak menyala. Alat yang telah dibuat memiliki ketelitian dalam pengukuran kelembapan udara sebesar 88% dengan nilai eror dalam pengukuran ketika dibandingkan dengan alat ukur sebesar 0.17%. Giansanta (2018) menyatakan bahwa nilai eror pengukuran kelembapan udara pada sensor DHT11 yaitu sebesar $\pm 5\%$. Sehingga dapat dikatakan bahwa alat yang telah dibuat memiliki tingkat efektivitas dalam pengukuran yang cukup baik karena nilai eror dalam pengujian alat kurang dari $\pm 5\%$. Perhitungan nilai eror dan ketelitian pengukuran dapat dilihat pada lampiran 3.

2. Hasil monitoring kelembapan tanah

Berikut data hasil pengujian kelembapan tanah telah diperoleh.



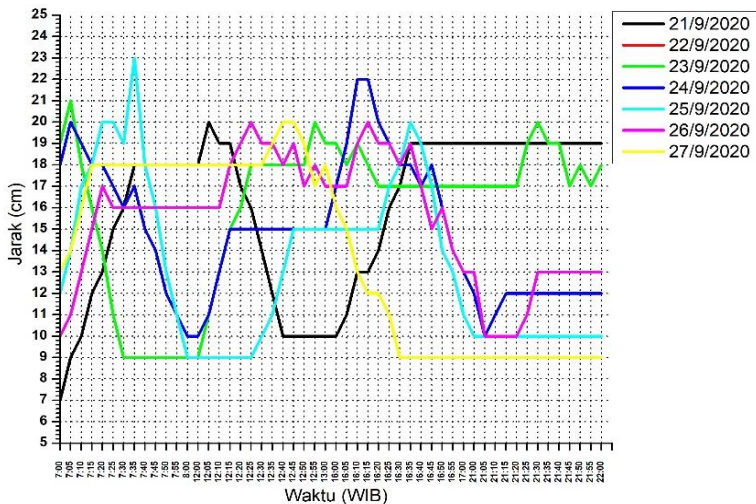
Gambar 4.8 Hasil Monitoring Kelembapan Tanah

Berdasarkan Gambar 4.8 nilai kelembapan tanah pada tanaman cabai berkisar 34-67%. Nilai *set point* kelembapan tanah yaitu 50%. Yahwe (2016) menyatakan bahwa kelembapan tanah yang baik untuk tanaman cabai yaitu 50-70%. Penentuan nilai *set point* yang digunakan adalah kelembapan tanah terkecil yaitu 50%. Ketika kelembapan tanah kurang dari 50% maka pompa air akan menyala untuk meningkatkan kelembapan tanah hingga melebihi nilai *set point* selanjutnya pompa air akan mati. Pompa air berfungsi mengalirkan air dari penampungan ke tanaman cabai. Alat yang telah dibuat mampu menstabilkan

kelembapan tanah dalam waktu kurang lebih 30 menit (lihat Gambar 4.8) dengan ketelitian sebesar 91% dan nilai eror dalam pengukuran setelah dibandingkan dengan alat ukur sebesar 0.14%. Perhitungan nilai eror dalam pengukuran dapat dilihat pada lampiran 3. Fahmi (2017) menyatakan bahwa nilai eror pengukuran kelembapan tanah pada *soil moisture sensor* yaitu sebesar 1,04%. Sehingga dapat dikatakan bahwa alat yang telah dibuat memiliki tingkat efektivitas dalam pengukuran yang cukup baik karena nilai eror dalam pengujian alat kurang dari 1,04%.

3. Hasil monitoring jarak pada penampungan air

Monitoring jarak pada penampungan air bertujuan untuk mengetahui sisa air di dalam penampungan. semakin kecil jarak antara tutup penampungan air dengan permukaan air menunjukkan sisa air di dalam penampungan masih banyak, begitupun sebaliknya jika jarak yang terbaca semakin besar maka volume air dalam penampungan air semakin sedikit. Berikut hasil monitoring jarak menggunakan sensor ultrasonik HCSR-04.



Gambar 4.9 Hasil Monitoring Jarak pada Penampungan Air

Berdasarkan Gambar 4.9 hasil pengukuran jarak pada penampungan air yaitu 7-23 cm. Nilai *set point* penampungan air yaitu 10-20 cm. Ketika jarak tutup penampungan dengan permukaan air lebih dari 20 cm maka selenoid valve aktif dan membuka kran sehingga penampungan air akan terisi air. Selenoid valve memerlukan dalam waktu 25 menit untuk mengisi penampungan air sampai jarak penampungan dengan permukaan air kurang dari atau sama dengan 10 cm. Sensor ultrasonik sudah berfungsi dengan baik yang ditunjukkan dengan jarak yang selalu bertambah ketika volume air berkurang dan memiliki ketelitian sebesar 84,5% serta eror dalam pengukuran setelah dibandingkan dengan alat ukur

sebesar 0.01%. Perhitungan nilai eror dalam pengukuran dapat dilihat pada lampiran 3. Indrayana (2017) menyatakan bahwa nilai eror pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik yaitu sebesar 1,7%. Sehingga dapat dikatakan bahwa alat yang telah dibuat memiliki tingkat efektivitas dalam pengukuran yang cukup baik karena nilai eror dalam pengujian alat kurang dari 1,7%.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancang bangun alat yang telah dibuat memiliki tiga bagian yaitu masukan, pemrosesan data dan *ouput*. Masukan ditentukan oleh hasil deteksi sensor (DHT11, *soil moisture sensor* dan ultrasonik), pemrosesan data ditentukan oleh mikrokontroler NodeMCU, kemudian outputnya berupa aktuator yang dapat bekerja berdasarkan masukan dari sensor dan menampilkan hasil deteksi sensor diaplikasi *smartphone*, dengan parameter yang ditampilkan berupa nilai suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, dan jarak dalam penampungan air.
2. Prinsip kerja alat dalam melakukan monitoring dan kontrol adalah sebagai berikut:
 - a. Monitoring dilakukan dengan cara mikrokontroler NodeMCU memproses dan mengirimkan semua hasil deteksi sensor ke database *firebase*. Database *firebase* berfungsi sebagai tempat penyimpanan hasil deteksi sensor dan sebagai penghubung antara aplikasi

smartphone dengan *hardware*. Setelah data berhasil disimpan maka aplikasi *smartphone* dapat menampilkan hasil monitoring sesuai dengan hasil deteksi sensor yang tersimpan didatabase *firebase*.

- b. Kontrol aktuator melalui aplikasi *smartphone* diawali dengan *user* menekan tombol kontrol yang telah disediakan. Setiap tombol outputnya merupakan bilangan binner, bernilai 1 jika tombol *on* ditekan, dan bernilai 0 jika tombol *off* ditekan. Ketika tombol *on* ditekan maka bilangan binner yang bernilai 1 akan disimpan di database *firebase* selanjutnya bilangan binner yang sudah tersimpan akan digunakan untuk mengaktifkan aktuator sesuai dengan tombol yang ditekan. Aktuator akan terus menyala sampai tombol *off* ditekan. Kontrol aktuator melalui *smartphone* bisa berjalan dengan baik tanpa mengganggu sistem yang berjalan secara otomatis.
3. Rancang bangun alat yang telah dibuat dapat digunakan untuk melakukan monitoring dan kontrol dengan baik dengan mengatur nilai *set point* pada parameter yang diukur. Nilai set point suhu diatur 30°C, kelembapan udara dan tanah diatur 50%, dan

jarak pada penampunan air diatur 10 cm dan 20 cm. penentuan *set point* didasarkan pada syarat tumbuh tanaman cabai. Hasil monitoring menunjukkan bahwa alat dapat menurunkan suhu sekitar 3°C dalam waktu 50 menit, dengan ketelitian 95,3% dan eror dalam pengukuran ketika dibandingkan dengan alat ukur sebesar 0,04%, kelembapan udara memiliki ketelitian 88% dengan eror dalam pengukuran 0.17%, menstabilkan kelembapan tanah memerlukan waktu 30 menit dengan ketelitian 91% dan eror dalam pengukuran sebesar 0.04, dan untuk mengisi panampungan air membutuhkan waktu 25 menit dengan ketelitian dalam pengukuran 84.5 % dengan eror dalam pengukuran 0.01%. Dari hasil yang telah diperoleh dapat dikatakan bahwa alat memiliki efektivitas yang cukup baik, karena tingkat eror dalam pengukuran masih di bawah batas maksimal yaitu 2°C untuk suhu, 5% untuk kelembapan udara, 1,04% untuk kelembapan tanah dan 1,7% untuk jarak.

B. Saran

Pengembangan lebih lanjut dari penelitian yang telah dilakukan, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Monitoring tanaman perlu dilakukan lebih lama lagi agar bisa diketahui pertumbuhan tanaman secara spesifik.
2. Memperbaiki *design* tampilan aplikasi *smartphone* agar terlihat lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, H., Syam, R. & Jaelani, B. 2015. *Rancang Bangun Smart Greenhouse Sebagai Tempat Budidaya Tanaman Menggunakan Solar Cell Sebagai Sumber Listrik*. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV) Banjarmasin, 7-8 Oktober 2015.
- Agung, M.B. 2014. *Arduino for Beginners*. Banten.
- Afipudin, Muhammad. 2016. *Rancang bangun rumah tanaman system knockdown*. Skripsi. Lampung: Universitas Lampung.
- Akbar, F., Maulana, R. & Fitriyah, H. 2018. Sistem Monitoring Denyut Jantung Menggunakan *NodeMCU* dan MQTT. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 2(12): 5969.
- Alex. 2016. *Usaha Tani Cabai Kiat Jitu Bertanam Cabai Segala Musim*. Yogyakarta: Pustaka Baru Pers.
- Anonim. 2016. *Kursus Dasar-Dasar Android, Konsep Belajar Mengembangkan Aplikasi Android*.
- Arasada, B. 2017. Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*. 6(2): 2-3.
- Arsini & Nurhayati, A. 2014. *Petunjuk Praktikum Fisika Dasar I*. IAIN Walisongo Semarang: Laboratorium Fisika Dasar. Hlm. xii-xviii.
- Baird, C. 2011. *The Complete Guide To Building Your Own Greenhouse For Everyone!* Wyoming: Morgan & Claypool Publisher.
- Efendi, Y. 2018. Internet Of Things (IOT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Resberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*. 4(1): 19.
- Fahmi, N. S. (2017). *Perancangan Alat Ukur Kadar Air Pada Jagung (Zea mays L.) Dengan Menggunakan Sensor YL-69 Dan Tampilan Lcd Berbasis Arduino Uno*. Skripsi. Medan: Universitas Sumatra Utara.

- Ferdiansyah, I. 2017. Pemodelan Sistem Kontrol Exhaust Fan Terintegrasi Gas Detector CO Pada Kamar Pompa (Pump Room) Kapal Tanker. *Kapal*.14(02): 35-36.
- Giashinta, P. 2018. *Alat Pengatur Suhu Kelembapan Dan Monitoring Panen Pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Arduino Uno*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Hamdan. 2018. Industry 4.0: Pengeruh Revolusi Industri Pada Kewirausahaan Demi Kemandirian Ekonomi. *Jurnal Nusamba*. 3(3).
- Husdi. 2018. Monitoring Kelembapan Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 dan Arduino Uno. *ILKOM Jurnal Ilmiah*.10 (2): 238-239.
- Indrayana, I. P. T., Julian, T., & Triyana, K. 2017. Pengujian Akuisisi Data Sensor Ultrasonik HcSr-04 Dengan Mikrokontroler Atmega 8535. *Uniera*. 6(1).
- Irawan, A. 2018. Sepatu Alat Bantu Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Sensor Warna TCS3200 Berbasis Arduino Nano Atmega 328. *Skripsi*. Lampung: Universitas Lampung.
- Jannah, M. 2017. Rancang Bangun Rumah Tanaman Dengan Sistem Kontrol Temperatur Dan Kelembapan Berbasis Arduino Uno R3. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Julismen. 2013. Dampak dan Perubahan Iklim di Indonesia. *Jurnal Geografi*. 5(1): 40-45.
- Kafiar, E. Z., Allo, E. K., dan Mamahit, D., J. 2018. Rancang Bangun Penyiram Tanaman Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Kelembaban YL-39 dan YL-69. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. 7(3)
- Kementrian Agama RI. 2012. *Alqur'an dan Terjemahannya Cetakan: I*. Bandung: Syamil Qur'an.
- Khotimah, N. 2014. Perkembangan dan Versi Andoid dari Waktu-Kewaktu. Diunduh di <https://www.google.com/jurnal/perkembangan/andri> d, tanggal 14 April 2019.

- Komputer, W. 2013. *Pemrograman Android dengan APP Inventor*. Semarang: C.V Andi Offset.
- Kurniasih, S. S., Triyanto, D, & Brianorman, Y, 2016. Rancang bangun alat pengisi air otomatis berbasis mikrokontroler. *Jurnal Coding*. 4(3): 43-52
- Kurniawan. 2018. Purwa Rupa IoT (Internet of Things) Kendali Lampu Gedung (Studi Kasus pada Gedung Perpustakaan Universitas Lampung). *Skripsi*. Lampung: Universitas Lampung.
- Morib, M. A. 2012. Kelayakan Bangunan Rumah Tinggal Sederhana (Setengah Bata) Terhadap Kerusakan Akibat Gempa. *Majalah Ilmiah UKRIM*, Edisi 1/ th XVII/2012, 67-74.
- Mulyono, S., Qomaruddin, M. & Anwar, M.S. 2018. Penggunaan Node-Red Pada Sistem Monitoring Dan Control Greenhouse Berbasis Protocol Mqtt. *Transistor El*. 3(1): 31.
- Munir, M. S. 2010. Rancangan Smart *Greenhouse* dengan Teknologi Mobile untuk Efisiensi Tenaga, Biaya Dan Waktu Dalam Pengelolaan Tanaman. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya.
- Mustaqimah, M. 2018. Rancang Bangun Sistem Pengukur Serta Analisis Distribusi Suhu dan Kelembapan Pada Rumah Tanaman. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Mutiara, A.B. 2012. *Pengantar Pemrograman Berbasis Obyek Dengan Bahasa LUA*. Jakarta: Gunadarma.
- Mustofa, A., Utama, S. N. & Harmini, T. 2018. *Rancang Bangun System Penyiraman Tanaman Bawang Pada Greenhouse Menggunakan Smartphone*. Seminar Nasional Teknik Elektro. Malang 11 – 13 Oktober 2018.
- Naibaho, I.B. 2017. Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Berbasis Arduinio Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah. *Skripsi*. Sumatra Utara: Universitas Sumatra Utara.
- Naura, A., dan Riana, FD. 2018. Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produksi Dan Pendapatan Usahatani Cabai Merah (Kasus Di Dusun Sumberbendo, Desa Kucur,

- Kabupaten Malang). *Jurnal ekonomi pertanian dan agribisnis (JEPA)*. 2(2): 147-158.
- Prajnanta, F. 2011. Mengatasi Permasalahan Bertanam Cabai. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ripangi, A. 2017. *Budidaya Cabai*. Jakarta: PT. Buku Kita.
- Romoadhon, A.S. dan Anamisa D.R. 2017. *Sistem Kontrol Peralatan Listrik Pada Smart Home Menggunakan Android*. *Rekayasa*. 10(2): 116.
- Rosanti, D. 2013. *Morfologi Tumbuhan*. Jakarta: Erlangga.
- Rosyid, A.H.A. 2014. Studi Komparatif Daya Saing Cabai Merah Lahan Pasirpantai dengan Sawah Dikabupaten Bantul. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada
- Rukaman, H.R., 2002, Usaha Tani Cabai Rawit, Kanisius: Yogyakarta.
- Rukmi, A. M, Irawan, M. I., & Aunurohim. 2016. Pengembangan Jamur Tiram Dengan Teknologi Temperature and Humidity Control dan Optimasi pada Produksi Jamur Tiram. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag*. 2(1)
- Rustandi. 2013. *Panen Besar Cabai Dalam Pot*. Jakarta: Publishing Langsit.
- Sakinah, N., Purwati, E., & Jamilah, J. 2018. Optimalisasi Pembangunan Sektor Pertanian Indonesia Dengan Menggunakan Sharia Agraria Management Organization (SAMA). *Perisai*. 2(1).
- Saleh, M. dan Haryati, M. 2017. Rancang Bangun System Keamanan Rumah Menggunakan Relay. *Jurnal Teknologi Elektro*. 8(3): 181.
- Sarpian, T., 2003. Bertanam Cabai Rawit Polibag. Jakarta: penebar Swadaya.
- Sawidin, S., Melo, O.E, & Marsela, T. 2015. Monitoring Kontrol *Greenhouse* untuk Budidaya Tanaman Bunga Krisan dengan *LabView*. *JNTETI*. 4(4): 2.
- Sebayang L. 2014. Bercocok Tanam Paprika. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara. 35 pp.
- Setiadi. 2006. *Bertanam Cabai*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Setiadi, D dan Muhaemin, M. N. A. 2018. Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi). *Infotronik*. 3(2)
- Setiawan, Y. 2017. Rancang Bangun Pemantauan dan Penjadwalan Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Secara Jarak Jauh. *Skripsi*. Surabaya: Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya.
- Soekartawi. 1999. *Agribisnis Teori dan Aplikasi*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Soetriono dan Suwandari, A. 2016. *Pengantar Ilmu Pertanian*. Malang: Intimedia.
- Subandi. 2014. Sistem Aplikasi Kran Otomatis Untuk Penghematan Air Berbasis Mikrokontrol Atmega 16. *Jurnal Teknologi Techoscientia*. 6(2).
- Suhardiyanto, H. 2009. *Teknologi Rumah Tanaman untuk Iklim Tropika Basah, Pemodelan dan Pengendalian Lingkungan*. IPB Press. Bogor
- Suliatiawan, M.H. 2017. *Sensor Kelembapan Tanah Multi Point Nirkabel dengan Tampilan Grafik*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Sumarudin, A., Putra, W. P., Ismantohadi, E., Supriadi, & Qomarrudin. 2019. Sistem Monitoring Tanaman Hortikultura Pertanian di Kabupaten Indramayu Berbasis Internet Of Things. *JATI*. 1(9)
- Suryani, E. 2018. Pengaruh Subsektor Tanaman Holikultura Terhadap Peningkatan PDRB Sektor Pertanian dalam Perspektif Ekonomi Islam. *Skripsi*. Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Susanto, H. 2015. *Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula*. Trangggalek: Elang Sakti.
- Suwandi, N. 2009. *Standar Operating Prosedure (SOP) Budidaya Cabai Merah Gunung Kidul*. Dinas Pertanian Provinsi Yogyakarta.
- Syarief, S., Benelliwod, B.N. & Nurwidiana, G.A. 2016. Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Cabai Pada Greenhouse Berbasis Labview. *Politeknologi*. 15(2): 135.

- Syahwil, M. 2013. *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Syah, A.N.A., Nuryawati, T. & Litananda, W.S. 2018. *Pengembangan Smart Greenhouse untuk Budidaya Holikultura*. Prosiding Seminar Nasional PERTERA 2018. Yogyakarta 29-31 Agustus 2018.
- Syam, R. 2013. Seri Buku Ajar *Dasar-Dasar Teknik Sensor*. Makassar: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Talaumbanua, M., Purwantana, B. & Sutiarmo, L. 2014. Rancang Bangun Aktuator Pengendali Iklim Mikro di dalam *Greenhouse* untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica rapa var.parachinensis L.*). *Agritech*. 34(2): 213.
- Tando, E. 2019. Review : Pemanfaatan Teknologi Greenhouse dan Hidroponik Sebagai Solusi Menghadapi Perubahan Iklim Dalam Budidaya Tanaman Holikultura. *Busana Sains*. 19(1): 102.
- Taramika, D., Afifah, I., Wulandari, A. & Wagyan, A. 2014. Sistem Otomasi Dan Monitoring Miniatur Greenhouse Berbasis Web Server dan Notifikasi SMS dengan Arduino. *Skripsi*. Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- Tjasyono, B. 1999. *Klimatologi Umum*. Institut Teknologi Bandung. ISBN 979-3507-05-5.
- Tjitrosoepomo, G. 2016. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wicaksono, M.F. 2017. Implementasi Modul Wifi Nodemcu Esp8266 Untuk *Smart Home*. *Jurnal Teknik Computer UNIKOM*. 6(1):1.
- Widiyantoro, H. 2013. *Media Pembelajaran Sensor Dan Transduser Pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Warisno dan Dahana K. 2010. *Peluang Usaha dan Budidaya Cabai* Jakarta:PT Gramedia Pustaka Utara.
- Yahwe, C. P., Isnawaty, dan Aksara, L.M Fid. 2016. Rancang Bangun Prototype System Monitoring Kelembaban Tanah Melalui SMS Berdasarkan Hasil

- Penyiraman Tanaman “Studi Kasus Tanaman Cabai dan Tomat”. *Jurnal semanTIK*. 2(1)
- Ayu. (2019, Februari 13). Pentingnya peran internet of things (iot) dalam revolusi industry 4.0. Retrieved from ukirama.com:<https://ukirama.com/en/blogs/pentingnya-peran-internet-of-things-iot-dalam-revolusi-industri-4->
- Lim. (2019, April 22). Dasyatnya Keunggulan Plastik UV Untuk Greenhouse. Retrieved from medium.com:<https://medium.com/@limcorp8/dasyatnya-keunggulan-yang-dimiliki-plastik-uv-untuk-greenhouse-752dfcb9050f>
- Saputro, T. T. (2017, April 19). *Mengenal NodeMCU: Pertemuan Pertama* . Retrieved from embeddednesia.com:<https://embeddednesia.com/v1/tutorial-nodemcu-pertemuan-pertama/>
- Takdirillah, R. (2020). *Urutan Versi Android*. Retrieved from decoding.com:<https://www.dicoding.com/blog/urutan-versi-android/>

LAMPIRAN – LAMPIRAN

Lampiran 1: Listing Program Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiUdp.h>
#include <NTPClient.h>
#include <FirebaseArduino.h>
#include "DHT.h"

#define DHTPIN 4 // D2
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
#define trigPin 16 //D0
#define echoPin 5 //D1
#define Relay1 14 //D5 c1 pompa
#define Relay2 12 //D6 c2 exhaust fan
#define Relay3 13 //D7 c3 humadifier
#define Relay4 15 //D8 c4 selenoid velve

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
float t, h;
const int pinAnalog = A0;
int nilaiSensor;
long duration, jarak;
int rel1, rel2, rel3;

unsigned long interval = 300000; // 5 menit
unsigned long previousMillis0 = 0;
unsigned long previousMillis1 = 0;
unsigned long previousMillis2 = 0;
unsigned long previousMillis3 = 0;
```

```

// connection
#define FIREBASE_HOST "monitoring-
greenhouse.firebaseio.com"
#define FIREBASE_AUTH
"2Ua8rg4veLsAMEwMIADu0kyq23RpXszY33k8d6iy"
#define WIFI_SSID "MIMITOMO LT3"
#define WIFI_PASSWORD "mimitomo12528"

const long utcOffInSeconds = 3600*7;
WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient(ntpUDP,
"pool.ntp.org",utcOffInSeconds);
String weekdays[7]={"Sunday", "Monday", "Tuesday",
"Wednesday", "Thursday", "Friday", "Saturday"};
String months[12]={"January", "February", "March", "April",
"May", "June", "July", "August", "September", "October",
"November", "December"};

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  dht.begin();
  timeClient.begin();
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(Relay1, OUTPUT); //relay pompa
  pinMode(Relay2, OUTPUT); //relay kipas
  pinMode(Relay3, OUTPUT); //ralay humadifier
  pinMode(Relay4, OUTPUT); //ralay selenoid velve

  //connect to wifi.
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  Serial.print("connecting");

```

```

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
  Serial.print(".");
  delay(500);
}

Serial.println();
Serial.print("connected: ");
Serial.println(WiFi.localIP());

Timer1.initialize(20000); //satuan milisecond
Timer1.attachInterrupt(GetKontrol);

//GetKontrol();
Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
rel1 = Firebase.getString("R_pompa").toInt();
rel2 = Firebase.getString("R_kipas").toInt();
rel3 = firebase.getString("R_humadifier").toInt();
}

void GetKontrol(){
  rel1 = Firebase.getString("R_pompa").toInt();
  rel2 = Firebase.getString("R_kipas").toInt();
  rel3 = firebase.getString("R_humadifier").toInt();
  if(rel1 == 1 || rel2 == 1 || rel3 == 1 || rel1 == 1 && rel2 == 1
&& rel3 == 1)
  {
    if(rel1==1)
    {
      digitalWrite(Relay1,LOW);
      Serial.print("Relay pompa ON ");
    }
  }
}

```



```
if(rel1==0)
{
    digitalWrite(Relay1,HIGH);
    Serial.println("Relay pompa OFF");
}
if(rel2==1)
{
    digitalWrite(Relay2,LOW);
    Serial.println("Relay Kipas ON");
}
if(rel2==0)
{
    digitalWrite(Relay2,HIGH);
    Serial.println("Relay Kipas OFF");
}
    if(rel3==1)
    {
        digitalWrite(Relay3,LOW);
        Serial.println("Relay Humadifier ON");
    }
if(rel3==0)
{
    digitalWrite(Relay3,HIGH);
    Serial.println("Relay Humadifier OFF");
}
}
}

void GetSuhu(){
    rel1 = Firebase.getString("R_pompa").toInt();
    rel2 = Firebase.getString("R_kipas").toInt();
    rel3 = firebase.getString("R_humadifier").toInt();
```

```

timeClient.update();
int b =(timeClient.getHours());
int c =(timeClient.getMinutes());
int d = (timeClient.getSeconds ());
//Print complete date:
unsigned long epochTime = timeClient.getEpochTime();
struct tm *ptm = gmtime ((time_t *)&epochTime);

String formattedTime = timeClient.getFormattedTime();
int monthDay = ptm->tm_mday;
int currentMonth = ptm->tm_mon+1;
int currentYear = ptm->tm_year+1900;
String timeValue = b +String (":")+ c +String (":")+d;
String currentDate = String(monthDay) + "/" +
String(currentMonth) + "/" + String(currentYear) ;
String DateTimes = currentDate + " " + timeValue;

h = dht.readHumidity();
t = dht.readTemperature();
if (isnan(h) || isnan(t) )
{
  Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
  return;
}

String humValue = h + String(" %") + String (" || ") +
DateTimes;
String temValue = String(t) + String(" °C")+ String (" || ") +
DateTimes;
Firebase.pushString("/DHT11/Temperature", temValue);
Firebase.pushString("/DHT11/Humidity", humValue);
Serial.println(temValue);

```

```

Serial.println(humValue);
if (Firebase.failed()) {
  Serial.print("setting Kelembaban failed:");
  Serial.println(Firebase.error());
  return;
}
Firebase.setFloat("Temperature", t);
Firebase.setFloat("Humidity",h);
if (Firebase.failed()) {
  Serial.print("setting Kelembaban failed:");
  Serial.println(Firebase.error());
  return;
}

if(rel1 == 0 && rel2 == 0 && rel3 == 0){
  if (t >30){
    digitalWrite(Relay2, LOW); //kipas on
    digitalWrite(Relay3, LOW); //humadifier on
  }

  else if (t <30){
    digitalWrite(Relay2, HIGH); //kipas off
    digitalWrite(Relay3, HIGH); //humadifier on
  }

  if (h >50)
    digitalWrite(Relay3, HIGH); //humadifier off

  else if (h <50)
    digitalWrite(Relay3, LOW); //humadifier on
  }
}

```

```

void GetKlmbTanah(){
    rel1 = Firebase.getString("R_pompa").toInt();
    rel2 = Firebase.getString("R_kipas").toInt();
    rel3 = firebase.getString("R_humadifier").toInt();

    timeClient.update();
    int b =(timeClient.getHours());
    int c =(timeClient.getMinutes());
    int d = (timeClient.getSeconds ());
    //Print complete date:
    unsigned long epochTime = timeClient.getEpochTime();
    struct tm *ptm = gmtime ((time_t *)&epochTime);

    String formattedTime = timeClient.getFormattedTime();
    int monthDay = ptm->tm_mday;
    int currentMonth = ptm->tm_mon+1;
    int currentYear = ptm->tm_year+1900;
    String timeValue = b +String (":")+ c +String (":")+d;
    String currentDate = String(monthDay) + "/" +
String(currentMonth) + "/" + String(currentYear) ;
    String DateTimes = currentDate + " : " + timeValue;

    int nilaiADC = analogRead(pinAnalog);//kelembaban tanah
    int persentase = (nilaiADC/1023.00)* 100;
    float nilaiSensor = (100 - persentase);
    if(rel1 == 0 && rel2 == 0 && rel3 == 0){
        if (nilaiSensor < 50)
            digitalWrite(Relay1,LOW ); //pompa on NO

        else if(nilaiSensor > 50)
            digitalWrite (Relay1, HIGH );
    }
}

```

```

    String Value = String(nilaiSensor) + String(" %")+ String ("
|| ") + DateTimes;
    Firebase.pushString("/Kelembaban Tanah/KelTanah",
Value);
    Serial.println(Value);
    Firebase.setFloat("KelTanah",nilaiSensor);
}

```

```

void GetJarak(){
    timeClient.update();
    int b =(timeClient.getHours());
    int c =(timeClient.getMinutes());
    int d = (timeClient.getSeconds ());
    //Print complete date:
    unsigned long epochTime = timeClient.getEpochTime();
    struct tm *ptm = gmtime ((time_t *)&epochTime);

    String formattedTime = timeClient.getFormattedTime();
    int monthDay = ptm->tm_mday;
    int currentMonth = ptm->tm_mon+1;
    int currentYear = ptm->tm_year+1900;
    String timeValue = b +String(":")+ c +String(":")+d;
    String currentDate = String(monthDay) + "/" +
String(currentMonth) + "/" + String(currentYear) ;
    String DateTimes = currentDate + ": " + timeValue;

    digitalWrite(trigPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
    jarak = (duration*0.034) /2;
}

```

```

if (jarak >= 20)
    digitalWrite(Relay4,LOW ); //pompa on NO

else if(jarak <= 20)
    digitalWrite (Relay4, HIGH );

String valueUltra = String(jarak)+String (" cm")+ String (" ||
") + DateTimes;
Firebase.pushString("/Sisa Air/Ultrasonic", valueUltra);
Firebase.setFloat("Ultrasonic", jarak);
Serial.print(valueUltra);
}

void loop(){
    unsigned long currentMillis0 = millis();
    unsigned long currentMillis1 = millis();
    unsigned long currentMillis2 = millis();
    unsigned long currentMillis3 = millis();

    timeClient.update();
    int b =(timeClient.getHours());
    int c =(timeClient.getMinutes());
    int d = (timeClient.getSeconds ());
    String timeValue = b +String (":")+ c +String (":")+d;

    if(((unsigned long) (currentMillis0 - previousMillis0) >=
interval){
        if(timeValue >= "7:00:00" && timeValue <= "8:00:00"){
            GetSuhu();
            GetKlmbTanah();
            GetJarak();
            previousMillis0 = currentMillis0; }}

```

```
    if((unsigned long) (currentMillis1 - previousMillis1) >=
interval){
        if(timeValue >= "12:00:00" && timeValue <= "13:00:00"){
            GetSuhu();
            GetKlmbTanah();
            GetJarak();
            previousMillis1 = currentMillis1;
        }
    }

    if((unsigned long) (currentMillis2 - previousMillis2) >=
interval){
        if(timeValue >= "16:00:00" && timeValue <= "17:00:00"){
            GetSuhu();
            GetKlmbTanah();
            GetJarak();
            previousMillis2 = currentMillis2;
        }
    }

    if((unsigned long) (currentMillis3 - previousMillis3) >=
interval){
        if(timeValue >= "21:00:00" && timeValue <= "22:00:00"){
            GetSuhu();
            GetKlmbTanah();
            GetJarak();
            previousMillis3 = currentMillis3;
        }
    }
}
```

Lampiran 2: Listing Program Pengujian Sensor dan
Komponen Lainnya

a. Listing Program NodeMCU

```
int Testing;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("Testing NodeMCU");
}

void loop() {
  for(Testing = 0; Testing <= 0; Testing++){
    Serial.println("Hasil Testing NodeMCU");
    Serial.println(Testing);
    delay(2000); }}
```

b. Listing Program Pengujian Sensor DHT11

```
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
float t, h;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  dht.begin();}
void loop() {
  h = dht.readHumidity();
  t = dht.readTemperature();
  Serial.println(t);
  Serial.print("C");
  Serial.println(h);
  Serial.print("%");
  delay(2000);}
```


c. Listing Program Pengujian Soil Moisture Sensor

```
const int pinAnalog = A0;
int nilaiSensor;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  dht.begin();}
void loop() {
  Serial.print("Nilai kelembapan: ");
  int hasil = analogRead(pinAnalog);
  Serial.println(hasil);
  delay(2000);}
```

d. Listing Program Pengujian Sensor Ultrasonik

```
#define trigPin 12
#define echoPin 13
long duration, jarak;

void setup(){
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("Testing Ultrasonik");}
void loop(){
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  jarak = (duration*0.034) /2;
  Serial.println(jarak);
  delay(2000);
}
```

e. Listing Program Pengujian Relay

```
#define Relay 2;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(2, OUTPUT);
  Serial.println("Testing Relay");
}

void loop() {
  Serial.println("Relay ON");
  digitalWrite(Relay, HIGH);
  delay(2000);
  Serial.println("Relay OFF");
  digitalWrite(Relay, LOW);
  delay(2000);
}
```

Lampiran 3: Perhitungan Ralat dan Error pada Pengukuran Sensor

1. DHT11

a. Suhu

Tabel 1. Ralat dan Error Pengukuran Suhu

Pengukuran ke-	Suhu (T) °C		Suhu (T _i)	deviasi (δT _i)	Kuadrat Deviasi (δT _i) ²
	Analog	Digital			
1	28.6	30	1.4	0.1	0.01
2	29.7	31	1.3	0	0
3	30.3	31.7	1.4	0.1	0.01
4	29.6	31	1.4	0.1	0.01
5	31.9	33	1.1	- 0,2	0.04
6	30.8	32	1.2	- 0.1	0.01
7	29.5	31	1.5	0.2	0.04
8	30.6	31	1.6	0.3	0.09
9	31.5	32.5	1.0	- 0.3	0.09
10	33.1	34	1.1	- 0.2	0.04
jumlah			13		0.34

1) Nilai besaran yang yang diamati

$$\bar{T} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k T_i$$

$$\bar{T} = \frac{1}{10} \times 13 = 1,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2) Standar deviasi

$$s_{\bar{T}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k T_i (\delta_{Ti})^2}{k(k-1)}}$$

$$s_{\bar{T}} = \sqrt{\frac{0,34}{10(10-1)}} = 0,061 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3) Nilai besaran terbaik yang teramati

$$T = \bar{T} \pm s_{\bar{T}}$$

$$T = (1,3 \pm 0,061)^\circ\text{C}$$

4) Ketelitian

$$= 100\% - \left(\frac{s_{\bar{x}}}{\bar{x}}\right) \cdot 100\%$$

$$= 100\% - \left(\frac{0,061}{1,3}\right) \times 100\%$$

$$= 95,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b. Kelembapan Udara

Tabel 2. Ralat dan Error Pengukuran Kelembapan Udara

Pengukuran ke-	Kelembapan Udara (H) %		H (%)	Deviasi (δ_{Hi})	Kuadrat deviasi (δ_{Hi}^2)
	Analog	Digital			
1	59	70	11	- 1.3	1.68
2	65	70	10	- 2.3	5.29
3	69	73	13	0.7	0.49
4	60	72	12	-0.3	0.09
5	55	69	14	1.7	2.89
6	61	73	12	-0.3	0.09
7	63	76	13	0.7	0.49
8	65	76	11	-1.3	1.69
9	58	70	12	-0.3	0.09
10	60	75	15	2.7	7.29
Jumlah			123		20.1

1) Nilai besaran yang yang diamati

$$\bar{H} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k H_i$$

$$\bar{H} = \frac{1}{10} \times 123 = 12,3 \%$$

2) Standar deviasi

$$s_{\bar{H}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k H_i (\delta_{H_i})^2}{k(k-1)}}$$

$$s_{\bar{H}} = \sqrt{\frac{20,1}{10(10-1)}} = 1,49\%$$

3) Nilai besaran terbaik yang teramati

$$H = \bar{H} \pm s_{\bar{H}}$$

$$H = (12,3 \pm 1,49)\%$$

4) Ketelitian

$$= 100\% - \left(\frac{s_{\bar{H}}}{\bar{H}}\right) \cdot 100\%$$

$$= 100\% - \left(\frac{1,49}{12,3}\right) \times 100\%$$

$$= 88\%$$

2. Soil Moisture Sensor

Tabel 3. Ralat dan Error Pengukuran Kelembapan Tanah

Pengukuran ke-	Kelembapan Tanah (KT)%		Kelembapan Tanah (KT _i) %	Deviasi (δ _{KTi})	Kuadrat deviasi (δ _{KTi}) ²
	Analog	Digital			
1	5.24	6.43	1.19	0.18	0.0324
2	6.23	7.50	1.27	0.26	0.0676
3	6.05	6.98	0.93	-0.08	0.0064
4	6.08	7.31	1.23	0.22	0.0484
5	5.03	6.32	1.29	0.28	0.0784
6	6.19	6.95	0.76	0.25	0.0625
7	6.27	7.15	0.88	-0.13	0.0169
8	5.95	7.00	1.05	0.04	0.0016
9	6.28	7.1	0.82	-0.19	0.0361
10	6.51	7.20	0.69	-0.32	0.1024
Jumlah			10.11		0.7443

1) Nilai besaran yang yang diamati

$$\overline{KT} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k KT_i$$

$$\overline{KT} = \frac{1}{10} \times 10,11 = 1,01\%$$

2) Standar deviasi

$$s_{\overline{KT}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k KT_i (\delta_{KT_i})^2}{k(k-1)}}$$

$$s_{\overline{KT}} = \sqrt{\frac{0,7443}{10(10-1)}} = 0,091\%$$

3) Nilai besaran terbaik yang teramati

$$KT = \overline{KT} - s_{\overline{KT}}$$

$$KT = (1,01 \pm 0,091)\%$$

4) Ketelitian

$$= 100\% - \left(\frac{s_{\overline{KT}}}{\overline{KT}}\right) \cdot 100\%$$

$$= 100\% - \left(\frac{0,091}{1,01}\right) \times 100\%$$

$$= 91\%$$

3. Ultrasonik

Tabel 4. Ralat dan Error Pengukuran Jarak

Pengukuran ke-	Jarak (cm)		s (cm)	Deviasi (δs)	Kuadrat deviasi (δs) ²
	Analog	Digital			
1	5	7	2	0.65	0.4225
2	7	9	2	0.65	0.4225
3	9	10	1	-0.35	0.1225
4	15	17	2	0.65	0.4225
5	17	18	1	-0.35	0.1225
6	19	21	2	0.65	0.4225
7	29	30	1	-0.35	0.1225
8	34	35	1	-0.35	0.1225
9	39	39.5	0.5	-0.85	0.7225
10	50	51	1	-0.35	0.1225
Jumlah			13.5		4.1225

- 1) Nilai besaran yang yang diamati

$$\bar{s} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k s_i$$

$$\bar{s} = \frac{1}{10} \times 13,5 = 1,35 \text{ cm}$$

- 2) Standar deviasi

$$s_{\bar{s}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k s_i (\delta_{s_i})^2}{k(k-1)}}$$

$$s_{\bar{s}} = \sqrt{\frac{4,1225}{10(10-1)}} = 0,21 \text{ cm}$$

- 3) Nilai besaran terbaik yang teramati

$$s = \bar{s} \pm s_{\bar{s}}$$

$$s = (1,35 \pm 0,21) \text{ cm}$$

- 4) Ketelitian

$$= 100\% - \left(\frac{s_{\bar{s}}}{\bar{s}}\right) \cdot 100\%$$

$$= 100\% - \left(\frac{0,21}{1,35}\right) \times 100\%$$

$$= 84,5\%$$

4. Perhitungan Nilai Error dalam Pengukuran

Perhitungan nilai eror dan nilai eror rata-rata dalam pengukuran menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\text{error alat} = \frac{\text{digital} - \text{analog}}{\text{digital}} \times 100\%$$

a. Perhitungan Nilai Eror Suhu

Pengukuran ke-	Suhu (T) °C		Suhu (T _i)	deviasi (δT _i)	Kuadrat Deviasi (δT _i) ²	Nilai Error
	Analog	Digital				
1	28.6	30	1.4	0.1	0.01	0.05
2	29.7	31	1.3	0	0	0.042
3	30.3	31.7	1.4	0.1	0.01	0.044
4	29.6	31	1.4	0.1	0.01	0.045
5	31.9	33	1.1	-0.2	0.04	0.033
6	30.8	32	1.2	-0.1	0.01	0.038
7	29.5	31	1.5	0.2	0.04	0.048
8	30.6	31	1.6	0.3	0.09	0.052
9	31.5	32.5	1.0	-0.3	0.09	0.031
10	33.1	34	1.1	-0.2	0.04	0.032
jumlah			13		0.34	0.415
Error rata-rata						0,042%

1. $error\ alat = \frac{30-28.6}{30} = 0.05\%$
2. $error\ alat = \frac{31-29.7}{31} = 0.042\%$
3. $error\ alat = \frac{30.3-31.7}{31.7} = 0.044\%$
4. $error\ alat = \frac{31-29.6}{31} = 0.045\%$
5. $error\ alat = \frac{33-31.9}{33} = 0.033\%$
6. $error\ alat = \frac{32-30.8}{32} = 0.038\%$
7. $error\ alat = \frac{31-29.5}{31} = 0.048\%$
8. $error\ alat = \frac{31-30.6}{31} = 0.052\%$
9. $error\ alat = \frac{32.5-31.5}{32.5} = 0.031\%$
10. $error\ alat = \frac{34-33.1}{34} = 0.032\%$

$$11. \text{ error rata - rata} = \frac{\text{jumlah error alat}}{\text{jumlah pengukuran}}$$

$$\text{error rata - rata} = \frac{0.415}{10} = 0.042\%$$

b. Perhitungan Nilai Error Kelembapan Udara

Pengukuran ke-	Kelembapan Udara (H) %		H (%)	Deviasi (δ_{Hi})	Kuadrat deviasi (δ_{Hi}) ²	Nilai Error
	Analog	Digital				
1	59	70	11	-1.3	1.68	0.157
2	65	70	10	-2.3	5.29	0.143
3	69	73	13	0.7	0.49	0.178
4	60	72	12	-0.3	0.09	0.167
5	55	69	14	1.7	2.89	0.203
6	61	73	12	-0.3	0.09	0.164
7	63	76	13	0.7	0.49	0.171
8	65	76	11	-1.3	1.69	0.145
9	58	70	12	-0.3	0.09	0.171
10	60	75	15	2.7	7.29	0.2
Jumlah			123		20.1	1.7
Error rata-rata						0.17

$$1. \text{ error alat} = \frac{70-59}{70} = 0.157\%$$

$$2. \text{ error alat} = \frac{70-65}{70} = 0.143\%$$

$$3. \text{ error alat} = \frac{73-69}{73} = 0.178\%$$

$$4. \text{ error alat} = \frac{72-60}{72} = 0.167\%$$

$$5. \text{ error alat} = \frac{69-55}{69} = 0.203\%$$

$$6. \text{ error alat} = \frac{73-61}{73} = 0.171\%$$

$$7. \text{ error alat} = \frac{76-63}{76} = 0.171\%$$

$$8. \text{ error alat} = \frac{76-63}{76} = 0.145\%$$

$$9. \text{ error alat} = \frac{70-58}{70} = 0.171\%$$

$$10. \text{ error alat} = \frac{75-60}{75} = 0.2\%$$

$$11. \text{ error rata - rata} = \frac{\text{jumlah error alat}}{\text{jumlah pengukuran}}$$

$$\text{error rata - rata} = \frac{1.7}{10} = 0.17\%$$

c. Perhitungan Nilai Error Kelembapan Tanah

Pengukuran ke-	Kelembapan Tanah (KT)%		Kelembapan Tanah (KT _i) %	Deviasi (δ _{KT_i})	Kuadrat deviasi (δ _{KT_i}) ²	Nilai error
	Analog	Digital				
1	5.24	6.43	1.19	0.18	0.0324	0.185
2	6.23	7.50	1.27	0.26	0.0676	0.169
3	6.05	6.98	0.93	-0.08	0.0064	0.124
4	6.08	7.31	1.23	0.22	0.0484	0.168
5	5.03	6.32	1.29	0.28	0.0784	0.204
6	6.19	6.95	0.76	0.25	0.0625	0.109
7	6.27	7.15	0.88	-0.13	0.0169	0.123
8	5.95	7.00	1.05	0.04	0.0016	0.15
9	6.28	7.1	0.82	-0.19	0.0361	0.115
10	6.51	7.20	0.69	-0.32	0.1024	0.096
Jumlah			10.11		0.7443	1.443
Error rata-rata						0.14

$$1. \text{ error alat} = \frac{6.43-5.24}{6.43} = 0.185\%$$

$$2. \text{ error alat} = \frac{7.5-6.23}{7.5} = 0.169\%$$

$$3. \text{ error alat} = \frac{6.98-6.05}{6.98} = 0.124\%$$

$$4. \text{ error alat} = \frac{7.31-6.08}{7.31} = 0.168\%$$

$$5. \text{ error alat} = \frac{6.32-5.03}{6.32} = 0.204\%$$

$$6. \text{ error alat} = \frac{6.95-6.19}{6.95} = 0.109\%$$

$$7. \text{ error alat} = \frac{7.15-6.25}{7.15} = 0.123\%$$

$$8. \text{ error alat} = \frac{7-5.95}{7} = 0.15\%$$

$$9. \text{ error alat} = \frac{7.1-6.28}{7.1} = 0.115\%$$

$$10. \text{ error alat} = \frac{7.20-6.51}{7.20} = 0.09\%$$

$$11. \text{ error rata - rata} = \frac{\text{jumlah error alat}}{\text{jumlah pengukuran}}$$

$$\text{error rata - rata} = \frac{1.443}{10} = 0.14\%$$

d. Perhitungan Nilai Error Jarak

Pengukuran ke-	Jarak (cm)		s (cm)	Deviasi (δs)	Kuadrat deviasi (δs) ²	Nilai error
	Analog	Digital				
1	5	7	2	0.65	0.4225	0.286
2	7	9	2	0.65	0.4225	0.222
3	9	10	1	-0.35	0.1225	0.1
4	15	17	2	0.65	0.4225	0.118
5	17	18	1	-0.35	0.1225	0.056
6	19	21	2	0.65	0.4225	0.095
7	29	30	1	-0.35	0.1225	0.033
8	34	35	1	-0.35	0.1225	0.029
9	39	39.5	0.5	-0.85	0.7225	0.013
10	50	51	1	-0.35	0.1225	0.02
Jumlah			13.5		4.1225	0.972
Error rata-rata						0.01

$$1. \text{ error alat} = \frac{7-5}{7} = 0.286\%$$

$$2. \text{ error alat} = \frac{9-7}{9} = 0.222\%$$

$$3. \text{ error alat} = \frac{10-9}{10} = 0.1\%$$

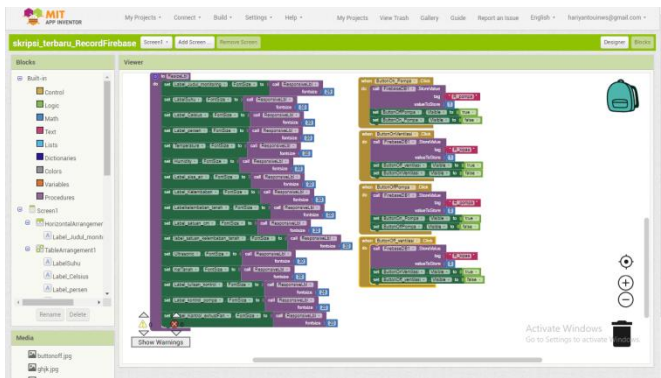
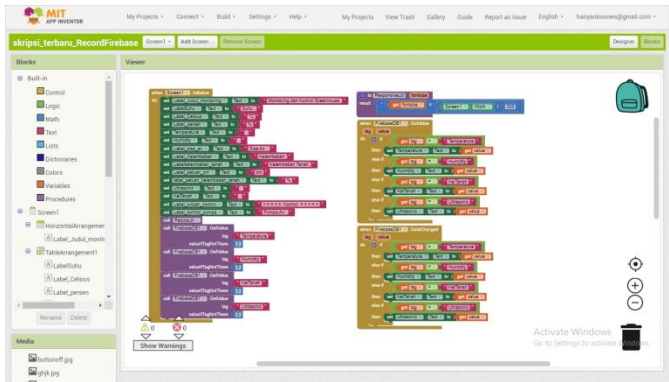
$$4. \text{ error alat} = \frac{17-15}{17} = 0.118\%$$

$$5. \text{ error alat} = \frac{18-17}{18} = 0.056\%$$

$$6. \text{ error alat} = \frac{21-19}{21} = 0.095\%$$


7. $eror\ alat = \frac{30-29}{30} = 0.033\%$
8. $eror\ alat = \frac{35-34}{35} = 0.029\%$
9. $eror\ alat = \frac{39.5-39}{39.5} = 0.013\%$
10. $eror\ alat = \frac{51-50}{51} = 0.02\%$
11. $eror\ rata - rata = \frac{jumlah\ eror\ alat}{jumlah\ pengukuran}$
 $eror\ rata - rata = \frac{0.972}{10} = 0.01\%$

Lampiran 4: Listing Program App Inventor



Lampiran 5: Datasheet Sensor DHT11

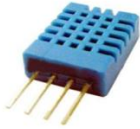
DHT 11 Humidity & Temperature Sensor



1. Introduction

The DHT11 Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output. By using the exclusive digital-analogization technique and temperature & humidity sensing technology, it ensures high reliability and excellent long-term stability. This sensor includes a resistive-type humidity measurement component and an NTC temperature measurement component, and connects to a high-performance 8-bit microcontroller, offering excellent quality, fast response, anti-interference ability and cost-effectiveness.

Page | 1



Each DHT11 sensor is strictly calibrated in the laboratory that is extremely accurate on humidity calibration. The calibration coefficients are stored in programme in the DHT memory, which are used by the sensor's internal signal detection process. The analogue-digital interface makes system integration quick and easy. Its small size, low power consumption and up-to-20 meter signal transmission makes it the best choice for various applications, including those most demanding ones. The component is 4-pin single row pin package. It is convenient to connect and special packages can be provided according to users' request.

2. Technical Specifications

Overview:

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20~90%RH 0.5~50°C	±5 %RH	±2°C	1	4Pin Single Row

Page | 2

Detailed Specifications

Parameter	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		10%RH	1%RH	10%RH
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25°C 0.5%RH		± 4%RH	
Interchangeability	1% Interchangeable			
Measurement Range	0°C	0%RH		50%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (S)	100%/25°C	6.5	10.5	15.5
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH	
			± 10%/1 year	
Temperature				
Resolution		1°C	1°C	1°C
Repeatability		± 0.1°C		± 0.1°C
Accuracy		± 1°C		± 2°C
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	100%/10	6.5	10.5	

Page | 3

3. Typical Application (Figure 1)

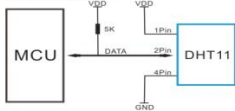


Figure 1 Typical Application

Note: 3Pin = Null, MCU = Micro-Computer Units or single chip Computer

When the connecting cable is longer than 20 metres, a 5K pull-up resistor is recommended, when the connecting cable is longer than 30 metres, choose a appropriate pull-up resistor as needed.

4. Power and Pin

DHT11 power supply is 3.5-5V DC. When power is applied to the sensor, do not send any instruction to the sensor in software until you can see the complete status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for power filtering.

5. Communication on Process: Serial Interface (Single-Wire Two-Way)

Singlebus data format is used for communication and synchronization between MCU and DHT11 sensor. One communication process is about 4ms.

Data consists of decimal and integral parts. A complete data transmission is **40bit**, and the sensor sends **higher data 33bit**.

Data format: 8Bit integral RH data + 8Bit decimal RH data + 8Bit integral T data + 8Bit decimal T data + 8Bit check sum. If the data transmission is right, the check-sum should be the last 8bit of "8Bit integral RH data + 8Bit decimal RH data + 8Bit integral T data + 8Bit decimal T data".

Page | 4

5.1 DHT11 Responses to MCU (Figure 3, below)

Once DHT11 detects the start signal, it will send out a low-voltage-level response signal, which lasts 40us. Then the programme of MCU will take singlebus voltage level from low to high and keep it for 80us for DHT11's preparation for sending data.

When data transmission is in low voltage level, this means that DHT11 is sending the response signal. Once DHT11 sees out the response signal, it will pull up voltage and keep it for 80us and prepares for data transmission.

When DHT11 is sending data to MCU, every bit of data begins with the 50us low-voltage-level and the length of the following high-voltage-level signal determines whether data bit is "0" or "1" (see Figure 4 and 5 below).

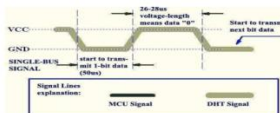


Figure 4 Data "0" Indication

Page | 6

5.2 Overall Communication Process (Figure 2, below)

When MCU sends a start signal, DHT11 changes from the low-power-consumption mode to the normal-mode, waiting for MCU to complete the start signal. Once it is completed, DHT11 sends a response signal of 40us data that includes the relative humidity and temperature information to MCU. Users can choose to collect (read) sensor data. Without the start signal from MCU, DHT11 will not give the response signal to MCU. Once data is collected, DHT11 will change to the low-power-consumption mode and it receives a start signal from MCU again.

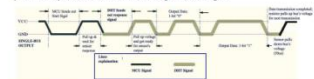


Figure 2 Overall Communication Process

5.3 MCU Sends out Start Signal to DHT11 (Figure 3, below)

Data Singlebus then status at high-voltage level. When the communication between MCU and DHT11 begins, the programme of MCU will set Data Singlebus voltage level from high to low and this process must take at least 10ms to ensure DHT11's detection of MCU's signal, then MCU will pull up voltage and wait 20-40us for DHT11's response.

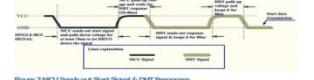
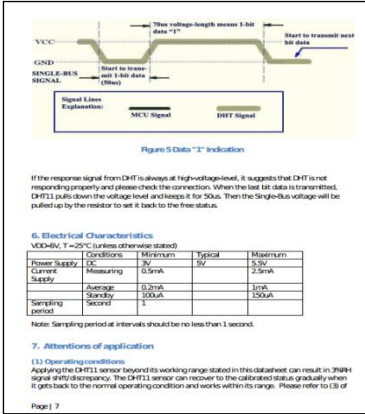


Figure 3 MCU Sends out Start Signal & DHT11 Responses

Page | 5



this section to accelerate its recovery. Please be aware that operating the DHT11 sensor in the non-normal working conditions will accelerate sensor's aging process.

(2) Attention to chemical materials
 Vapor from chemical materials may interfere with DHT's sense elements and decrease its sensitivity. A high degree of chemical contamination can permanently damage the sensor.

(3) Restoration process when (1) & (2) happen
 Step one: Keep the DHT sensor at the condition of Temperature 30-40°Celsius, humidity <35RH% for 2 hours.
 Step two: Keep the DHT sensor at the condition of Temperature 20-30°Celsius, humidity >85RH% for 5 hours.


(4) Temperature Affect
 Relative humidity largely depends on temperature. Although temperature compensation technology is used to ensure accurate measurement of RH, it is still strongly advised to keep the humidity and temperature sensors working under the same temperature. DHT11 should be mounted in the place as far as possible from parts that may generate heat.

(5) Light Affect
 Long time exposure to strong sunlight and ultraviolet may decrease DHT's performance.

(6) Connection wires
 The quality of connector wires will affect the quality and distance of communication and high quality shielding wires is recommended.

(7) Other attentions
 * Working temperature should be below 200°Celsius and contact should take less than 10 seconds.
 * Avoid using the sensor under dew condition.
 * Do not use this product in safety or emergency stop devices or any other occasion that failure of DHT11 may cause personal injury.
 * Storage: Keep the sensor at temperature 10-40°C, humidity <60RH%.

Lampiran 6: Datasheet Sensor Ultrasonik



Tech.Support@eleantronic.com

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

- Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 1mm. The module includes ultrasonic transmitter, receiver and control circuit. The basic principle of work:
 - Using IO trigger for at least 10ms high level signal.
 - The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
 - If the signal back through high level, time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic signal to range.

Test distance = (high level time × velocity of sound (340M/S)) / 2.

Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- GND Ground

Electric Parameter

Working Voltage	DC 5V
Working Current	15mA
Working Frequency	40KHz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	High TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL level signal and the range in proportion
Dimension	48*20*15mm



Tech.Support@eleantronic.com



Timing diagram

The Timing diagram is shown below: You only need to supply a short 10us pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasonic at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion. You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: $dist = v \times t$ or $dist = v \times t \times 0.5$, or the range = high level time × velocity (340M/S) / 2, we suggest to use or 60ms measurement cycle, in order to get next trigger signal to the echo signal.



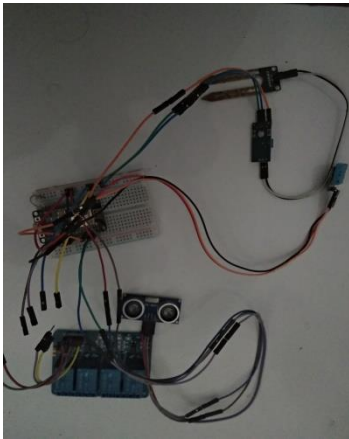
Attention:

- The module is not suggested to connect directly to electric, if connected electric, the GND terminal should be connected the module first, otherwise it will affect the normal work of the module.
- When tested objects, the range of area is not less than 0.5 square meters and the plane requires as smooth as possible, otherwise it will affect the results of measuring.

www.ElecFreaks.com



Lampiran 7: Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Perakitan
Komponen Elektronik



Bambar 2. Pengujian
Rangkaian Elektronik



Gambar 3. Pemasangan
Sensor dan Aktuator



Gambar 4. Monitoring dan
Kontrol Greenhouse

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Hariyanto
2. Tempat/Tanggal lahir : Rembang, 04 Maret 1995
3. Alamat Rumah : Ds. Jurang Jero, RT: 05,
RW:01, Kec. Sluke Kab.
Rembang
4. No. Hp : 085727294602

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
 - a. TK Sekar Purnama tahun 1999 – 2000
 - b. SD N Jurang Jero tahun 2001 - 2006
 - c. SMP N 1 Sluke tahun 2007 - 2010
 - d. MAN 1 Lasem tahun 2010 - 2013

Semarang, 13 Juli 2020



Hariyanto
NIM. 150 802 601 5