RANCANG BANGUN *SMARTGROWING* JAMUR TIRAM BERDASARKAN KONTROL SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS *ANDROID*

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Oleh

Jamalga Kurniawan

NIM.5301414030

PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2019

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Jamalga Kurniawan

NIM : 5301414030

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro, S1

Judul : Rancang Bangun *SmartGrowing* Jamur Tiram Berdasarkan Kontrol Suhu dan Kelembaban Berbasis *Android*

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, S1 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 3 Desember 2018

Pembimbing

Dra. Dwi Purwanti, AhT, M.S

NIP. 195910201990022001

ii

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Rancang Bangun *SmartGrowing* Jamur Tiram Berdasarkan Kontrol Suhu dan Kelembaban Berbasis *Android* telah dipertahankan didepan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 02 bulan Januari tahun 2019.

Oleh

Nama : Jamalga Kurniawan

NIM : 5301414030

Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro, S1

Panitia:

Ketua	Sekretaris
Dr.-ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.	Drs. Agus Suryanto, M.T.
NIP. 197805312005011002	NIP. 196708181992031004

Penguji 1	Penguji 2	Penguji 3/Pembimbing
Drs. Sugeng Purbawanto, M.T.	Drs. Sutarno, M.T.	Dra. Dwi Purwanti, AhT, M.S
NIP. 195703281984031001	NIP. 195510051984031001	NIP. 195910201990022001

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik UNNES

Dr. Nur Qudus, M.T.

NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi/TA ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, 3 Desember 2018

Yang membuat pernyataan,

Jamalga Kurniawan
NIM. 5301414030

MOTTO

1. Jangan takut tidak bisa jika belum mencobanya sendiri.
2. Jadikan cemoohan dan hinaan seseorang sebagai semangat.
3. Jangan bersedih atas apa yang telah berlalu, kecuali itu bisa menjadikan semangat di masa depan (Umar bin Khattab).
4. Tidak ada yang sulit di dunia ini jika kita mempunyai tekad dan kemauan yang kuat.

ABSTRAK

Jamalga Kurniawan. 2019. **RANCANG BANGUN *SMARTGROWING* JAMUR TIRAM BERDASARKAN KONTROL SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS *ANDROID*.** Skripsi Pendidikan Teknik Elektro. Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Dra. Dwi Purwanti, AhT, M.S

Kata kunci : kontrol suhu dan kelembaban, rancang bangun, *android*, kontrol berbasis *android*

Budidaya Jamur tiram dengan nama latin (*Pleurotus sp*) di Indonesia pada umumnya dilakukan pada rumah jamur atau kumbung. Hal yang harus diperhatikan dalam budidaya jamur adalah aspek lingkungan, kumbung harus sesuai habitat asli jamur tiram diantaranya suhu dan kelembaban. Pada umumnya suhu yang optimal untuk pertumbuhan jamur tiram, dibedakan dalam dua fase yaitu fase pembentukan *miselia* yang memerlukan suhu udara berkisar antara 24 - 29 °C dengan kelembaban 90 - 100 % dan fase pembentukan tubuh buah memerlukan suhu udara antara 21 - 28 °C dengan kelembaban 90 – 95 %. Namun menstabilkan suhu dan kelembaban tidaklah mudah karena cuaca yang berubah-ubah, selama ini petani hanya melakukan penyiraman pada kumbung secara manual tanpa adanya parameter kapan tidaknya penyemprotan. Akibatnya petani sering mengalami panen yang kurang optimal kadang gagal panen karena kondisi kumbung terlalu lembab atau kering. Oleh karena itu perlu adanya alternatif solusi untuk menangani masalah tersebut, Maka dari itu penelitian ini bertujuan merancang dan membangun Pengendalian suhu dan kelembaban berbasis *android* sebagai alternatif solusi untuk meningkatkan hasil panen dan efisiensi kinerja petani.

Pada penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yaitu metode yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk tertentu sebagai pengembangan yang sudah ada dan menguji produk tersebut. Pengujian ini meliputi pengujian komponen, fungsi rancang bangun keseluruhan, Hasil penggunaan alat .

Hasil penelitian bahwa jarak konektivitas *bluetooth HC-05* maksimal jarak 10 meter dalam kondisi terhalang maupun tidak terhalang, selisih pembacaan sensor DHT11 dengan HTC2 suhu 0,6 °C dan kelembaban 24,7%, kinerja aplikasi *SmartGrowing* secara manual berfungsi dan secara otomatis berfungsi bisa menstabilkan suhu 21-28°C dan kelembaban 80-95%, dan pertumbuhan jamur tiram menggunakan alat *SmartGrowing* tumbuh lebih cepat selama 37 hari dan mempunyai berat 312,4 gram. Berdasarkan uji kelayakan rancang bangun ini layak diimplementasikan sebagai sistem yang murah, efektif, dan efisien untuk meningkatkan hasil panen dengan persentase kelayakan 85,8% dengan kategori sangat layak.

PRAKATA

Alhamdulillah washolatuwasalam ala Rosulillah waala alihi wasohbihi wama walah la haulawala quwwata ila bilah amma ba'du. Puji syukur peneliti ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **RANCANG BANGUN *SMARTGROWING* JAMUR TIRAM BERDASARKAN KONTROL SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS *ANDROID***. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Shalawat serta salam saya haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapat syafaat-Nya fadini wal akhirot, Allahuma Amin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini peneliti menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, MT, Dekan Fakultas Teknik, dan Dr. –Ing Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T., Ketua jurusan Teknik Elektro sekaligus Koordinator Program Studi atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa.
3. Dra. Dwi Purwanti, AhT, M.S, Pembimbing yang penuh perhatian, selalu memberi semangat, dan atas perkenaan waktunya memberi bimbingan skripsi

sampai sampai selesai disertai menunjukkan sumber-sumber yang relevan dengan penulisan karya ini.

4. Drs. Sugeng Purbawanto, M.T., dan Drs. Sutarno, M.T., penguji 1 dan penguji 2 yang telah memberikan masukan yang sangat berharga berupa saran, tata tulis, pertanyaan, komentar, tanggapan dalam menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
5. Buat kedua orang tua dan Keluarga Besar "H. Suharto" sudah membimbing dan memberi semangat sampai saya bisa seperti ini.
6. Buat teman-teman KKN Talok 2018 Ds. Talok Kec. Pangkah semoga kebersamaan dan persaudaraan kita tidak berakhir hanya dikampus ini.
7. Kepada seluruh teman-teman Jurusan Teknik Elektro 2014 dan berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Peneliti berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pihak khususnya para petani budidaya jamur agar menjadi petani sejahtera.

Semarang, 3 Desember 2018

Peneliti

DAFTAR ISI

DAFTAR SAMPUL ..... **i**

PERSETUJUAN PEMBIMBING ..... **ii**

PENGESAHAN ..... **iii**

PERNYATAAN KEASLIAN ..... **iv**

MOTTO ..... **v**

ABSTRAK ..... **vi**

PRAKATA ..... **vii**

DAFTAR ISI ..... **ix**

DAFTAR SINGKATAN TEKNIS ..... **xii**

DAFTAR TABEL ..... **xiii**

DAFTAR GAMBAR ..... **xv**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvii**

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Identifikasi Masalah 3

1.3. Pembatasan Masalah 4

1.4. Rumusan Masalah 4

1.5. Tujuan Penelitian 5

1.6. Manfaat Penelitian 6

1.7. Spesifikasi Produk Yang Dihasilkan 6

1.8. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan 7

BAB II LANDASAN TEORI 8

2.1. Deskripsi Teoritik 8

2.1.1. Alur Isi Landasan Teori 8

2.1.2. Sistem Pengendalian 8

2.1.3. *Android* 14

2.1.4. *Arduino Uno* 17

2.1.4.1. *Arduino IDE* 22

2.1.5. *Bluetooth HC-05* 23

2.1.6. Sensor DHT11 24

2.1.7. *Relay* 25

2.1.8. Kumbung 26

2.1.9. Jamur Tiram 26

2.2. Kajian Penelitian yang Relevan 28

2.3. Kerangka Berfikir 31

BAB III METODE PENELITIAN 37

3.1. Metode Penelitian 37

3.2. Prosedur Penelitian 37

3.2.1. Potensi dan Masalah..... 35

3.2.2. Pengumpulan Data 36

3.2.3. Desain Produk 36

3.2.3.1. Rancangan Produk 37

3.2.3.2. Rancangan Diagram Blok Produk 37

3.2.3.3. Rancangan Fisik Produk 39

3.2.3.4. Rancangan *Software* Produk 45

3.2.4. Pembuatan Produk 47

3.2.5. Uji Kelayakan Produk 50

3.2.6. Revisi Produk 52

3.2.7. Uji Coba Pemakaian Produk 53

3.3. Uji Coba Produk 54

3.3.1. Desain Uji Coba 55

3.3.2. Subjek dan Objek Uji Coba 56

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 57

4.1. Hasil Penelitian 57

4.1.1. Hasil dan Pembahasan Pengujian Rancang Bangun 57

4.1.1.1. Hasil Pengujian Sensor DHT11 dengan HTC-2 58

4.1.1.2. Hasil Pengujian Pertumbuhan Jamur Tiram 75

4.1.1.3. Pengujian Fungsi Keseluruhan Rancang Bangun "*SmartGrowing*" 80

4.1.2. Hasil dan Pembahasan Uji Kelayakan Rancang Bangun 82

4.2. Pembahasan Pengembangan 87

4.3. Pembahasan Produk Akhir 88

BAB V PENUTUP 90

5.1. Kesimpulan 90

5.2. Saran 91

DAFTAR PUSTAKA 92

LAMPIRAN

DAFTAR SINGKATAN TEKNIS

1.	HTC	: *Humidity Temperature Clock*
2.	DHT	: *Digital Humidity Temperature*
3.	Wifi	: *Wireless Fidelity*
4.	LED	: *Light Emitting Diode*
5.	MIT App inventor	: *Massachusetts Institute of Technology Application inventor*
6.	PWM	: *Pulse Width Modulation*
7.	USB	: *Universal Serial Bus*
8.	AC	: *Alternating Current*
9.	DC	: *Direct Current*
10.	ROM	: *Read Only Memory*
11.	RAM	: *Random Acces Memory*
12.	R&D	: *Research and Development*

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Versi *Android* 16

Tabel 2.2. Bagian-bagian *Arduino Uno* 21

Tabel 2.3. Hasil Ujicoba Pengaruh Cahaya Terhadap Pertumbuhan Tanaman 31

Tabel 2.4. Aspek Lingkungan yang Menentukan Keberhasilan Budidaya..... 33

Tabel 3.1. Alat dan Bahan 48

Tabel 3.2. Kisi-kisi uji kelayakan rancang bangun "*SmartGrowing*" 52

Tabel 3.3. Tabel Penilaian revisi produk rancang bangun "*SmartGrowing*" .. 53

Tabel 3.4. Tabel Rencana Pengujian Sensor dengan Sensor DHT11 dengan HTC2 54

Tabel 3.5. Tabel Rencana Pengujian "*SmartGrowing"* secara manual 54

Tabel 3.6. Tabel Rencana Pengujian *SmartGrowing* Secara Otomatis 54

Tabel 4.1. Pengujian Sensor DHT11 dan HTC-2 pada Kumbung Mini Menggunakan "*SmartGrowing*" pada Pagi Hari 59

Tabel 4.2. Pengujian Sensor DHT11 dan HTC-2 pada Kumbung Mini Menggunakan "*SmartGrowing*" pada Sore Hari 63

Tabel 4.3. Pengujian Sensor DHT11 dan HTC-2 pada Kumbung Mini tanpa Menggunakan "*SmartGrowing*" pada pagi Hari 66

Tabel 4.4. Pengujian Sensor DHT11 dan HTC-2 pada Kumbung Mini tanpa Menggunakan "*SmartGrowing*" pada sore Hari 69

Tabel 4.5. Pengujian *Bluetooth HC-05* 80

Tabel 4.6. Pengujian *SmartGrowing* Secara Manual 81

Tabel 4.7. Pengujian *SmartGrowing* Secara Otomatis 82

Tabel 4.8. Rentang Kategori Uji Kelayakan 84

Tabel 4.9. Uji Kelayakan Rancang Bangun 84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sistem kontrol *loop* tertutup (*close-loop*)..... 9

Gambar 2.2. Bentuk umum dari diagram blok sistem *close-loop*..... 10

Gambar 2.3. Diagram blok ekivalen dari sistem *close-loop* 12

Gambar 2.4. Diagram blok dari sistem *SmartGrowing*..... 13

Gambar 2.5. Tampilan *Mit App Inventor* 17

Gambar 2.6. Bentuk fisik *Arduino Uno* 18

Gambar 2.7. Bagian-bagian *Arduino Uno* 18

Gambar 2.8. Tampilan *Sofware Arduino IDE* 22

Gambar 2.9. *Bluetooth HC-05* 24

Gambar 2.10. Sensor DHT11 25

Gambar 2.11. Modul *Relay 2 Channel* 25

Gambar 2.12. Grafik Pertumbuhan tanaman 27

Gambar 2.13. Kerangka Berpikir 33

Gambar 3.1. Langkah-langkah Menggunakan Metode 34

Gambar 3.2. Alur Tahapan Prosedur Pengembangan 35

Gambar 3.3. Tahapan Desain Rancang Bangun 37

Gambar 3.4. Diagram Blok Sistem 37

Gambar 3.5 Diagram sistem kontrol keseluruhan 38

Gambar 3.6 Mekanik Miniatur Kumbung Jamur Tiram 41

Gambar 3.7. Tampilan rancang bangun *smartgrowing* 42

Gambar 3.8. Pemasangan *Bluetooth* pada *Arduino* 42

Gambar 3.9. Bagian-bagian kaki *Bluetooth HC-05* 43

Gambar 3.10. Skema Rancangan Sistem Keseluruhan 45

Gambar 3.11. Alur Kerja Aplikasi 46

Gambar 3.12. Desain Tampilan Aplikasi *SmartGrowing* 47

Gambar 4.1. Grafik Pengukuran Suhu dan Kelembaban pada sensor DHT11 dan HTC2 pada pagi hari 61

Gambar 4.2. Grafik Pengukuran Suhu dan Kelembaban pada sensor DHT11 dan HTC2 pada sore hari 65

Gambar 4.3. Grafik Pengukuran Suhu dan Kelembaban pada sensor DHT11 dan HTC2 pada pagi hari 68

Gambar 4.4. Grafik Pengukuran Suhu dan Kelembaban pada sensor DHT11 dan HTC2 pada sore hari 71

Gambar 4.5. Grafik pengukuran keseluruhan sensor DHT11 dan HTC-2 74

Gambar 4.6. Grafik fase pertumbuhan jamur tiram pada miniatur "*SmartGrowing*" 75

Gambar 4.7. Grafik Fase Pertumbuhan Jamur Tiram pada Miniatur Tanpa "*SmartGrowing*" 76

Gambar 4.8. Fase Pertumbuhan Jamur Tiram Usia 17 hari 77

Gambar 4.9. Fase Pertumbuhan Jamur Tiram Usia 23 hari 77

Gambar 4.10. Fase Pertumbuhan Jamur Tiram Usia 24 hari 78

Gambar 4.11. Fase Pertumbuhan Jamur Tiram Usia 35 hari 78

Gambar 4.12. Fase Pertumbuhan Jamur Tiram Usia 17 hari pada sore hari 79

Gambar 4.13. Berat Massa Jamur Tiram 79

Gambar 4.14. Tampilan Perbedaan Fase Pertumbuhan Jamur Tiram Sebelah Kiri Media Tanam Menggunakan "*SmartGrowing*" dan Sebelah Kanan Media Tanam Tanpa Menggunakan "*SmartGrowing*" 80

Gambar 4.15 Grafik Uji Kelayakan Rancang Bangun 86

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Surat Penetapan Dosen Pembimbing 96

LAMPIRAN 2. Angket Uji Kelayakan 97

LAMPIRAN 3. Data Hasil Kelayakan 103

LAMPIRAN 4. Dokumentasi 104

LAMPIRAN 5. Program MIT App Inventor 106

LAMPIRAN 6. Program Arduino IDE 108

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budidaya Jamur tiram dengan nama latin (*Pleurotus sp*) di indonesia pada umumnya dilakukan pada rumah jamur atau kumbung. Umumnya kumbung di Indonesia terbuat dari bahan bambu yang tidak menyerap panas. Fungsi kumbung adalah mempermudah petani jamur mengatur kondisi lingkungan agar sesuai dengan syarat hidup jamur, juga untuk mempermudah penanganan budidayanya seperti penyusunan media tanam, akses panen dan pemeliharaan. Widyastuti (2008: 209) menyatakan, Kondisi kumbung di atur sesuai habitat asli tumbuh jamur tiram meliputi suhu, kelembaban, dan cahaya. Tesfaw (2015: 019) mengatakan, Pada umumnya suhu yang optimal untuk pertumbuhan jamur tiram, dibedakan dalam dua fase yaitu fase pembentukan *miselia* yang memerlukan suhu udara berkisar antara 24 - 29 °C dengan kelembaban 90 - 100 % dan fase pembentukan tubuh buah memerlukan suhu udara antara 21 - 28 °C dengan kelembaban 90 – 95 %.

Menurut Onyango (2011: 3), Petani jamur tiram tradisional di Indonesia dalam perawatan kumbung agar didapat suhu berkisar 21-28°C dan kelembaban berkisar 90-95% yang dibutuhkan jamur tiram dengan melakukan penyiraman, jika hujan dengan kondisi lingkungan sudah lembab tidak perlu disiram, namun jika hari panas sekali dapat disiram 2 kali sehari pagi dan sore. Kegiatan penyiraman tersebut dilakukan berdasarkan kebiasaan petani dari turun temurun

tanpa adanya parameter alat ukur suhu dan kelembaban untuk mengontrol kondisi kumbung, di sisi lain cahaya juga aspek penting yang harus ada pada kumbung sebagai perangsang pertumbuhan jamur tiram. Menurut Djarijah (2001: 16) bahwa, akibat perlakuan penyiraman yang hanya perkiraan bisa berakibat terlalu lembab atau basah yang berakibat jamur busuk atau suhu yang terlalu tinggi berakibat calon badan buah tidak berkembang dan kering.

Era modernisasi saat ini teknologi berkembang sangat pesat salah-satunya dibidang pertanian. Diantaranya menurut penelitian Gunawan (2013) *Perancangan Sistem Pengendali Suhu dan Kelembaban untuk Budidaya Jamur Kuping*, penelitian ini menghasilkan prototipe alat pengukur suhu dan kelembaban yang mampu meningkatkan kecepatan respon sistem kendali suhu dan kelembaban secara otomatis. Namun kelemahan alat ini yaitu petani masih harus pergi ke kumbung untuk mengetahui kondisi suhu dan kelembaban pada kumbung dan mengecek alat tersebut berjalan sesuai harapan atau error. Menurut Rebiyanto (2018) dalam penelitiannya yang berjudul Rancang Bangun Sistem kontrol Dan Monitoring Kelembaban dan *Temperature* Ruangan pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis *Internet Of Things* (*IOT*), pengendalian suhu dan kelembaban alat ini berjalan dengan baik tapi kekurangan dari alat ini yaitu petani harus memasang wifi dan itu membutuhkan biaya tambahan, disisi lain belum meratanya akses internet di Indonesia.

Otomatisasi pengontrol suhu dan kelembaban pada kumbung jamur tiram yang sudah ada masih mempunyai kekurangan, oleh sebab itu pada penelitian ini yang berjudul “RANCANG BANGUN *SMARTGROWING* JAMUR TIRAM

BERDASARKAN KONTROL SUHU DAN KELEMBABAN BERBASIS *ANDROID*" merupakan alat otomatisasi pengontrol suhu dan kelembaban yang memanfaatkan teknologi *bluetooth HC-05* yang dikombinasikan *android* sebagai pengontrol secara manual dan otomatis sekaligus sebagai monitoring kondisi kumbung tanpa petani pergi ke kumbung. Diharapkan dengan diciptakannya rancang bangun *SmartGrowing* dapat diproduksi secara masal dan dipasarkan yang nantinya akan menjadi solusi pengendalian suhu dan kelembaban dan meningkatkan efisiensi kinerja petani jamur tiram.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah Dari uraian latar belakang diatas adalah sebagai berikut :

1. Belum adanya sistem yang murah, efektif, dan efisien untuk pengendalian suhu dan kelembaban pada rumah pertumbuhan jamur tiram atau disebut *kumbung*.
2. Masih banyak petani jamur mengalami kesulitan dalam pengendalian suhu dan kelembaban di kumbung jamur yang mengakibatkan panen tidak maksimal karena perawatan aspek lingkungan yang sembarangan.
3. Belum banyaknya sistem teknologi yang dikembangkan dalam dunia pertanian dengan memanfaatkan modul *bluetooth HC-05* serta *android* sebagai media pengendali suhu dan kelembaban secara manual ataupun otomatis, serta monitoring.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Penelitian terfokus pada sensor DHT11 sebagai pembaca suhu dan kelembaban dengan membandingkan alat pengukur suhu dan kelembaban HTC-2.
2. Penggunaan ponsel *android* sebagai media pengendali otomatis ataupun manual, dan monitoring.
3. Komponen yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor DHT11, *Arduino Uno*, *bluetooth HC-05*, *LED*, dan *relay*.
4. Menggunakan *Arduino Uno* sebagai piranti inti pada sistem ini.
5. Penelitian membandingkan fase pertumbuhan jamur tiram menggunakan miniatur kumbung yang menggunakan alat dengan ukuran luas 80cm x 80cm dengan jumlah baglog 2 buah dengan miniatur kumbung tanpa alat dengan ukuran 80cm x 80cm dengan jumlah baglog 2.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah maka dapat ditentukan rumusan permasalahan pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem yang murah, praktis dan efisien pengendalian jarak jauh berdasarkan suhu dan kelembaban pada kumbung secara otomatis dan manual dengan menggunakan metode kontrol dan monitoring berbasis *android* ?

2. Bagaimana tingkat keakuratan sensor DHT11 dibandingkan alat ukur HTC-2 sebagai pengukur suhu dan kelembaban pada rancang bangun "*SmartGrowing"* berbasis *android* sebagai monitoring ?
3. Bagaimana hasil percobaan terhadap pertumbuhan jamur tiram pada kumbung jamur yang menggunakan rancang bangun "*SmartGrowing*" dengan kumbung yang tidak memakai alat rancang bangun "*SmartGrowing*"?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pembuatan alat ini,yaitu:

1. Merancang dan membangun sistem yang praktis dan efisien pengendali jarak jauh suhu dan kelembaban pada kumbung jamur tiram secara otomatis dan manual menggunakan *hardware* yang ekonomis dan mudah dijumpai di pasaran memanfaatkan teknologi *bluetooth* dan aplikasi *android* bernama "*SmartGrowing*" sebagai pengendali.
2. Untuk Mengetahui keakuratan sensor DHT11 sebagai pengukur suhu dan kelembaban pada rancang bangun "*SmartGrowing"* berbasis *android* sebagai monitoring.
3. Untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan jamur tiram pada rancang bangun "*SmartGrowing*" dengan pertumbuhan jamur tiram pada kumbung yang tidak memakai alat rancang bangun "*SmartGrowing*".

1.6 Manfaat Penelitian

Diharapkan setelah selesainya rancang bangun *SmartGrowing* ini bisa bermanfaat bagi :

1. Mahasiswa

   Dapat memahami langkah-langkah dalam pembuatan rancang bangun "*SmartGrowing"* berdasarkan suhu dan kelembaban secara otomatis dan manual berbasis *android*.

2. Petani Jamur

   Meningkatkan efisiensi kerja petani jamur tiram dalam perawatan jamur tiram untuk mendapatkan hasil panen jamur tiram yang maksimal seperti yang diharapkan.

3. Akademisi

   Bagi akademisi manfaat dari penelitian ini dapat menambah refrensi untuk dikembangkan penelitian selanjutnya yang lebih komplek.

1.7 Spesifikasi Produk yang di Kembangkan

Spesifikasi produk yang akan dikembangkan dalam penelitian ini yaitu:

1. Rancang bangun yang dikembangkan sesuai bentuk aslinya berupa kumbung kecil dengan ukuran 80cm x 80cm lengkap dengan baglog sejumlah 2 buah.
2. Tampilan suhu dan kelembaban bisa dilihat melalui aplikasi *android SMARTGROWING* jika sudah tersambung dengan *bluetooth*.
3. Kontrol suhu dan kelembaban bisa otomatis atau manual aplikasi *android SMARTGROWING* jika sudah tersambung dengan *bluetooth.*

4. Ketika tombol otomatis ditekan alat *SmartGrowing* pengontrol suhu dan kelembaban dapat berjalan secara otomatis meski petani pergi keluar kota.

1.8 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Asumsi dan keterbatasan pengembangan dalam penelitian pengembangan ini adalah:

1. Asumsi Pengembangan
   a. Pengembangan ini berfokus pada pengembangan skala kecil sebagai upaya membantu efisiensi kinerja petani jamur dalam pengendalian suhu dan kelembaban pada kumbung jamur tiram agar didapatkan hasil panen yang memuaskan.
   b. Objek yang menjadi implementasi hasil produk adalah semua kumbung jamur skala rumah tangga sampai skala perusahaan.
2. Keterbatasan Pengembangan

Keterbatasan waktu dan biaya sehingga peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini menyesuaikan yang ada dipasaran dengan harga yang terjangkau.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Deskripsi Teoritik

2.1.1 Alur Isi Landasan Teori

Pada alur isi landasan teori yang akan digunakan sebagai acuan untuk merencanakan sistem, maka pada bab alur isi landasan teori membahas teori terkait tentang Sistem pengendalian, *Android, Arduino Uno, bluetooth*, sensor DHT11, dan *relay*.

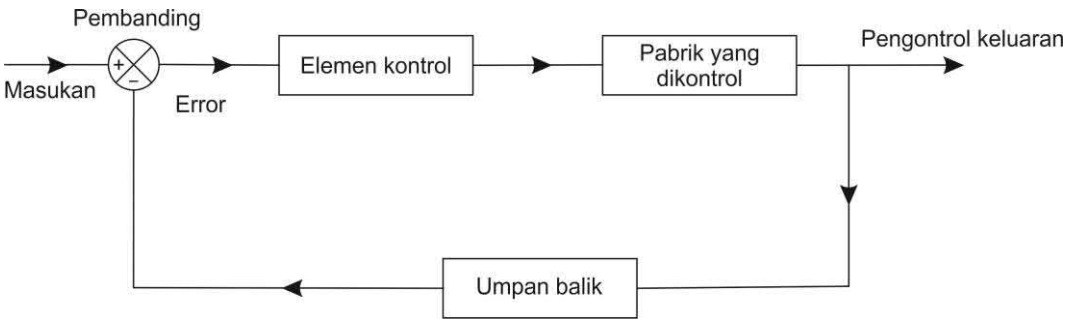
2.1.2 Sistem Pengendalian

Bandyopadhyay (2004: 1) menyatakan, Sistem kendali adalah suatu kesatuan terdiri dari elemen yang saling terhubung untuk mengatur mesin, mekanik, peralatan sesuai keinginan agar didapat suatu kondisi yang diinginkan. Sistem pengendalian ini secara umum terdiri dari tiga elemen pokok, yaitu input, proses dan output.

Menurut Bandyopadhyay (2004: 1), Sistem kendali ada dua macam yaitu *close-loop* dan *open-loop control*. Pada penelitian ini , sistem kontrol yang digunakan yaitu *Close Loop system* sebuah proses dimana variabel yang ada di kendalikan secara terus menerus oleh sensor atau transduser kemudian dibandingkan dengan kuantitas referensi. Sistem ini dikenal sebagai sistem kendali umpan balik sehingga besaran keluaran memberikan efek terhadap besaran masukan. Besaran yang di kontrol dapat dibandingkan terhadap kondisi

yang diinginkan. Perbedaan kondisi yang terjadi antara besaran yang dikontrol dengan kondisi yang diinginkan sebagai koreksi yang merupakan sasaran pengontrolan. Dalam aplikasinya, suatu sistem kontrol memiliki tujuan atau sasaran tertentu. Sasaran sistem kontrol adalah untuk mengatur keluaran (*Output*) dalam suatu keadaan atau kondisi yang telah ditetapkan oleh masukan (*Input*) melalui elemen sistem kontrol.

Gambar 2.1 menunjukkan diagram skematis dari sistem *Close-loop control.*



Gambar 2.1 Sistem kontrol loop tertutup (*close-loop*)
Sumber: Bandyopadhyay (2004: 1).

Berikut uraian fungsi-fungsi dari masing-masing elemen tersebut diatas:

1. Elemen Pembanding

   Menurut Bolton (2004: 89) , Elemen ini berfungsi untuk membandingkan nilai yang dikehendaki dari variabel yang sedang dikontrol dengan nilai terukur yang diperoleh dan menghasilkan sebuah sinyal error (sinyal dengan nilai yang diinginkan).

2. Elemen Kontrol

   Menurut Bolton (2004: 89), Elemen kontrol menentukan tindakan apa yang akan diambil bila diterima sebuah sinyal error. Kontrol yang dilakukan dapat berupa sebuah sinyal yang akan mematikan atau mematikan saklar.

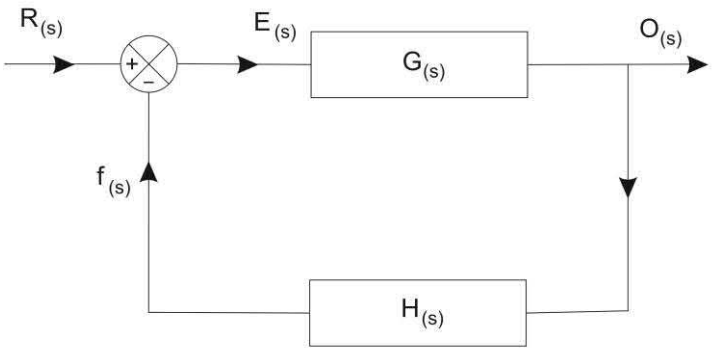
3. Elemen Pabrik yang dikontrol

   Menurut Bolton (2004: 90) , Sistem dimana terdapat sebuah variabel yang dikontrol.

4. Elemen Umpan Balik

   Menurut Bolton (2004: 90) , Cara dimana sebuah sinyal yang terkait dengan kondisi sebenarnya yang tercapai, diumpankan kembali untuk memodifikasi sinyal masukan bagi suatu proses.

Menurut Bandyopadhyay (2004: 12), Persamaan matematik dari sistem kontrol *close loop* dengan diagram blok dapat dikembangkan dengan pendekatan umum berikut. misalkan sistem umpan balik negatif sedang dikembangkan dalam sistem *loop* tertutup. Berikut fungsi matematik dari *Close Loop system* ditunjukkan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Bentuk umum dari diagram blok sistem *Close-loop*

Sumber: Bandyopadhyay (2004: 13)

$R_{(s)}$ Referensi input

$O_{(s)}$ Sinyal output

$f_{(s)}$ Sinyal umpan balik

$E_{(s)}$ Sinyal penggerak

Kemudian,

$G_{(s)} = \frac{G_{(s)}}{E_{(s)}}$ = Fungsi transfer jalur maju

$H_{(s)}$ = Fungsi transfer elemen umpan balik = $\frac{f_{(s)}}{O_{(s)}}$

Dan

$G_{(s)}H_{(s)} = \frac{f_{(s)}}{E_{(s)}}$ = Fungsi transfer loop

$T_{(s)} = \frac{O_{(s)}}{R_{(s)}}$ = Fungsi transfer loop tertutup

Karena,

$$O_{(s)} = G_{(s)}E_{(s)}$$

$$E_{(s)} = R_{(s)} - F_{(s)}$$

$$= R_{(s)} - G_{(s)}H_{(s)}E_{(s)}$$

$$= R_{(s)} - \frac{O_{(s)}}{E_{(s)}}H_{(s)}E_{(s)}$$

$$= R_{(s)} - O_{(s)}H_{(s)}$$

Karena itu,

$$\frac{O_{(s)}}{G_{(s)}} = E_{(s)} = R_{(s)} - O_{(s)}H_{(s)}$$

atau

$$O_{(s)} = G_{(s)}R_{(s)} - G_{(s)}O_{(s)}H_{(s)}$$

atau

$$O_{(s)}[1+ G_{(s)}H_{(s)}] = G_{(s)}R_{(s)}$$

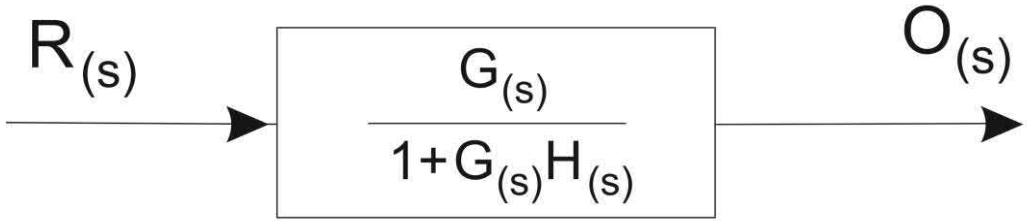
atau

$$\frac{O_{(s)}}{R_{(s)}} = \frac{G_{(s)}}{1+G_{(s)}H_{(s)}}$$

atau

$$T_{(s)} = \frac{G_{(s)}}{1+G_{(s)}H_{(s)}}$$

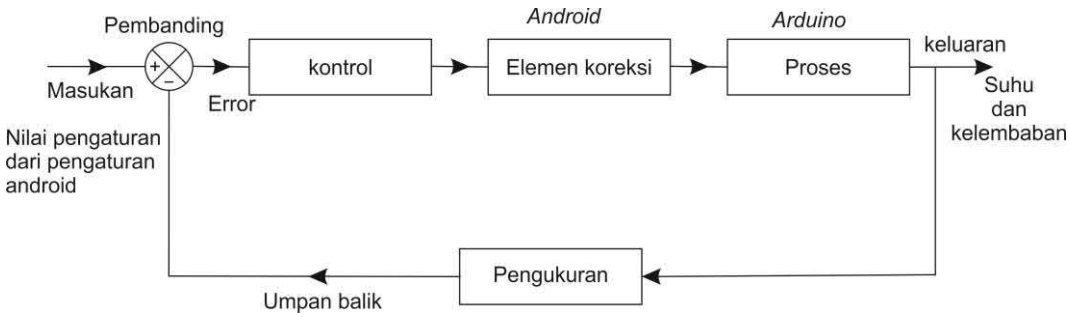
Dengan demikian dari persamaan diatas , maka didapatkan diagram blok ekivalen dari sistem *close-loop* berikut.



Gambar 2.3 Diagram blok ekivalen dari sistem *close-loop*

Sumber: Bandyopadhyay (2004: 13).

Dari penjelasan dan persamaan matematik *close-loop system* diatas, maka secara sederhana diagram blok *close-loop* pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2.4



Gambar 2. 4 Diagram blok dari sistem *SmartGrowing*

Masukan berupa nilai suhu dan kelembaban yang diinginkan dapat diperoleh melalui pengaturan tombol *on/off* manual dan tombol otomatis pada aplikasi *android smartgrowing*. Langkah ini akan menentukan kapan waktunya menekan tombol *on/off* manual dan tombol otomatis dengan melihat acuan nilai suhu dan kelembaban yang diberikan ke elemen pembanding, yaitu sensor DHT11 sebagai penunjuk nilai suhu dan kelembaban yang dibutuhkan jamur tiram. DHT11 menghasilkan sebuah sinyal keluaran yang diperkuat, yang proposional terhadap selisih di antara keduanya, maka keluarannya sama dengan nol. Dengan demikian sensor DHT11 digunakan untuk membandingkan dan mengimplementasikan kontrol. Sinyal kontrol yang dihasilkan selanjutnya diumpankan ke *android* yang akan mengatur mati hidupnya pompa dan lampu agar sesuai besarnya sinyal kontrol. Nilai Suhu dan kelembaban pada miniatur kumbung jamur tiram diukur menggunakan sensor DHT11. Instrumen ini dihubungkan oleh *bluetooth HC-05* ke

android melalui proses papan *arduino Uno.* Sinyal dari sensor DHT11 merupakan sinyal umpan balik yang diberikan ke elemen *android.*

2.1.3 *Android*

Menurut Wei-Meng Lee (2011: 2) , *android* adalah sistem operasi seluler yang didasarkan pada versi modifikasi Linux. Awalnya dikembangkan oleh startup dengan nama yang sama, *android, Inc*. Pada tahun 2005 Google membeli *android* dan mengambil alih pekerjaan pengembangannya (serta tim pengembangannya) di bawah lisensi *Apache open source*, yang berarti bahwa siapa pun yang ingin menggunakan *android* dapat melakukannya dengan mengunduh kode sumber *android* lengkap. Menurut Ichwan (2013: 15) bahwa, *android* menyediakan *platform* yang terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka.

Menurut Ichwan (2013: 16), Android merupakan generasi baru *platform mobile*, *platform* yang memberikan pengembang untuk melakukan pengembangan sesuai dengan yang diharapkannya. Sistem operasi yang mendasari *android* di lisensikan dibawah GNU, General Public Lisensi Versi 2 (GPLv2), yang sering dikenal dengan istilah *"copyleft"* lisensi di mana setiap perbaikan pihak ketiga harus terus jatuh di bawah Android didistribusikan di bawah Lisensi *Apache Software* (*ASL/Apache2*), yang memungkinkan untuk distribusi kedua dan seterusnya. Komersialisasi pengembang (produsen handset khususnya) dapat memilih untuk meningkatkan *platform* tanpa harus memberikan perbaikan mereka ke masyarakat *open source*.

Menurut Lazareska (2017: 117) , Keuntungan utama dari mengadopsi *android* adalah bahwa ia menawarkan banyak aplikasi baru secara gratis serta kestabilan sistemnya. *Android* juga secara otomatis memperbarui sistemnya untuk meningkatkan kinerja sistem operasinya, peningkatan daya hidup baterai.

Pengembangan *android* dari pengembang bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 1 versi Android

Sumber: Wei-Meng Lee (2011: 2)

Versi *Android*	**Tanggal Rilis**	**Nama**
1.5	9 Februari 2009	*Cupcake*
1.6	30 April 2009	*Donut*
2.0	15 September 2009	*Eclair*
2.2	20 Mei 2010	*Froyo (Frozen Yogurt)*
2.3	6 Desember 2010	*Gingerbread*
3.0-3.2	22 Februari 2011 (3.0) 10 Mei 2011 (3.1) 15 Juli 2011 (3.2)	*Honeycomb*
4.0	19 Oktober 2011	*ICS(Ice Cream Sandwich)*
4.1-4.3	9 Juli 2012 (4.1) 13 November 2012 (4.2) 24 Juli 2013 (4.3)	*Jelly Bean*
4.4	31 Oktober 2013	*Kitkat*
5.0	15 September 2014	*Lollipop*

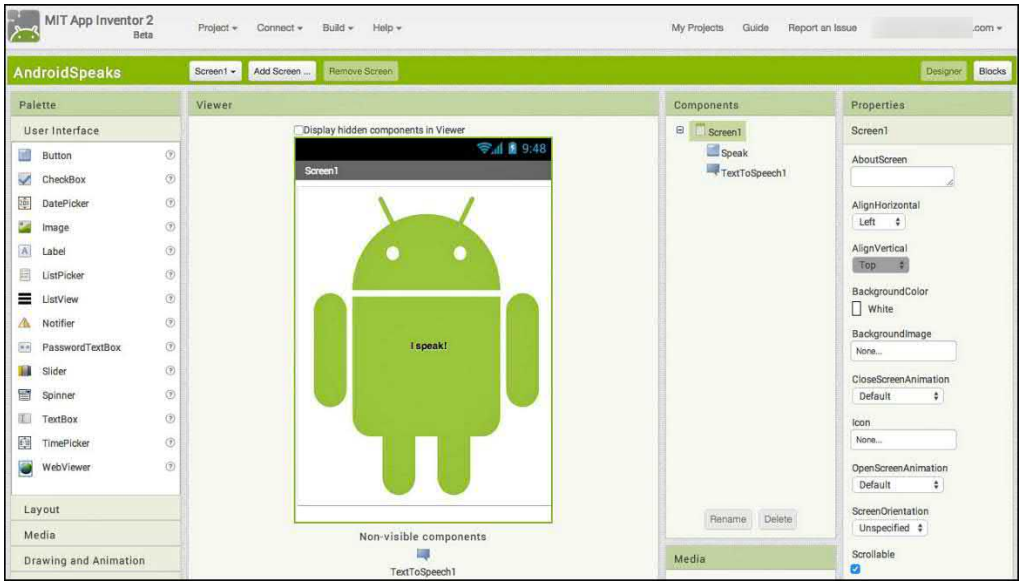
Pada sistem yang akan dirancang dapat menggunakan android apa saja yang mendukung layanan aplikasi yang akan dibuat,semakin tinggi android fitur atau layanan semakin komplek. Pada pembuatan aplikasi android penelitian ini menggunakan software *MIT App Inventor* .

Menurut Hendrik (2015: 6), *App Inventor* adalah sebuah tool untuk membuat aplikasi android, yang menyenangkan dari tool ini adalah karena berbasis *visual*

block programming, dapat membuat aplikasi tanpa kode satupun. Disebut *visual block programming*, karena menggunakan, menyusun dan *dragdrops* “blok” yang merupakan simbol-simbol perintah dan fungsi tertentu dalam membuat aplikasi, dan secara sederhana bisa menyebutnya tanpa menuliskan kode program. *Framework* visual programming ini terkait dengan bahasa pemrograman *Scratch* dari MIT, yang secara spesifik merupakan implementasi dari *Open Block* yang didistribusikan oleh *MIT Scheller Teacher Education* Program yg diambil dari riset yang dilakukan oleh Ricarose Roque.

Menurut Hendrik (2015: 7), *App Inventor* menggunakan *Kawa Language Framework* dan *Kawa’s dialect* yang di *develop* oleh Per Bothner dan di distribusikan sebagai bagian dari GNU *Operating System* oleh *Free Software Foundation* sebagai compiler yang menterjemahkan *visual block programming* untuk diimplementasikan pada *platform Android*.

Hendrik (2015: 7) menyatakan , *App Inventor* merupakan aplikasi web yang dikembanglah oleh Google, dan saat ini dikelola oleh *Massachusetts Institute of Technologi (MIT)*. App Inventor memungkinkan pengguna baru untuk memprogram komputer untuk menciptakan aplikasi perangkat lunak bagi sistem operasi *android*. *App Inventor* menggunakan antarmuka *grafis*, yang memungkinkan pengguna unuk *men-drag-and-drop* obyek visual untuk menciptakan aplikasi yang bisa dijalankan pada perangkat *android*.



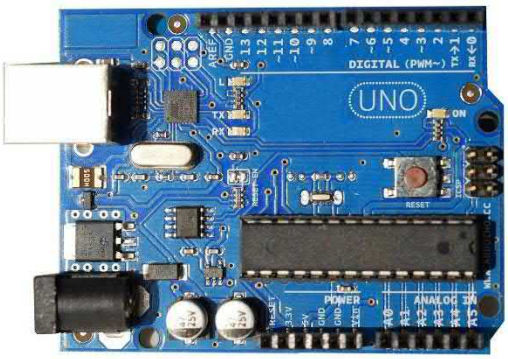
Gambar 2. 5 Tampilan *Mit App Inventor*

2.1.4 *Arduino Uno*

Menurut Purwanti (2013: 84), Mikrokontroler Yaitu teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun membutuhkan ruang yang kecil. Tidak seperti sistem komputer, yang mampu menangani berbagai macam program aplikasi (misalnya pengolah kata, pengolah angka dan lain sebagainya), mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk suatu aplikasi tertentu saja. (hanya satu program saja yang bisa disimpan).

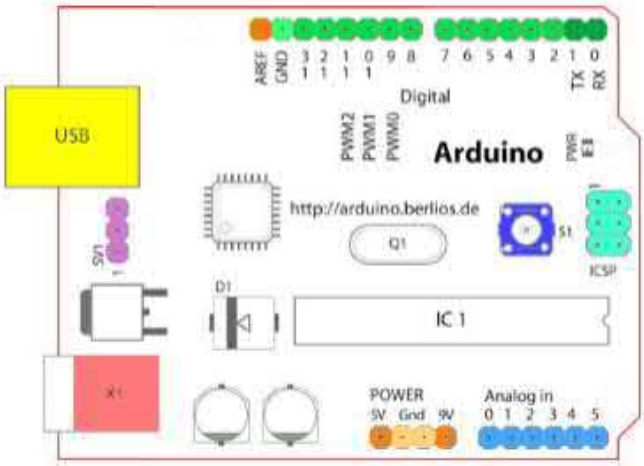
Pada rancang bangun *SmartGrowing* ini, peneliti menggunakan mikrokontroler jenis *arduino uno.* Menurut Mowad (2014: 936), *Arduino Uno* adalah papan mikrokontroler yang mengandung mikroprosesor (berupa Atmel AVR) yang memiliki 14 pin *input* atau *output* digital (dimana 6 dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input analog*, *resonator* keramik 16 MHz, sambungan USB, soket listrik, *header* ICSP, dan tombol *reset*. *Arduino Uno* juga dilengkapi

dengan *static random-access memory* (SRAM) berukuran 2 KB untuk menyimpan data, *flash memory* ukuran 32 KB dan 1 KB *erasable programmable read-only memory* (EEPROM) untuk menyimpan program. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan cukup hanya menyambung ke komputer dengan kabel USB atau menyalakannya dengan adaptor AC-ke-DC atau baterai untuk menjalankannya . Berikut merupakan gambar fisik dan bagian-bagian dari *Arduino Uno* dapat dilihat berikut ini:



Gambar 2. 6 Bentuk fisik *Arduino Uno*

Sumber: Mowad,*et al*.,(2014: 936)



Gambar 2. 7 Bagian-bagian *Arduino Uno*

Sumber: Djuandi (2011: 9)

Adapun penjelasan Pada gambar diatas bagian-bagian *arduino uno* bisa di lihat pada tabel 2. 2 berikut :

Tabel 2. 2 Bagian-bagian *Arduino Uno*

Sumber: Djuandi (2011: 9)

NO	Bagian Papan *Arduino Uno*	Fungsi
1	14 Pin *input* atau *Output* digital (0-13)	Berfungsi sebagai *input* atau *output*, dapat diatur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin *analog output* dimana tegangan *output*-nya dapat diatur. Nilai sebuah pin *output analog* dapat diprogram antara 0 – 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.
2	USB	1. Memuat program dari komputer ke dalam papan 2. Komunikasi serial antara papan dan komputer 3. Memberi daya listrik kepada papan
3	Sambungan SV1	Sambungan atau jumper untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan *arduino* versi terakhir karena pemilihan sumber daya *eksternal* atau USB dilakukan secara otomatis.
4	Q1 – Kristal *(quartz crystal oscillator)*	Jika *microcontroller* dianggap sebagai sebuah otak, maka kristal adalah jantung-nya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada *microcontroller* agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detak-nya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16MHz).

5	Tombol *reset* S1	Untuk me-*reset* papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol *reset* ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan *microcontroller*.
6	*In-Circuit Serial Programming* (ICSP)	*Port* ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram *microcontroll*er secara langsung, tanpa melalui *bootloader*. Umumnya pengguna *arduino* tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.
7	IC 1 – *Microcontroller Atmega*	Komponen utama dari papan *arduino*, di dalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM.
8	X1 – sumber daya *eksternal*	Jika hendak disuplai dengan sumber daya *eksternal*, papan Arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9-12V.
9	6 pin *input analog* (0-5)	Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang dihasilkan oleh sensor *analog*, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 – 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 – 5V.

Input* dan *Output

Masing-masing dari 14 pin digital di *arduino Uno* dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, dengan menggunakan fungsi *pinMode (), digitalWrite (),* dan *digitalRead (),* beroperasi dengan daya 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki internal *pull-up resistor* (secara *default* terputus) dari 20-50 kOhm. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

1. *Serial*: 0 (RX) dan 1 (TX) : Berfungsi untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-to-TTL.
2. *Eksternal Interupsi 2 dan 3 :* Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu *interrupt* pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai.
3. *PWM* : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Berfungsi Menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi *analogWrite ()*.
4. *SPI* : 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Berfungsi mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.
5. *LED* : 13. Berfungsi *built-in LED* ketika terhubung ke pin *digital* 13. Ketika pin bernilai nilai *HIGH, LED on,* ketika pin bernilai *LOW, LED off.*

Arduino Uno memiliki 6 masukan *analog*, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus:

1. *I2C (TWI): A4 (SDA) dan A5 (SCL)*. Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan *Wire*.
2. *AREF*. Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk *input analog*. Digunakan dengan fungsi *analogReference ()*.
3. *Reset*. Bawa baris ini *LOW* untuk *me-reset* mikrokontroler.

2.1.4.1 Arduino IDE

Menurut Djuandi (2011: 12) , *Arduino IDE* adalah *software open-source* yang berfungsi sebagai menulis dan meng-*upload* program ke *board arduino*. *Software* ini berjalan di sistem operasi *Windows*, *Mac OSX*, dan *Linux* dengan menggunakan bahasa *Java*.

Berikut ini adalah contoh tampilan *software IDE Arduino* .

Gambar 2.8 Tampilan *Software Arduino IDE*
Sumber: Hari Santoso. 2015. *ARDUINO* UNTUK PEMULA. Elang Sakti

Interface Arduino IDE tampak seperti gambar 2.8 Dari kiri ke kanan dan atas ke bawah, bagian-bagian *IDE Arduino* terdiri dari:

1. *Verify* : berfungsi sebagai verifikasi jika ada kesalahan pada *sketch*, nanti akan muncul *error*. Proses *Verify / Compile* mengubah *sketch* ke *binary code* untuk di *upload* ke mikrokontroller

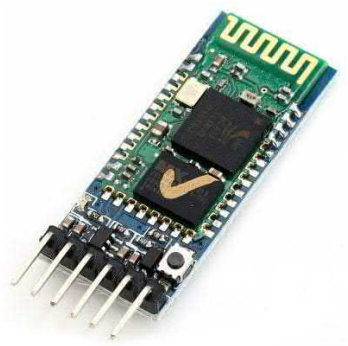
2. *Upload* : Berfungsi untuk meng-*upload sketch* ke *board arduino*. Walaupun kita tidak mengklik tombol *verify*, maka *sketch* akan di-*compile*, kemudian langsung di *upload* ke *board*. Berbeda dengan tombol *verify* yang hanya berfungsi untuk memverifikasi *source code* saja.
3. *New Sketch* : Berfungsi membuka *window* dan membuat *sketch* baru
4. *Open Sketch* : Berfungsi membuka *sketch* yang sudah pernah dibuat. *Sketch* yang dibuat dengan *IDE Arduino* akan disimpan dengan ekstensi *file .ino*
5. *Save Sketch* : Berfungsi menyimpan *sketch*, tapi tidak disertai meng-*compile*.
6. *Serial Monitor* : berfungsi membuka *interface* untuk komunikasi *serial*, nanti akan kita diskusikan lebih lanjut pada bagian selanjutnya
7. Keterangan Aplikasi : Berfungsi menampilkan pesan-pesan yang dilakukan aplikasi akan muncul di sini, misal "*Compiling*" dan "*Done Uploading*" ketika kita meng-*compile* dan meng-*upload sketch* ke *board Arduino*.
8. Konsol : Pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang sketch akan muncul pada bagian ini. Misal, ketika aplikasi mengcompile atau ketika ada kesalahan pada sketch yang kita buat, maka informasi error dan baris akan diinformasikan di bagian ini.
9. Informasi *Port* : Berfungsi menginformasikan port yang dipakah oleh board Arduino.

2.1.5 Bluetooth HC-05

Output utama dari rancang bangun *SmartGrowing* ini adalah pompa air dan *LED* (hidup/mati). Media transmisi sistem kendali ini menggunakan media

transmisi *Bluetooth HC-05* untuk menghubungkan *smartphone android* dengan sistem dari *arduino.*

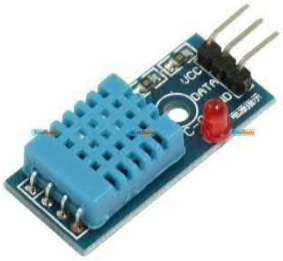
Penggunaan sistem pada jarak tidak terlalu jauh, misalnya rumah dengan ukuran 25 x 10 meter, cukup dengan menggunakan *bluetooth*. Cotta (2016: 870) menyatakan bahwa, "Karena modul *Bluetooth HC-05* memiliki frekuensi 2.4 GHz dengan jarak maksimal 10 meter dengan kecepatan transfer data hingga 3Mbps". Gambar *Bluetooth HC-05* dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2. 9 *Bluetooth HC-05*

2.1.6 Sensor DHT11

Menurut Mandarani (2014: 39), Komponen pendeteksi suhu dan kelembaban udara pada alat ini menggunakan *board* sensor DHT11. Sensor DHT11 terdiri dari elemen polimer kapasitif yang didalamnya terdapat memori kalibrasi yang digunakan untuk menyimpan koefisien kalibrasi hasil pengukuran sensor. DHT11 dengan keluaran sinyal digital memiliki 4 pin yang terdiri dari *power supply* , data *signal,not used,* dan *ground*. Data yang dihasilkan sensor DHT11 berupa *digital logic* yang diakses secara serial dengan kisaran pengukuran dari 20-95% RH dan 0-50° C. Gambar DHT11 dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2**.** 10 Sensor DHT11

2.1.7 *Relay*

Modul *relay* ini terdiri dari 2 *channel*. Setiap *relay* terhubung ke beban yang dapat langsung dihubungkan ke *Microcontroller* atau *arduino*.Menurut Islam (2016: 3) , *relay* merupakan alat *elektromagnetik* yang bila dialiri arus dapat menimbulkan medan magnet pada kumparan untuk menarik saklar (*switch*) agar terhubung dan bila tidak dialiri arus dapat melepaskan saklar kembali.

Kamelia (2014: 1761) menyatakan bahwa, "Modul 2 *channel* dapat beroperasi pada 5-6V dari *arduino* untuk mensuplai tegangan koil dan *ground relay* ke pin *ground Arduino uno*". Agrawal (2015: 930) mengatakan, Modul *relay* ini mampu untuk mengendalikan perangkat atau alat listrik berdaya tinggi 240V langsung dari mikrokontroler atau *Arduino Uno*.Modul *relay* ini memiliki 3 *LED*, satu untuk power dan 2 untuk menunjukan sinyal *relay*. Gambar Modul *relay* dapat dilihat pada Gambar 2.11

Gambar 2.11 *Modul relay 2-channel*

2.1.8 Kumbung

Kumbung adalah bangunan tanam yang digunakan untuk budidaya jamur. Bentuk dan bahan kumbung bermacam-macam, ada yang terbuat dari bambu, tembok kayu, paranet, triplek, dan sebagainya.

Umumnya kumbung di indonesia terbuat dari bahan bambu mengingat banyak sekali bambu yang tumbuh di tanah air ini. Bentuk kumbung itu sendiri tidak berbeda dengan bangunan rumah, hanya saja di dalamnya terdapat rak-rak untuk menyusun media tanam jamur.

Fungsi kumbung adalah mempermudah petani jamur mengatur kondisi lingkungan agar sesuai dengan syarat hidup jamur, juga untuk mempermudah penanganan budidayanya seperti penyusunan media tanam, akses panen dan pemeliharaan serta segi estetika.

2.1.9 Jamur Tiram

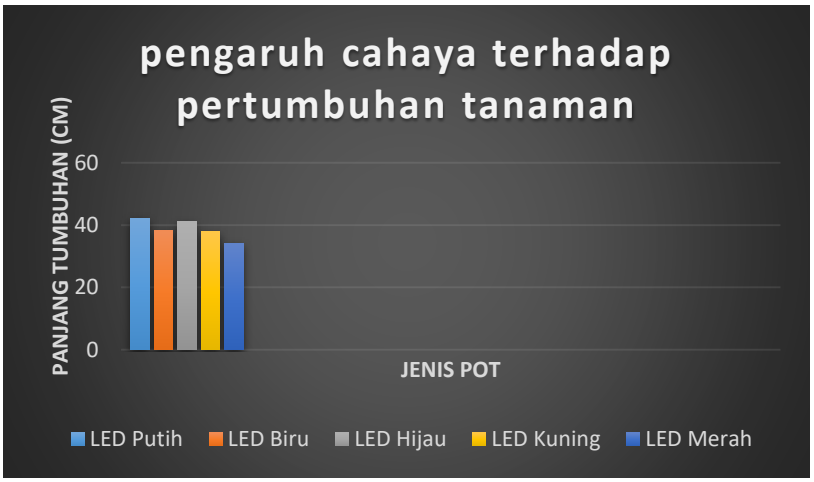
Menyatakan Widyastuti (2008: 287) , jamur merupakan tanaman yang berinti, berspora, tidak berklorofil berupa sel atau benang-benang bercabang. Karena tidak berklorofil, kehidupan jamur tiram mengambil makanan yang sudah dibuat oleh organisme lain yang telah mati.Masa panen jamur tiram usia standar mulai pembentukan miselia sampai siap panen 70-75 hari. Menurut Amelia (2017: 2) , habitat asli tempat jamur tiram dihutan dengan kondisi lingkungan yang lembab, namun jamur tiram bisa di budidayakan di daerah manapun asal seperti suhu dan intensitas cahaya yang mendekati habitat asli jamur tiram. Menurut Amelia (2017: 5) , Ketika pada kondisi tertentu kekurangan intensitas cahaya kita bisa

memanfaatkan intensitas cahaya dari lampu. Menurut Alhadi (2016: 14), Lampu penerangan Diperlukan untuk memberikan penyinaran yang berfungsi untuk fotosintesis tanaman. Menurut Acero (2013: 416), dari hasil penelitiannya selama 14 hari pertumbuhan tumbuhan dipengaruhi oleh panjang gelombang dari warna cahaya lampu, didapatkan hasil warna putih sangat baik buat pertumbuhan vegetatif tumbuhan karena warna putih mempunyai panjang gelombang 400-520 nm terdiri dari warna hijau, violet, dan warna. Berikut tabel penelitian dari Acero (2013: 416) ditampilkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Hasil ujicoba pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan tanaman

Sumber: Acero (2013: 416)

	LED Putih	*LED* Biru	*LED* Hijau	*LED* Kuning	*LED* Merah
Pot 1	47	36,5	48	33	35
Pot 2	39	37	42	34	33
Pot 3	42	41	37	37	29
Pot 4	43	40	37,5	42	45
Pot 5	41	36	41	43	29
Total	212	190,5	205	189	171
Rata-rata	42,4	38,1	41,1	37,8	34,2



Gambar 2.12 Grafik Pertumbuhan tanaman

Hasil data dari tabel 2.3 dan grafik 2.12 didapatkan pertumbuhan tanaman dengan jenis lampu warna putih lebih baik dari pada warna lampu lainnya.

2.2 Kajian Penelitian yang Relevan

Teknologi semakin maju yang memungkinkan mempermudah pekerjaan manusia khususnya terkait di bidang pertanian. Saat ini sudah ada beberapa penelitian yang dilakukan untuk perencanaan teknologi otomatis dengan aplikasi yang bernama *SmartGrowing*. Kajian penelitian relevan ini digunakan sebagai referensi pengembangan dalam penelitian ini. Penelitian tersebut diantaranya :

1. Menurut Penelitian oleh Widyastuti (2008), Aspek lingkungan sebagai kebutuhan tumbuh dari jamur tiram (*Pleurotus sp.*), Memberikan prioritas seperti suhu dan kelembaban relatif. Pada budidaya jamur tiram suhu udara dan kelembaban memegang peranan yang penting untuk mendapatkan pertumbuhan badan buah yang optimal. Pada umumnya suhu yang optimal untuk pertumbuhan jamur tiram, dibedakan dalam dua fase yaitu fase inkubasi yang memerlukan suhu udara berkisar antara 22 - 28 °C dengan kelembaban 60 - 70 % dan fase pembentukan tubuh buah memerlukan suhu udara antara 16 - 22 °C . Lebih jelasnya parameter suhu dan kelembaban pada aspek lingkungan kumbung jamur tiram bisa dilihat pada tabel 2. 3 berikut.

Tabel 2. 4 Aspek Lingkungan yang Menentukan Keberhasilan Budidaya Jamur Tiram (Pleurotus sp.)

Sumber: Widyastuti (2008: 209)

Parameter Pertumbuhan	Besaran
Pertumbuhan miselia pada substrat tanam	
1. Temperatur inkubasi	24℃ - 29℃
2. Kelembaban	90% - 100%
3. Waktu tumbuh	10 – 14 hari
4. Cahaya	500 – 1.000 lux
Pembentukan Primordia	
1. Temperatur Inisiasi pertumbuhan	21℃ - 27℃
2. Kelembaban	90% - 100%
3. Waktu tumbuh	3 – 5 hari
4. Cahaya	500 – 1.000 lux
Pembentukan tumbuh buah	
1. Temperatur Inisiasi pertumbuhan	21℃ - 28℃
2. Kelembaban	90% - 95%
3. Waktu tumbuh	3 – 5 hari
4. Cahaya	500 – 1.000 lux

2. Menurut Penelitian oleh M.Dwisnanto Putro dan Feisy D. Kambey (2016), Pada penelitian ini menggunakan perangkat keras *bluetooth* sebagai pengirim intruksi kendali ke sistem operasi sistem *android*. Hasil yang didapatkan sistem

berjalan dengan baik, baik dari perangkat keras maupun lunak sesuai yang diharapkan.

3. Menurut Penelitian yang dilakukan oleh Ichwan (2013) , Pembuatan *prototipe* ini dilatarbelakangi adanya Kebutuhan akan sistem pengendalian jarak jauh semakin meningkat dimana perpindahan dan pergerakan manusia semakin luas dan cepat. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini berhasil membangun sistem pengendalian dan antar muka dalam hal ini untuk melakukan pengendalian *on/off* peralatan listrik yang diimplementasikan pada *platform android* sesuai yang diharapkan.
4. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Subagio (2015) , *Arduino* merupakan *single-board* berbasis mikrokontroler yang dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan serta dapat dihubungkan dengan perangkat *android* yang semakin banyak penggunanya sehingga dapat membangun *home automation* dengan biaya yang murah. Perangkat *android* yang digunakan berfungsi sebagai pengendali *home automation* yang dilengkapi fitur keamanan berupa alarm, kendali motor untuk membuka dan menutup pintu, dan *video streaming* untuk monitoring keadaan sehingga dapat memberikan keamanan lebih bagi pemilik rumah. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai rata-rata *Cyclomatic Complexity* sebesar 5,16 untuk program *arduino* dan 2,83 untuk program *android* yang artinya sistem memiliki prosedur yang sederhana dan memiliki tingkat resiko *error* yang rendah.

2.3 Kerangka Berfikir

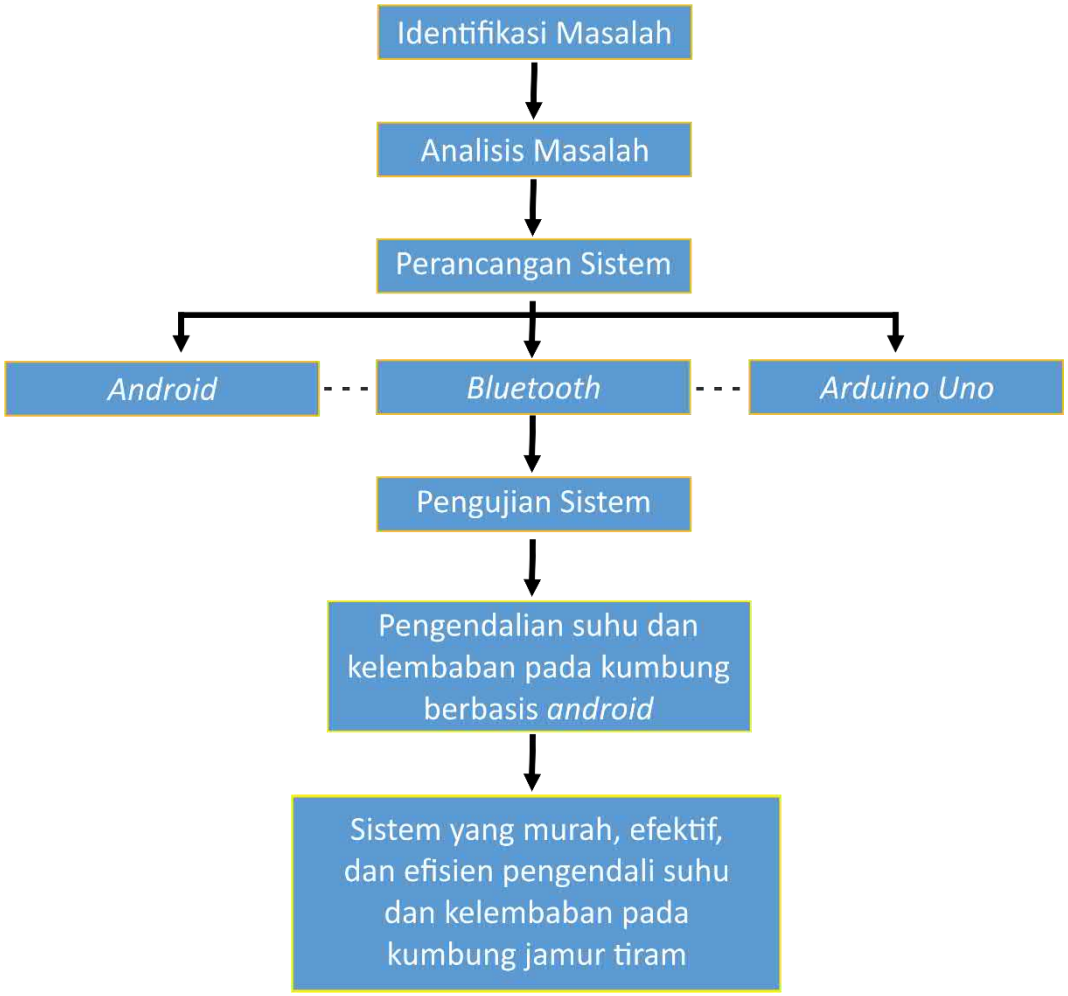
Menurut Sugiyono (2015: 388) , bahwa kerangka berfikir merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah penting. Kerangka berpikir dimulai dengan mengidentifikasi masalah, diantaranya yaitu belum adanya sistem yang murah, efisien, dan efektif untuk pengendalian suhu dan kelembaban secara otomatis dan manual pada kumbung jamur tiram baik skala kecil maupun skala perusahaan, sedangkan saat ini untuk mengontrol suhu dan kelembaban masih menggunakan saklar *on/off* secara manual. Hal ini jika pengendalian suhu dan kelembaban dilakukan sembarangan dan dilakukan secara manual akan mengakibatkan pertumbuhan miselium sulit terbentuk dan berkembang, calon tubuh buah mengalami kekeringan, gangguan pertumbuhan dan mati serta menguras tenaga petani tersebut. Namun melihat belum banyaknya sistem yang dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi *bluetooth* dan *android* sebagai media penghubung sekaligus sebagai *remote* dan monitoring.

Berdasarkan identifikasi masalah, langkah selanjutnya menganalisis masalah yaitu bagaimana cara menghasilkan solusi sistem yang murah, praktis, dan efisien untuk pengendalian suhu dan kelembaban secara otomatis dan manual jarak jauh pada kumbung dengan menggunakan *arduino uno* sebagai pemroses sistem yang di padukan dengan *bluetooth* dengan tujuan untuk memberikan alternatif solusi sebagai upaya menghemat biaya tanpa memerlukan konektivitas internet sebagai media penghubung pada aplikasi *android*. Selain itu sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban pada kumbung yang ditampilkan pada aplikasi

android, aplikasi *android* selain dimanfaatkan sebagai tampilan hasil bacaan sensor juga dimanfaatkan sebagai pengendali suhu dan kelembaban secara otomatis dan manual. Sehingga suhu dan kelembaban bisa di kontrol secara otomatis dan sesuai kebutuhan tanpa petani menekan saklar dan menyemprot air secara manual, serta dapat melihat kondisi suhu dan kelembaban pada kumbung tanpa harus pergi kek kumbung. Sehingga hasil panen jamur sesuai yang diharapkan petani.

Langkah terakhir yaitu menghasilkan produk yang mampu mengontrol suhu dan kelembaban pada kumbung yang murah, efektif, dan efisien dengan memanfaatkan teknologi *bluetooth* sebagai media penghubung dan *android* sebagai pengontrol. Alat pada penelitian ini diterapkan dengan membandingkan pada masing-masing media berisi dua baglog dengan luas 80cm x 80cm yang memakai alat *SmartGrowing* dan media yang tidak memakai alat *SmartGrowing*. Melihat kemajuan teknologi yang semakin maju, harapannya alat ini bisa diproduksi secara masal sehingga alat ini bisa diterapkan pada petani jamur tiram skala kecil sampai skala perusahaan. Berdasarkan kinerja yang dihasilkan dan dinyatakan berhasil setelah diujikan, produk ini menjadi salah satu solusi pengontrolan suhu dan kelembaban yang efektif.

Untuk lebih jelasnya, kerangka berfikir dalam penelitian ini digambarkan pada gambar 2.13



Gambar 2. 13 Kerangka Berpikir

BAB V

PENUTUP

5.1 SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, penelitian dengan judul Rancang Bangun *SmartGrowing* Jamur Tiram Berdasarkan Kontrol Suhu dan Kelembaban Berbasis *Android* dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Rancang Bangun *SmartGrowing* Jamur Tiram Berdasarkan Kontrol Suhu dan Kelembaban Berbasis *Android* secara otomatis mampu menstabilkan suhu 21-28°C dan kelembaban 80-95%, dan manual bekerja dengan baik dalam pengendalian suhu dan kelembaban yang dibutuhkan jamur tiram.
2. Pertumbuhan jamur tiram menggunakan alat *SmartGrowing* tumbuh lebih cepat selama 37 hari dan mempunyai berat 312,4 gram.
3. Jarak konektivitas *bluetooth HC-05* maksimal jarak 10 meter dalam kondisi terhalang maupun tidak terhalang.
4. Pada uji kelayakan yang diberikan kepada pakar atau ahli, pengembangan properti dan calon pengguna, alat "*SmartGrowing*" mendapat persentase kelayakan 85,8% dengan kategori sangat layak untuk diimplementasikan sebagai alternatif solusi untuk meningkatkan hasil panen jamur tiram.

5.2. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Untuk pengembangan selanjutnya bisa ditambahkan komponen sensor pengukur intensitas cahaya dan pada aplikasi "*SmartGrowing*" ditambahkan tampilan untuk pembacaan intensitas cahaya.
2. Bagi para petani hal yang harus diperhatikan ketika menggunakan alat ini adalah menentukan jumlah dan spesifikasi *LED* sesuai Luas kumbung, tinggi kumbung, dan tinggi rak tempat baglog dengan rumus perhitungan yang sudah dijelaskan pada bab III desain produk.
3. Untuk Pengembangan selanjutnya pada alat ini *bluetooth HC-05* diganti dengan *bluetooth* jenis lain yang jarak jangkauannya lebig jauh dari *bluetooth HC-05*.
4. Untuk pengembangan selanjutnya pada alat ini bisa ditambahkan cctv yang terhubung pada aplikasi *SmartGrowing* yang berfungsi sebagai pemantau pertumbuhan jamur tiram.

DAFTAR PUSTAKA

Acero, L. H. 2013. ***GROWTH RESPONSE OF BRASSICA RAPA ON THE DIFFERENT WAVELENGTH OF LIGHT.*** 4(6): 415-418.

Achmad., Mugiono., T. Arlianti., dan C. Azmi. 2011. ***PANDUAN LENGKAP JAMUR.*** Bogor: Penebar Swadaya.

Agrawal, N., dan S. Singhal. 2015. ***SMART DRIP IRRIGATION SYSTEM USING RASPBERRY PI AND ARDUINO.*** 928-932.

Alhadi, D. G. D., Sugeng, T., dan Nugroho H. 2016. ***PENGARUH PENGGUNAAN BEBERAPA WARNA LAMPU NEON TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KAILAN (BRASSICA OLERACEAE) PADA SISTEM HIDROPONIK INDOOR.*** 5(1): 13-24.

Amelia, F., J. Ferdinand., K. Maria., M. G. Waluyan., dan I. J. Sari. 2017. ***PENGARUH SUHU DAN INTENSITAS CAHAYA TERHADAP PERTUMBUHAN JAMUR TIRAM DI TANGERANG.*** 5(1).

Bandyopadhyay, M.N. 2003. ***THEORY AND PRACTICE.*** New Delhi: Asoke K. Ghosh.

Bolton, W. 2004. ***INSTRUMENTATION AND CONTROL SYSTEMS.*** Elsevier Ltd. England. Terjemahan Soni A. 2006. ***SISTEM INSTRUMENTASI DAN SISTEM KONTROL.*** Jakarta: Erlangga.

Cotta, Anisha., dan N. T. Devidas. 2016. ***WIRELESS COMMUNICATION USING HC-05 BLUETOOTH MODULE INTERFACED WITH ARDUINO.*** 5(4): 869-872.

Diana, F., dan A. Hidayati. 2014. **ANALISA PERHITUNGAN KEBUTUHAN PENERANGAN PADA BANGUNAN RIG RAISIS *(OFFSHORE)* BERDASARKAN *CLASS* ABS DAN BKI BERBASIS VISUAL BASIC.** 11(1): 5-12.

Djarijah, N. M., dan A. S. Marlinja. 2001. ***BUDIDAYA JAMUR TIRAM PEMBIBITAN PEMELIHARAAN DAN PENGENDALIAN HAMA-PENYAKIT.*** Yogyakarta: Kanisius.

Djuandi, F. 2011. ***PENGENALAN ARDUINO.*** Penerbit: www.tobuku.com.

Gunawan, F. A., I. Iftadi., dan W. A. Jauhari. 2013. ***PERANCANGAN SISTEM PENGENDALI SUHU DAN KELEMBABAN UNTUK BUDIDAYA JAMUR TIRAM.*** 12(1): 33-38.

Hendrik, B., M. Masril., dan A. Moenir. 2015. ***PEMANFAATAN MIT APP INVENTOR 2 DALAM MEMBANGUN APLIKASI PENGONTROLAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR LISTRIK.*** 8(2): 1-11.

Ichwan, M., M. G. Husada., dan M. I. A. Rasyid. 2013. ***PEMBANGUNAN PROTOTIPE SISTEM PENGENDALIAN PERALATAN LISTRIK PADA PLATFORM ANDROID.*** 4(1): 13-25.

Islam, H. I., N. Nabilah., S. S. Atsaurry., D. H. Saputra., G. M. Pradipta., A. Kurniawan., H. Syafutra., Irmansyah., dan Irzaman. 2016. ***SISTEM KENDALI SUHU DAN PEMANTAUAN KELEMBABAN UDARA RUANGAN BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR DHT22 DAN PASSIVE INFRARED (PIR).*** Vol.5.

Istiqomah, N., dan S. Fatimah. 2014. ***PERTUMBUHAN DAN HASIL JAMUR TIRAM PADA BERBAGAI KOMPOSISI MEDIA TANAM.*** 39(3): 95-99.

Kamelia, L., A. Noorhassan., M. Sanjaya., dan W. S. E. Mulyana. 2014***. DOOR-AUTOMATION SYSTEM USING BLUETOOTH-BASED ANDROID FOR MOBILE PHONE.*** 9(10) 1759-1762.

Lazareska, L., dan K. Jakimoski. 2017. ***ANALYSIS OF THE ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF ANDROID AND IOS SYSTEMS AND CONVERTING APPLICATIONS FROM ANDROID TO IOS PLATFORM AND VICE VERSA.*** 6(5): 116:120.

Le, W. M., 2011. ***BEGINNING ANDROID APPLICATION DEVELOPMENT.*** Indianapolis: Wiley.

Mandarani, P. 2014. ***PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI USER INTERFACE BERBASIS WEB UNTUK MONITORING SUHU, KELEMBABAN DAN ASAP PADA RUANGAN BERBEDA DENGAN MEMANFAATKAN JARINGAN LOCAL AREA NETWORK.*** 2(2): 37-42.

Mowad, M. A. E. L., A. Fathy., dan A. Hafez. 2014. ***SMART HOME AUTOMATED CONTROL SYSTEM USING ANDROID APPLICATION AND MICROCONTROLLER***. 5(5): 935-938.

Omokaro, O., dan A. A. Ogechi. 2013. ***CULTIVATION OF MUSHROOM (PLEUROTUS OSTREATUS) AND THE MICROORGANISMS ASSOCIATED WITH THE SUBSTRATE USED.*** 8(4): 49-59.

Onyango, B.O., V.A. Palapala., P.F. Arama., S.O. Wagai., dan B.M. Ghicimu. 2011. ***SUITABILITY OF SELECTED SUPPLEMENTED SUBSTRATES FOR CULTIVATION OF KENYAN NATIVE WOOD EAR MUSHROOMS (AURICULARIA AURICULA).*** 6(5): 1-9.

Pradana, R. L., Purwanti, D., & Arfriandi, A. (2018). ***SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN SISWA BERPRESTASI BERBASIS WEBSITE DENGAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING. JURNAL SISTEM INFORMASI BISNIS****, 8(1), 34.*

Purwanti, D. 2013. ***PROTOTIPE ALAT PENANDA KECEPATAN MOBIL DI JALAN RAYA.*** 5(2): 83-87.

Putro, M. D., dan F. D. Kambey. 2016. ***SISTEM PENGATURAN PENCAHAYAAN RUANGAN BERBASIS ANDROID PADA RUMAH PINTAR.*** 5(3): 298-307.

Rebiyanto, P. D., dan A. Rofii. 2018. ***RANCANG BANGUN SISTEMKONTROL DAN MONITORING KELEMBABAN DAN TEMPERATURE RUANGAN PADA BUDIDAYA.*** 2(2): 71-140.

Santoso, H. 2015. ***PANDUAN PRAKTIS ARDUINO UNTUK PEMULA.*** Penerbit: www.elangsakti.com.

Sharma, A., R. Verma., S. Gupta., dan S. K. Bhatia. 2014. ***ANDROID PHONE CONTROLLED ROBOT USING BLUETOOTH.*** 7(5): 443-448.

Subagio, R. T., dan D. Cahyadi. 2015. ***IMPLEMENTASI HOME AUTOMATION MENGGUNAKAN SINGLE-BOARD ARDUINO DENGAN PENGENDALI BERBASIS ANDROID.*** 241-254.

Sugiyono. 2015. ***METODE PENELITIAN PENDIDIKAN : PENDIDIKAN KUANTITATIF, KUALITATIF, DAN R&D.*** Bandung: Alfabeta.

_____. 2015. ***METODE PENELITIAN & PENGEMBANGAN RESEARCH AND DEVELOPMENT.*** Bandung: Alfabeta.

Suparti., dan L. Marfuah. 2015. ***PRODUKTIVITAS JAMUR TIRAMPUTIH (****PLEUROTUS OSTREATUS****) PADA MEDIA LIMBAH SEKAM PADI DAN DAUN PISANG KERING SEBAGAI MEDIA ALTERNATIF.*** 1(2): 37-44.

Suprapti, S., dan Djarwanto. 2013. **PRODUKTIVITAS JAMUR SPP. PADA KOMPOS SERBUK GERGAJI KAYU *AURICULARIA FALCATARIA MOLLUCANA (PRODUCTIVITY OF* AURICULARIA *SPP. ON COMPOSTED* FALCATARIA MOLLUCANA *SAWDUST).*** 31(4): 271-282.

Tesfaw, A., A. Tadesse., dan G. Kiros. 2015. ***OPTIMIZATION OF OYSTER (PLEUROTUS OSTREATUS) MUSHROOM CULTIVATION USING LOCALLY AVAILABLE SUBSTRATES AND MATERIALS IN DEBRE BERHAN, ETHIOPIA.*** 3(01): 015-020.

Widyastuti, N., dan D. Tjokrokusumo. 2008. ***ASPEK LINGKUNGAN SEBAGAI FAKTOR PENENTU KEBERHASILAN BUDIDAYA JAMUR TIRAM (PLEUROTUS SP).*** 9(3): 287-293.