

SKRIPSI

***SMART GREENHOUSE* BUDIDAYA TANAMAN SAWI
(*BRASSICA JUNCEA L.*) HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO
(STUDI KASUS: BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN
KALIMANTAN TENGAH)**



Oleh :

ESTU PAMBUDI

NIM : DBC 113 061

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA**

2020

SMART GREENHOUSE BUDIDAYA TANAMAN SAWI (*BRASSICA JUNCEA L.*) HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO (STUDI KASUS: BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN KALIMANTAN TENGAH)

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Strata -1
Pada Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh :

ESTU PAMBUDI
NIM. DBC 113 061

Disetujui untuk diajukan dalam Seminar Akhir Skripsi,

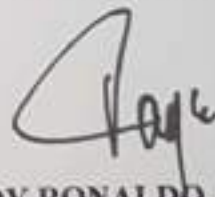
Pembimbing I



AGUS SEHATMAN SARAGIH, ST., M.Eng

NIP. 19850818 201212 1 003

Pembimbing II



DEDDY RONALDO, ST., MT

NIP. 19801226 200812 1 002

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
2020**

**SMART GREENHOUSE BUDIDAYA TANAMAN SAWI (*BRASSICA JUNCEA L.*)
HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO (STUDI KASUS: BALAI PENGAJIAN
TEKNOLOGI PERTANIAN KALIMANTAN TENGAH)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Strata-1 pada Jurusan Teknik
Informatika Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Oleh


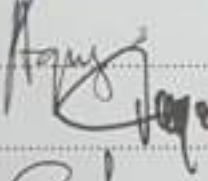

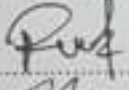
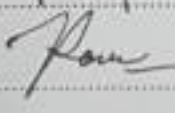
ESTU PAMBUDI

DBC 113 061

Telah dipertahankan didepan tim penguji, pada :

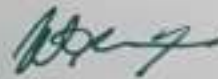
Hari/Tanggal : Rabu, 11 November 2020

Waktu : 9.00-10.30 WIB

- | | | |
|--|--|-----------------|
| 1. PUTU BAGUS A.A.P, ST., M.Kom
NIP. 19891022 201504 1 001 |  | (Ketua) |
| 2. AGUS S. SARAGIH, ST., M.Eng
NIP. 19850818 201212 1 003 |  | (Anggota) |
| 3. DEDDY RONALDO, ST., MT
NIP. 19801226 200812 1 002 |  | (Anggota) |
| 4. RESSA PRISKILA, ST., MT
NIP. 19940301 201903 2 016 |  | (Anggota) |
| 5. RONY TEGUH, S.Kom., MT., Ph.D
NIP. 19760624 200501 1 015 |  | (Anggota) |

Mengetahui :

Jurusan / Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua Jurusan,



ABERTUN SAGIT SAHAY, S.T., M.Eng
NIP. 19751212 200312 1 002

Fakultas Teknik
Universitas Palangka Raya
Dekan



J.F. WALUYANTH SWANTORO, M.T.
NIP. 19551119 199302 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, serta tidak terdapat karya ilmiah atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam Skripsi ini dan disebutkan dalam Tinjauan Pustaka.

Palangka Raya, 11 November 2020



ESTU PAMBUDI

DBC 113 061

RIWAYAT PENYUSUN

Data Diri

Nama : Estu Pambudi
NIM : DBC 113 061
Fakultas : Teknik
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika
Jenjang : Strata 1 (S-1)
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 30 Oktober 1995
Agama : Islam
Status dalam Keluarga : Anak Kandung
Anak ke - : 3 (dari 3 bersaudara)
Alamat : Jl. Basir Jahan VI No. 39C, Kel. Sabaru
No. Telp/HP : +6282255929231



Data Orang Tua

Nama Ayah : (Alm.) Drs. Suparno, M.Pd
Pekerjaan Ayah :-
Nama Ibu : Dra. Rachmi Etty M
Pekerjaan Ibu :-
Alamat Orang Tua : Jl. Anggrek Raya AS/46 No. 13, Kranggan Permai, Bekasi
No. Telp/HP : +6281294488062

Riwayat Pendidikan *)

SD : SDN Jatisampurna VIII (Kelas 1-4)
SD : SDN 3 Pondok Ranggon (Tahun Lulus 2007)
SMP : SMPN 9 SSN Jakarta (Tahun Lulus 2010)
SMA : SMAN 98 Jakarta (Tahun Lulus 2013)

Palangka Raya, 11 November 2020


ESTU PAMBUDI
DBC 113 061

Keterangan:

*) Nama, Tempat, Tahun Lulus

LEMBAR PERSEMBAHAN

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنِ اللَّهُ بِسْمِ

Saya persembahkan Skripsi ini dengan ucapan syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah S.W.T. yang telah memberikan rahmat dan berkat-Nya sehingga saya mampu untuk menjalani dan menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu dan Almarhum Ayah Kandung Saya yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan do'a yang tiada hentinya. Tidak bisa dijelaskan dengan kata-kata.
3. Almarhum Bapak Marhayu, ST, M.Cs selaku Dosen Pembimbing Akademik yang Saya anggap Ayah Kedua dan paling mengerti kondisi yang dialami semasa kuliah. Maaf pak saya menyepelekan peringatan bagi waktunya.
4. Bapak Agus S. Saragih, ST., M.Eng dan Bapak Deddy Ronaldo, ST., MT selaku dosen pembimbing skripsi yang selalu membimbing penulis dalam pembuatan Laporan Skripsi ini. Maaf pak saya jarang konsul.
5. Bapak Putu Bagus A. A. P.,ST., M.Kom, Ibu Ressa Priskila, ST., MT dan Bapak Rony Teguh, ST., M.Kom., Ph.D selaku dosen penguji skripsi yang selalu membimbing penulis dalam pembuatan Laporan Skripsi ini.
6. Staff TU kak Hartini, ST yang selalu menanyakan status skripsi saya serta jajaran Staff TU lainnya yang selalu membantu kelancaran Skripsi ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2013 yang selalu memberikan semangat.
8. Yang saya kasihi dan cintai yaitu Yulia Cristina yang selalu mendukung dan menyemangati saya.

“Lulus Belakangan Bukan Tindak Kejahatan atau Aib”

“Di lembar ini ku ucapkan Selesai Yah!!^{Kak Tini}”

“TERIMA KASIH KAMPUS UPR”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan Skripsi yang berjudul “*Smart Greenhouse* Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) Hidroponik berbasis Arduino (Studi Kasus: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Tengah)”.

Dalam menyelesaikan Skripsi ini, penulis berpegang pada teori yang digunakan dan bimbingan dari para dosen pembimbing dan dosen penguji Skripsi, penyuluh dan peneliti BPTP dan semua pihak-pihak lain yang sangat membantu hingga penulisan Skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulisan Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat Lulus pada Jurusan / Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu dan Almarhum Ayah Kandung Saya yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan do'a yang tiada hentinya.
2. Almarhum Bapak Marhayu, ST, M.Cs selaku Dosen Pembimbing Akademik yang Saya anggap Ayah Kedua dan paling mengerti kondisi yang dialami semasa kuliah.
3. Bapak Agus S. Saragih, ST., M.Eng dan Bapak Deddy Ronaldo, ST., MT selaku dosen pembimbing skripsi yang selalu membimbing penulis dalam pembuatan Laporan Skripsi ini.
4. Bapak Putu Bagus A. A. P.,ST., M.Kom, Ibu Ressa Priskila, ST., MT dan Bapak Rony Teguh, ST., M.Kom., Ph.D selaku dosen penguji skripsi yang selalu membimbing penulis dalam pembuatan Laporan Skripsi ini.
5. Staff TU kak Hartini, ST yang selalu menanyakan status skripsi saya serta jajaran Staff TU lainnya yang selalu membantu kelancaran Skripsi ini.
6. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2013 yang selalu memberikan semangat.

Namun tidak terlepas dari itu semua, penulis menyadari bahwa laporan Skripsi ini masih memiliki kekurangan dari laporan ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya. Oleh karena itu, penulis berharap kepada para pembaca untuk dapat memberikan masukan – masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan Skripsi ini. Penulis berharap semoga laporan Skripsi ini dapat diterima dan dapat berguna bagi semua pihak yang menggunakannya nanti.

Palangka Raya, November 2020

Penulis

***SMART GREENHOUSE* BUDIDAYA TANAMAN SAWI (*BRASSICA JUNCEA L.*) HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO (STUDI KASUS: BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN KALIMANTAN TENGAH)**

Estu Pambudi (DBC 113 061)

Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Kampus Tanjung Nyaho Jl. Yos Sudarso Palangka Raya 73112
Email: estu.pambudi@gmail.com

ABSRTAK

Rata-rata produksi pangan sayur nasional baru memenuhi 25,41 Kg/Kapita/Tahun (BPS 2017), sedangkan kecukupan pangan sayur 65,75 Kg/Kapita/Tahun (FAO 2012). Pemerintah mencanangkan metode pendekatan edukasi kebun keluarga, kebun sekolah dan pendidikan agribisnis dilingkungan pendidikan bernama Pertanian Masuk Sekolah (TANIMAS) guna meningkatkan minat produksi pangan sayur dan terciptanya pola pikir produktif. Sawi (*Brassica Juncea L.*) adalah varitas tanam dengan waktu singkat namun keterbatasan wilayah, biaya dan waktu menjadi masalah lain. Mikrokontroler yang dilengkapi sensor serta *grow LED* mampu menciptakan iklim optimal dalam budidaya sawi.

Maka dibuatlah dalam Skripsi “*Smart Greenhouse* Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) Hidroponik berbasis Arduino” menggunakan Metodologi Penelitian *Low-Fidelity Prototype* dengan tahapan analisis, perancangan implementasi, prototipe dan pengujian yang kemudian dianalisa. Sistem ini diuji di *Greenhouse* milik Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Tengah untuk melakukan budidaya sawi hidroponik selama ± 40 hari dari masa semai panen dan memastikan setiap sensor pada alat dapat berjalan dengan baik.

Dengan adanya alat ini diharapkan dapat membantu meningkatkan hasil panen dan mempercepat masa panen serta membatu para pemangku kepentingan dalam pengembangan metode pertanian yang berdampingan dengan teknologi.

Kata Kunci: Arduino, *Smart Greenhouse*, Sawi Hidroponik, *Grow LED*

**ARDUINO BASED SMART GREENHOUSE OF HYDROPONIC MUSTARD
CORP (*BRASSICA JUNCEA L.*) CULTIVATION (STUDY CASE: BALAI
PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN KALIMANTAN TENGAH)**

Estu Pambudi (DBC 113 061)

Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Kampus Tanjung Nyaho Jl. Yos Sudarso Palangka Raya 73112
Email: estu.pambudi@gmail.com

ABSRTACT

The national vegetable production average is only 25,41 Kg/Capita/Year (BPS 2017), while the vegetable sufficiency is 65,75 Kg/Capita/Year (FAO 2012). The government has launched an educational approach to family gardens, school gardens and agribusiness education in an educational environment called Pertanian Masuk Sekolah (TANIMAS) to increase interest in vegetable food production and create a productive mindset. Sawi (*Brassica Juncea L.*) is a cropping variety with a short period of time but limited area, cost and time are other problems. A microcontroller equipped with sensors and grow LEDs is able to create an optimal climate for mustard cultivation.

It was made in this Thesis "Arduino Based *Smart Greenhouse* of Hydroponic Mustard Corp (*brassica juncea l.*) Cultivation" using the Low-Fidelity Prototype Research Methodology with the stages of analysis, design, implementation, prototypes and testing which are then analyzed. This system was tested on *Greenhouse* belonging to the Central Kalimantan Agricultural Technology Research Institute to cultivate hydroponic mustard for \pm 40 days from the seed to time of harvest and ensure that every sensor on the tool can run properly.

With this tool, it is hoped that it can help increase crop yields and speed up the harvest period and assist stakeholders in developing agricultural methods that are side by side with technology.

Keywords: Arduino, *Smart Greenhouse*, Hydroponic Mustard, *Grow LED*

DAFTAR ISI

COVER	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PERNYATAAN	
RIWAYAT PENYUSUN	
LEMBAR PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
1.7. Jadwal Pelaksanaan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Tinjauan Pustaka.....	6
2.1.1. Budidaya Tanaman Sawi (Brassica Juncea L.).....	6
2.1.2. Pengaruh Naungan Terhadap Pertumbuhan Sawi (Brassica Juncea L.) Pada Sistem Hidroponik DFT (Deep Flow Technique).....	7
2.1.3. Pengaruh Pemaparan Cahaya LED Merah Biru (Monochromatic Light) dan Sonic Bloom Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas.....	

Tanaman Sawi Sendok (<i>Brassica Rapa L.</i>).....	8
2.1.4. Microcontroller Based Green House Control Device.....	9
2.2. Photosynthetically Active Radiation (PAR).....	10
2.3. Mikrokontroler.....	11
2.3.1. Bagian-Bagian Mikrokontroler.....	11
2.4. Arduino IDE.....	14
2.5. Greenhouse.....	17
2.6. Sawi.....	18
2.6.1. Habitat Sawi.....	18
2.7. Hidroponik.....	19
2.7.1. Hidroponik <i>Nutrient Film Technique</i> (NFT).....	19
2.8. Daftar Simbol.....	22
2.8.1 Flowmap Diagram.....	22
2.8.2. Blok Diagram.....	22
2.8.3. Flowchart.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	24
3.1. Metodologi.....	24
3.2. Analisis Masalah.....	25
3.3. Analisis Kebutuhan.....	26
3.3.1. Analisis Kebutuhan Input.....	26
3.3.2. Analisis Kebutuhan Proses.....	26
3.3.3. Analisis Kebutuhan Output.....	27
3.3.4. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras.....	27
3.3.5. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak.....	28
3.4. Perancangan.....	28
3.4.1. Perancangan Sistem.....	29
3.4.2. <i>Flowchart</i> Sistem.....	29
3.4.3. Perancangan Perangkat Keras.....	31
3.4.3.1. Sensor Cahaya <i>Light Dependent Resistor</i> (LDR).....	32

3.4.3.2. DHT-11 (<i>Temperature and Humidity Sensor</i>).....	32
3.4.3.3. Relay.....	33
3.4.3.4. I2C LCD 16x2.....	34
3.4.3.5. Arduino Uno R3 (SMD Ver.).....	36
3.4.4. Perancangan Perangkat Lunak.....	37
3.4.4.1. Menginstall Perangkat Lunak.....	37
3.4.4.2. Upload Program.....	38
3.5. Implementasi.....	40
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....	41
4.1. Uji Coba Perangkat Keras.....	41
4.1.1. Pengujian Catu Daya.....	42
4.1.2. Pengujian Sensor DHT-11.....	42
4.1.3. Pengujian Sensor LDR.....	44
4.1.4. Pengujian Relay.....	46
4.1.5. Pengujian Kipas.....	46
4.1.6. Pengujian Pompa.....	46
4.1.7. Pengujian <i>Grow LED</i>	47
4.1.8. Pengujian I2C LCD 16x2.....	47
4.2. Pengamatan Budidaya Sawi.....	47
4.2.1. Pengamatan Tinggi Tanaman.....	49
4.2.2. Pengamatan Berat Basah Tanaman.....	52
4.2.3. Pengamatan Diameter Batang Tanaman.....	53
4.3. Pengamatan Sistem.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1. Kesimpulan.....	57
5.2. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	
LAMPIRAN.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Desain Hidroponik dengan Naungan.....	8
Gambar 2.2. Rentang paparan sinar <i>Photosynthetically Active Radiation</i> (PAR).....	10
Gambar 2.3. Komponen Utama ArduinoUNO R3.....	12
Gambar 2.4. Mikroprosesor/CPU.....	12
Gambar 2.5. Bus.....	13
Gambar 2.6. Osilator.....	13
Gambar 2.7. Unit input output (I/O).....	13
Gambar 2.8. Memori.....	14
Gambar 2.9. Unit <i>Timer/Counter</i>	14
Gambar 2.10. Tampilan Arduino IDE.....	15
Gambar 2.11. Tampilan dashboard Arduino IDE.....	15
Gambar 2.12. Keterangan pada Arduino IDE.....	17
Gambar 2.13. Hidroponik <i>Nutrien Film Technique</i>	20
Gambar 3.1. Diagram Flow Metodologi <i>Prototype (Low Fidelity)</i>	24
Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem.....	29
Gambar 3.3. Diagram alur kerja sensor.....	30
Gambar 3.4. Sensor Cahaya Light Dependent Resistor (LDR).....	32
Gambar 3.5. Rangkaian Sensor Cahaya LDR.....	32
Gambar 3.6. Sensor Kelembapan dan Temperatur DHT-11.....	33
Gambar 3.7. Rangkaian Sensor Kelembapan dan Temperatur DHT-11.....	33
Gambar 3.8. Relay & 4-Channel Relay.....	34
Gambar 3.9. Rangkaian Relay & 4-Channel Relay.....	34
Gambar 3.10. LCD 16x2.....	35
Gambar 3.11. Modul I2C.....	35
Gambar 3.12. Rangkaian LCD 16x2 dengan Modul I2C.....	35
Gambar 3.13. Skematik pin I/O pada Sistem.....	36
Gambar 3.14. Tampilan Aplikasi Arduino IDE.....	37

Gambar 3.15. Penambahan Library ke dalam Arduino.....	38
Gambar 3.16. Prototipe Tampak Samping (Kiri) dan Prototipe Tampak Depan (Kanan) Smart Greenhouse Budidaya Sawi Hidroponik.....	39
Gambar 3.17. Prototipe Greenhouse.....	39
Gambar 4.1. Pengujian DHT-11.....	43
Gambar 4.2. Grafik Pembacaan Suhu.....	43
Gambar 4.2. Grafik Pembacaan Suhu dan Kelembaban Terhadap Waktu.....	44
Gambar 4.3. Pengujian LDR.....	45
Gambar 4.4. Grafik Hubungan antara log hambatan terhadap log intensitas LDR	45
Gambar 4.5. Grafik Hubungan Vout LDR terhadap intensitas LDR.....	46
Gambar 4.6. Teknik Pengambilan Sample.....	48
Gambar 4.7 Sawi (kontrol) Usia Tanam 5 HSS.....	49
Gambar 4.8 Sawi (kontrol) Usia Tanam 4 HST, Grow LED menyala saat Gelap....	49
Gambar 4.9. Sawi (S3) Usia Tanam 12HST (kiri), 19 HST (kanan).....	50
Gambar 4.10. Sawi (S3) Usia Tanam 23HST (kiri), 29 HST (kanan).....	50
Gambar 4.11. Grafik Pengamatan Tinggi Sawi Terhadap Perlakuan.....	51
Gambar 4.12. Grafik Pengamatan Berat Basah Sawi Terhadap Perlakuan.....	52
Gambar 4.13. Grafik Pengamatan Diameter Batang Sawi Terhadap Perlakuan.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jadwal Kegiatan Penelitian Skripsi.....	5
Tabel 2.1. Daftar Simbol Flowmap Diagram.....	22
Tabel 2.2. Daftar Simbol Diagram Blok.....	23
Tabel 2.3. Daftar Simbol Flowchart.....	23
Tabel 4.1. Pengujian Rangkaian Catu Daya 5V.....	42
Tabel 4.2. Pengujian Rangkaian Catu Daya 12V.....	42
Tabel 4.3. Pengukuran Sample Suhu dan Kelembaban DHT Sensor.....	43
Tabel 4.4. Pengukuran Sample LDR Sensor.....	45
Tabel 4.5. Rata-rata Perkembangan Tinggi Sawi Terhadap Perlakuan.....	51
Tabel 4.6. Rata-rata Perkembangan Berat Basah Sawi Terhadap Perlakuan.....	52
Tabel 4.7. Rata-rata Perkembangan Diameter Batang Sawi Terhadap Perlakuan.....	53
Tabel 4.8. Pengamatan Kinerja Sistem.....	55

BABI

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2017 rata-rata produksi pangan sayur nasional baru memenuhi 25,41 Kg/Kapita/Tahun sedangkan kecukupan pangan sayur menurut *Food and Agriculture Organisation* (FAO) tahun 2012 adalah 65,75 Kg/Kapita/Tahun sehingga perlu adanya tindakan untuk meningkatkan dan mengoptimalkan produksi pangan sayur nasional yang masih kurang sebesar ± 40 Kg/Kapita/Tahun.

Kementerian Pertanian (Kementan) melalui Badan Ketahanan Pangan (BKP) terus membangun ketahanan pangan melalui beberapa metode seperti pendekatan edukasi kebun keluarga, kebun sekolah dan lumbung pangan untuk meningkatkan produksi pangan nasional. Hal ini didukung program Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) bernama Petanian Masuk Sekolah (Tanimas) tentang pendidikan agribisnis sejak usia sekolah agar terciptanya pola pikir produktif untuk generasi Milenial penerus bangsa, tetapi terdapat beberapa aspek yang perlu dicermati seperti keterbatasan lahan serta kekuatan perekonomian masyarakat.

Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*) merupakan salah satu varietas sayuran yang dapat diproduksi dengan cepat serta ketersediaan bibit yang cukup dan sangat berpotensi untuk dioptimalkan, sehingga Penulis memilih varitas tersebut. Sawi dapat tumbuh pada berbagai jenis media tanam baik pada media tanah maupun secara hidroponik.

Upaya mengoptimalkan budidaya sawi secara hidroponik dipilih karena metode penanaman ini dapat dikembangkan pada lahan terbatas. Untuk menunjang konsep penanaman hidroponik maka budidaya akan dilakukan pada *Greenhouse*, pada *Greenhouse* budidaya sawi hidroponik dapat dilakukan secara *vertikal farm* sehingga penggunaan lahan akan diminimalisir dan jumlah tanaman yang tumbuh secara bersamaan akan berlipat ganda, penggunaan pestisida juga akan sangat minim dan

iklim selama masa pertumbuhan dapat direkayasa semaksimal mungkin agar untuk menjaga pertumbuhan optimal selama masa penanaman sawi.

Dengan berkembangnya teknologi, mengkombinasikan teknologi dengan sistem tanam hidroponik dapat memberikan sistem budidaya yang lebih terkontrol dan efisien. Karena itu Penulis memilih konsep *Greenhouse* untuk mampu menciptakan kondisi optimal dalam budidaya sawi secara nyata dan efisien untuk meningkatkan hasil produksi.

Dari penjelasan di atas, maka dicoba untuk membahas penerapan Optimasi teknologi untuk dapat membantu memecahkan permasalahan dengan menggunakan platform Arduino untuk dijadikan bahan penulisan Skripsi dengan judul “***Smart Greenhouse* Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) Hidroponik berbasis Arduino (Studi Kasus: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Tengah)**” guna untuk membantu pemerintah dalam meningkatkan produksi pangan sayur nasional dalam skala mikro.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana merancang dan mengimplementasikan *Smart Greenhouse* untuk budidaya Sawi dengan mikrokontroler Arduino sehingga dapat mengoptimalkan hasil produksi budidaya sawi secara hidroponik”

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini agar tidak menyimpang dari maksud dan tujuan penulisan tugas akhir serta mengingat terbatasnya waktu penelitian maka dalam penyusunan Skripsi ini dibatasi sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di *Greenhouse* milik instansi BPTP Kalteng, penelitian berdurasi selama 30-40 Hari (Semai-Pembesaran-Pendewasaan-Masa Panen).
2. Budidaya sawi pada *Greenhouse* mengaplikasikan model hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT) ketika memasuki fase pindah tanam hingga masa pembesaran.

3. Pada *Greenhouse* ini digunakan sistem optimasi menggunakan Arduino UNO untuk mengolah data dari sensor yang ditampilkan melalui LCD 16x2.
4. Sistem Arduino UNO melakukan Optimasi menggunakan beberapa sensor:
 - a. Sensor suhu untuk menjaga suhu ruangan berkisar 25-30 °C dengan mentrigger relay kipas angin.
 - b. Sensor kelembapan untuk menjaga kelembapan berkisar 85-95% dengan mentrigger relay sprayer.
 - c. Sensor cahaya untuk mentrigger *Grow led* yang aktif saat kurang sinar matahari.
5. Pengukuran variabel “optimal” berlandaskan literasi tentang Budidaya Sawi di media tanah gambut dengan 4 (empat) variabel penentu yaitu tinggi, diameter batang, berat basah dan usia panen tanaman sawi.
6. Penelitian ini didampingi peneliti dan penyuluh dari instansi BPTP Kalteng guna pengkajian teknologi pertanian.

1.4. Tujuan

Dalam penulisan skripsi ini tujuan yang ingin dicapai penulis adalah mampu mengoptimalkan hasil produksi budidaya Sawi hidroponik menggunakan *Smart Greenhouse* yang dilengkapi beberapa sensor-sensor yang dikontrol menggunakan mikrokontroler Arduino UNO untuk menciptakan kondisi optimal pada masa tanam.

1.5. Manfaat

Dalam penulisan skripsi ini manfaat yang diharapkan adalah :

1. Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam hal pembuatan suatu implementasi teknologi.
2. Diharapkan penulisan skripsi ini berguna sebagai referensi pengkajian metode tanam yang berdampak dengan perkembangan teknologi sehingga dapat memajukan teknologi pertanian.
3. Diharapkan penulisan skripsi ini berguna sebagai referensi penelitian lainnya baik pengembangan sistem serupa hingga perencanaan metode tanam baru.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam Skripsi ini dibagi menjadi 5 Bab yang meliputi:

BAB I PENDAHULUAN

Pada Bab ini, diuraikan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, ruang lingkup, tujuan dan manfaat, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Landasan teori yang digunakan untuk menguraikan mengenai suatu pedoman atau teori yang dikemukakan oleh pakar-pakar dalam suatu bidang tertentu untuk memecahkan masalah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab ini berisi tentang perincian masalah yang berlaku dalam menganalisis, merancang dan implementasi *Smart Greenhouse* menggunakan Arduino Uno dan pada bab ini juga akan di bahas tentang proses desain.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Pada bab ini akan menjelaskan tentang tahapan hasil dari implementasi sistem dan tahapan penggunaan serta percobaan pada program untuk melihat hasil optimalisasi budidaya tanaman sawi hidroponik serta hasil analisa implementasi sistem.

BAB V PENUTUP

1. KESIMPULAN

Bagian ini memuat kesimpulan-kesimpulan yang merupakan rangkuman dari hasil analisis kinerja pada bagian sebelumnya.

2. SARAN

Bagian ini berisi saran-saran yang perlu diperhatikan berdasarkan keterbatasan-keterbatasan yang di temukan selama mengerjakan Skripsi.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*)

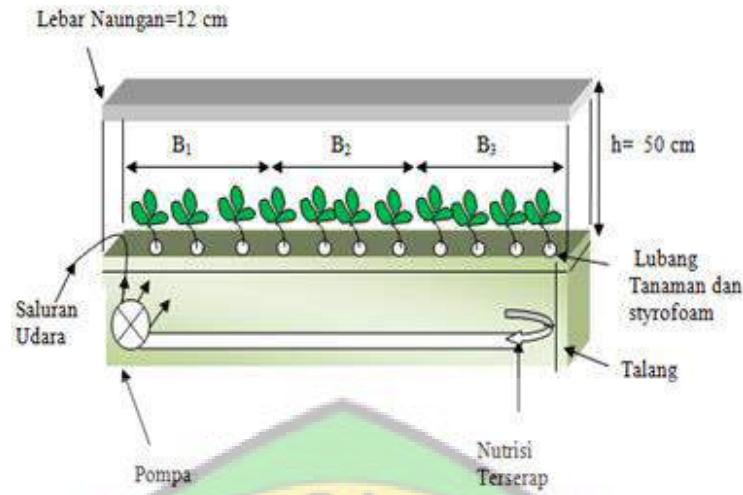
Ahmad Fuad, Ir. Sri Nyoto, MS., dan Umi Barokah, MP. (2010). *Budidaya Tanaman Sawi (Brassica Juncea L.)*. Farm Fair Journal. Universitas Sebelas Maret. Tanaman sawi (*Brassica Juncea L.*) merupakan salah satu komoditas sayuran yang memiliki nilai komersial dan prospek yang tinggi dengan masa tanam yang elatif cepat. Hasil observasi lapangan, wawancara dan praktek lapangan di KBH Tawangmangu menunjukkan penanaman sawi dilakukan secara acak dan tergolong tidak terorganisir. Kami melakukan studi secara terperinci dari alokasi lahan, metode penanaman, penyiraman serta perawatan hingga masa panen agar pembudidayaan tanaman sawi lebih ideal.

Kami menerapkan siklus metode semai-tanam setiap 9 hari, Pembudidayaan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) yang dilakukan secara bertahap pada plot tanam yang dikelompokkan sesuai usia tanam sawi untuk membuat pemasokan sawi terhadap kebutuhan pasar bisa berkelanjutan. Kami menerapkan pengecekan pH air dan tanah untuk menjaga tingkat keasaman pada kisaran pH 6-7 sebelum melakukan penyiraman tanaman sawi walaupun sawi tergolong tahan terhadap hujan sehingga dapat ditanam disepanjang musim, namun pada musim kemarau penyiraman dan keasaman media tanam dapat tidak terkontrol dan berakibat terjadi kerusakan akar hingga daun sawi. Kami membentangkan naungan laring di atas tanaman sawi saat panas terik untuk melindungi kerusakan pada daun untuk menghindarkan tanaman dari stress suhu yang panas karena tanaman sawi secara genus, iklim tanaman sawi harus memiliki kelembapan tinggi dan berada pada rentang suhu 15-28 °C. Metode ini memiliki keuntungan utama dalam penanaman pada lahan yang luas agar hasilnya dapat lebih terkontrol.

2.1.2. Pengaruh Naungan Terhadap Pertumbuhan Sawi (*Brassica Juncea L.*) Pada Sistem Hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*)

Aulia Nurbaiti Mansyur, Ahmad Tusi, M.Si. dan Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. (2014). *Pengaruh Naungan Terhadap Pertumbuhan Sawi (Brassica Juncea L.) Pada Sistem Hidroponik DFT (Deep Flow Technique)*. Jurnal Teknik Pertanian, Fakultas anian, Universitas Lampung. Hidroponik merupakan sistem bercocok tanam menggunakan media air yang mampu mengaplikasikan model *vertical farming* atau metode tanam tumpuk. Keuntungan *vertical farming* yakni kepadatan tanaman per satuan luas lahan sangat tinggi namun kekurangannya tanaman yang disusun secara vertikal maka tanaman di bagian bawah menjadi ternaungi oleh tanaman di atasnya.

Kami telah melakukan penelitian untuk mengetahui respon sawi (*Brassica Juncea L.*) terhadap naungan dengan menggunakan design *Randomized Complete Block* (RCB). Perlakuan terdiri dari T₀ (Kontrol), T₁ (Satu Naungan), T₂ (Dua Naungan dengan satu digeser ke Timur, T₃ (Dua Naungan dengan satu digeser ke Barat), T₄ (Tiga Naungan). Penelitian dilakukan ketika tanaman sawi berusia ± 20 hari (2 minggu setelah masa semai) dengan memberikan naungan berupa triplek dengan lebar dan jarak antar naungan 12cm yang di tempatkan 50 cm memanjang di atas talang. Talang sepanjang 4m dengan jarak lubang tanam 10cm digunakan sebagai tempat nutrisi. Nutrisi yang diberikan dengan perbandingan Pupuk A, Pupuk B dan Air sebesar 250ml:250:50liter yang terbagi menjadi 3 pengamatan yaitu B₁ (Bagian dekat Aerator), B₂ (Bagian Tengah Talang) dan B₃ (Bagian terjauh dari Aerator). Larutan nutrisi disirkulasikan dengan kecepatan 1,2 cm³/detik. Data dianalisa menggunakan sidik ragam dan Uji BNT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan T₂ (Dua Naungan dengan satu naungan digeser ke Timur) menghasilkan respon terbaik dengan tinggi tanaman paling tinggi dan berat tanaman paling berat. Sedangkan parameter lingkungan (EC, DO dan pH) di sepanjang talang tidak berbeda nyata, artinya larutan nutrisi cukup homogen di sepanjang talang.



Gambar 2.1. Desain Hidroponik dengan Naungan

2.1.3. Pengaruh Pemaparan Cahaya LED Merah Biru (*Monochromatic Light*) dan *Sonic Bloom* Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Sawi Sendok (*Brassica Rapa L.*)

Dr. Ir. Bambang Dri Argo, DEA., Joko Prasetyo, S.TP., M.Si. dan Sintya Laylie Mukaromah (2019). *Pengaruh Pemaparan Cahaya LED Merah Biru (Monochromatic Light) dan Sonic Bloom Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Sawi Sendok (Brassica Rapa L.)*. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem, Universitas Brawijaya. Selama ini luas area persawahan di Indonesia semakin berkurang. Sistem penanaman di dalam greenhouse menjadi salah satu alternatif menumbuhkan tanaman. Penanaman dalam greenhouse juga mempunyai kekurangan yaitu tanaman yang tumbuh di dalamnya mengalami etiolasi akibat dari struktur bangunan yang kurang tepat. Sehingga, perlu adanya penanganan lebih lanjut untuk masalah tersebut. Salah satu metode alternative yang dapat digunakan adalah menggunakan teknologi cahaya LED *red and blue* dan *Sonic Bloom* yang dirancang secara otomatis, sehingga dapat mengatasi masalah etiolasi.

Kami melakukan perlakuan pada *Greenhouse* milik suatu Kelompok Tani, perlakuan yang terdiri dari dua komponen yaitu speaker dan rangkaian LED. Cahaya

LED merah dan biru digunakan dengan proporsi 4 LED Merah:1 LED: Biru, pemaparan dilakukan setiap hari yang aktif selama 4 jam pada sore hari pada pukul 17:00 – 21:00. Pemaparan *sonic bloom* digunakan dengan proporsi frekuensi 3500-5000 Hz sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo, pemaparan dilakukan setiap hari yang aktif selama 8 jam dan dibagi dalam dua sesi, sesi pertama selama 5 jam saat pagi hari pada pukul 05:00-10:00 dan 3 jam saat sore hari pada pukul 17:00 – 20:00. Pemaparan cahaya *Monochromatic* dan *Sonic Bloom* ini bertujuan untuk mempelajari dan memahami mekanisme dan pengujian alat, mengetahui cara pengaplikasian otomatisasi alat, dan pengaruh alat terhadap pertumbuhan sawi sendok dibandingkan dengan tanaman sawi kontrol. Berdasarkan hasil panen yang diperoleh terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara tanaman dengan perlakuan dan tanaman tanpa perlakuan. Pada tanaman sawi yang diberi perlakuan menghasilkan total panen sebesar 160,67 kg/200m² sedangkan tanaman sawi tanpa perlakuan menghasilkan total panen sebesar 97,22 kg/200m². Dari data hasil panen tersebut dapat dilihat bahwa tingkat produktivitas sayuran meningkat sebesar 65%. Sehingga dengan penggunaan alat ini dapat meningkatkan hasil panen.

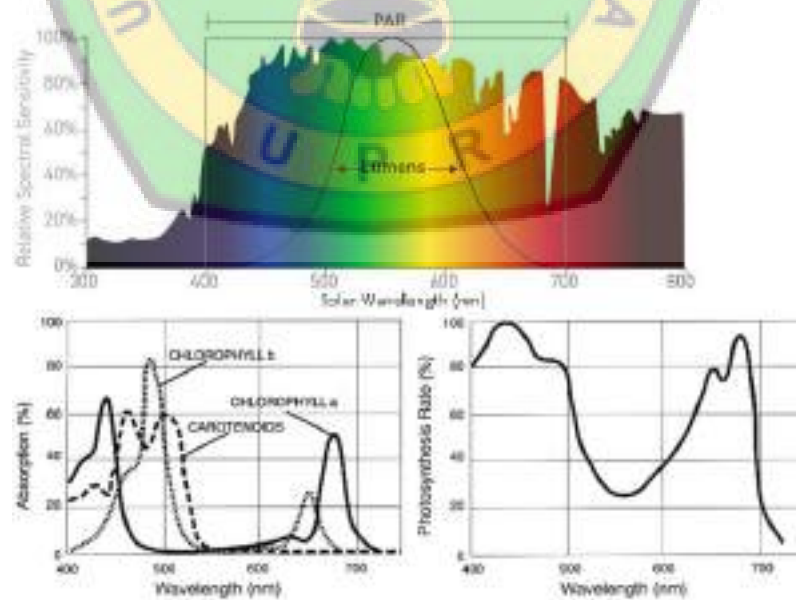
2.1.4. *Microcontroller Based Green House Control Device*

Alausa Dele W. S. dan Keshinro Kazeem Kolawole (2013). *Microcontroller Based Green House Control Device, International Journal of Engineering and Science (IJES)*. *Green House* berbasis mikrokontroler digunakan dalam kontrol otomatis terhadap pemantauan Peralatan dan kuantitas seperti instalasi penyaringan, pemanas, pendingin, penerangan, suhu, kelembaban tanah tingkat dan kuantitas / kondisi lain di dalam *Green House*, dengan pemantauan yang efektif terhadap semua kuantitas di dalamnya menghilangkan kebutuhan untuk pemantauan Manusia. Dengan fitur yang dapat ditingkatkan itu integrasi dan otomatisasi dengan switch ON atau OFF semua perangkat pemantauan di *Green House* dapat memberikan saran untuk perbaikan saat suatu masalah muncul. Ini karena teknologi MCU yang dapat dengan mudah dimodifikasi dan dimodifikasi ulang dengan portabilitas. Ada juga sirkuit alarm untuk

menarik perhatian Supervisor. Penelitian ini berfokus pada penentuan efektivitas dan fungsionalitas perangkat kontrol *Green House*.

2.2. *Photosynthetically Active Radiation (PAR)*

Tanaman dalam proses fotosintesis tidak dapat memanfaatkan semua pancaran radiasi matahari yang sampai pada permukaan bumi, tetapi hanya radiasi yang terletak pada batas panjang gelombang 400 - 700 nm. Bagian radiasi ini dikenal dengan istilah Radiasi Aktif Fotosintesis atau *Photosynthetically Active Radiation (PAR)*. Rentang spektrum ini kurang lebih sesuai dengan kisaran cahaya yang terlihat oleh mata manusia yang dikenal dengan sebutan radiasi nampak (*visible radiation*). Penerapan istilah *visible radiation* didasarkan atas kemampuan mata manusia normal yang dapat mendeteksi radiasi pada batas gelombang tersebut dan paling jelas pada spektrum hijau ($\lambda = 520$ nm). Terminologi ini yang paling banyak digunakan untuk menyatakan tanaman hijau menyerupai mata manusia secara umum, tetapi cahaya yang paling efektif dimanfaatkan oleh tanaman hijau adalah biru dan merah yang berbeda dengan mata manusia.



Gambar 2.2. Rentang paparan sinar *Photosynthetically Active Radiation (PAR)*

2.3. Mikrokontroler

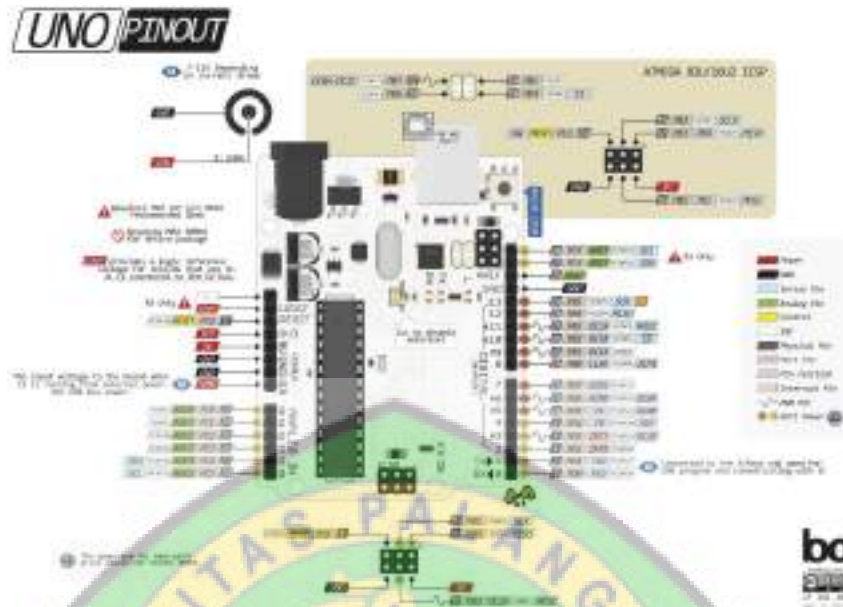
Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC (*Integrated Circuit*), sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas dengan kondisi yang spesifik, mikrokontroler juga melakukan tugasnya secara sekuensial, berbeda dengan mikroprosesor serbaguna yang digunakan dalam sebuah PC (*Personal Computer*) yang memiliki beragam fungsi dan mampu mengerjakan beberapa tugas secara bersamaan terhadap kondisi yang bersifat acak.

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti ADC (*Analog-to-Digital Converter*) yang sudah terintegrasi di dalamnya. Kelebihan utama dari mikrokontroler ialah tersedianya RAM dan peralatan I/O pendukung sehingga ukuran board mikrokontroler menjadi sangat ringkas. Mikrokontroler ini diproduksi dengan menggunakan teknologi *high density non-volatile memory*. Flash EPROM *on-chip* tersebut memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem (*in-system programming*) atau dengan menggunakan programmer *non-volatile memory* konvensional.

Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem. Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler membaca dan menulis data.

2.3.1. Bagian-bagian Mikrokontroler

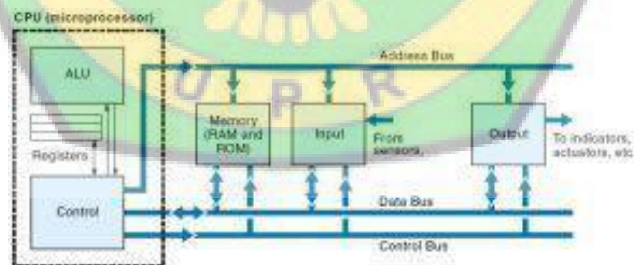
Pada dasarnya, mikrokontroler adalah suatu perangkat yang mengintegrasikan sejumlah komponen dari sistem mikroprosesor ke dalam sebuah microchip pada suatu Papan IC (*Integrated Circuit*) .



Gambar 2.3. Komponen Utama ArduinoUNO R3

1. Mikroprosesor

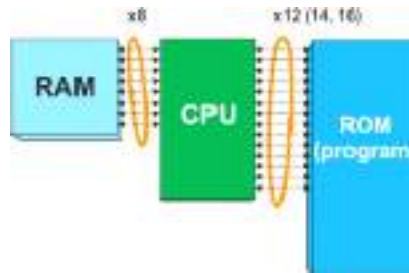
Mikroprosesor adalah sebuah chip yang memiliki fungsi untuk memproses data biner secara digital dan komponennya terdiri dari ALU (*Arithmetic Logic Unit*), instruksi *decoder*, *register*, *bus control circuit*, *control* dan *timing unit*.



Gambar 2.4. Mikroprosesor/CPU

2. Bus

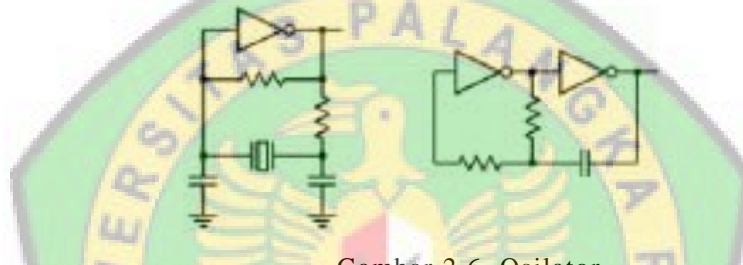
Bus adalah jalur jalur fisik yang menghubungkan CPU dengan memori dan unit lain dalam mikrokontroler.



Gambar 2.5. Bus

3. Osilator

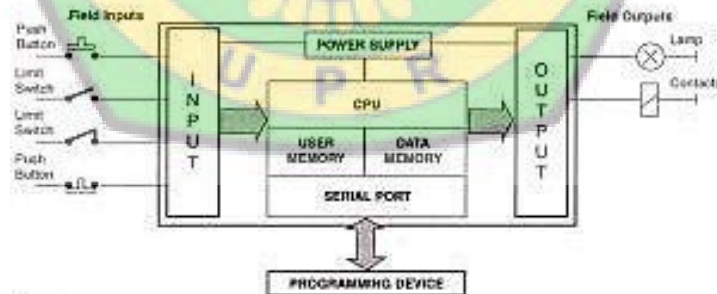
Osilator adalah suatu rangkaian yang menghasilkan keluaran yang amplitudonya berubah-ubah secara periodik dengan waktu.



Gambar 2.6. Osilator

4. Unit I/O

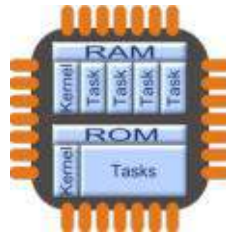
I/O adalah suatu mekanisme pengiriman data secara bertahap dan terus menerus melalui suatu aliran data dari proses ke peranti (begitu pula sebaliknya).



Gambar 2.7. Unit input output (I/O)

5. Memori

Memori adalah bagian mikrokontroler yang berfungsi untuk menyimpan data, terdiri dari RAM dan ROM



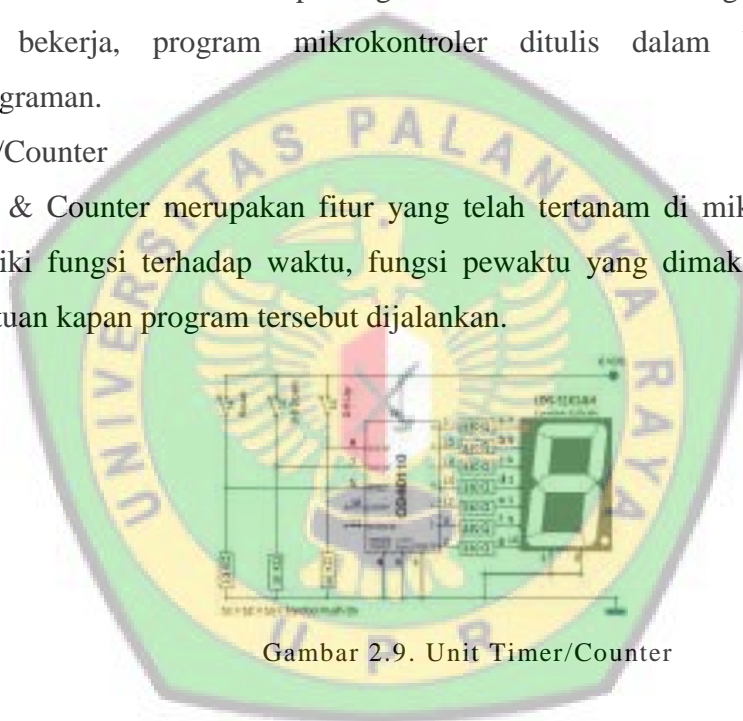
Gambar 2.8. Memori

6. Program

Program salah satu elemen penting dalam mikrokontroler agar mikrokontroler dapat bekerja, program mikrokontroler ditulis dalam berbagai bahasa pemrograman.

7. Timer/Counter

Timer & Counter merupakan fitur yang telah tertanam di mikrokontroler yang memiliki fungsi terhadap waktu, fungsi pewaktu yang dimaksud disini adalah penentuan kapan program tersebut dijalankan.



Gambar 2.9. Unit Timer/Counter

2.4. Arduino IDE

Untuk memprogram board Arduino, kita membutuhkan aplikasi *Integrated Development Environment (IDE)* bawaan dari Arduino. Aplikasi tersebut bisa di download di official website Arduino. Aplikasi ini berguna sebagai text editor untuk membuat, membuka, mengedit, dan juga memvalidasi kode serta untuk di upload ke board Arduino. Program yang digunakan pada Arduino disebut dengan istilah “sketch” yaitu file source code arduino dengan ekstensi .ino.



Gambar 2.10. Tampilan Arduino IDE

Seperti teks editor pada umumnya yaitu memiliki fitur untuk cut / paste dan untuk find / replace teks. Pada bagian keterangan aplikasi memberikan pesan balik saat menyimpan dan mengeksport dan juga sebagai tempat menampilkan kesalahan. Konsol log menampilkan output teks dari Arduino Software (IDE), termasuk pesan kesalahan yang lengkap dan informasi lainnya. Pojok kanan bawah jendela menampilkan papan dikonfigurasi dan port serial. Tombol toolbar memungkinkan Anda untuk memverifikasi dan meng-upload program, membuat, membuka, dan menyimpan sketch, dan membuka monitor serial.



Gambar 2.11. Tampilan dashboard Arduino IDE

1. *Verify*

Pada versi sebelumnya dikenal dengan istilah Compile. Sebelum aplikasi di-upload ke board Arduino, biasakan untuk memverifikasi terlebih dahulu sketch yang dibuat. Jika ada kesalahan pada sketch, nanti akan muncul error. Proses *Verify/Compile* mengubah sketch ke binary code untuk di-upload ke mikrokontroler.

2. Upload

Tombol ini berfungsi untuk mengupload sketch ke board Arduino. Walaupun kita tidak mengklik tombol verify, maka sketch akan di-compile, kemudian langsung diupload ke board. Berbeda dengan tombol *verify* yang hanya berfungsi untuk memverifikasi source code saja.

3. New Sketch

Membuka window dan membuat sketch baru.

4. Open Sketch

Membuka sketch yang sudah pernah dibuat.

5. Save Sketch

Menyimpan sketch, tapi tidak disertai dengan meng-compile.

6. Serial Monitor

Membuka interface untuk komunikasi serial, nanti akan kita diskusikan lebih lanjut pada bagian selanjutnya.

7. Keterangan Aplikasi

Keterangan Aplikasi pesan-pesan yang dilakukan aplikasi akan muncul di sini, misal “*Compiling*” dan “*Done Uploading*” ketika kita meng-compile dan mengupload sketch ke board Arduino.

8. Konsul Log

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 dibagian ini.

9. Baris Sketch

Bagian ini akan menunjukkan posisi baris kursor yang sedang aktif pada sketch.

10. Informasi Board dan Port

Bagian ini menginformasikan port yang dipakai oleh board Arduino.



Gambar 2.12. Keterangan pada Arduino IDE

2.5. *Greenhouse*

Greenhouse adalah suatu bangunan dimana tanaman dapat tumbuh untuk tujuan komersil atau penelitian. Struktur bangunannya memiliki ukuran yang kecil hingga sangat besar dengan material pelindung yang berbeda seperti kaca atau plastik dengan yang difokuskan terhadap karakteristik tanaman yang adakan dibudidayakan sehingga menciptakan kondisi terbaik bagi pertumbuhan tanaman.

Ruangan yang tertutup dari rumah kaca mempunyai kebutuhan yang unik dibandingkan dengan produksi luar ruangan. Hama dan penyakit dan panas tinggi dan kelembaban yang harus dikontrol dan irigasi dibutuhkan untuk menyediakan air. *Greenhouse* menjadi dianggap penting dalam penyediaan makanan di beberapa negara karena *Greenhouse* melindungi tanaman dari panas atau dingin yang berlebihan dan membantu mencegah hama, kontrol suhu dan cahaya memungkinkan rumah kaca untuk mengubah lahan yang subur menjadi lahan yang siap tanam, sehingga meningkatkan produksi makanan di lingkungan marginal karena *greenhouse* memungkinkan tanaman tertentu ditanam sepanjang tahun.

2.6. Sawi

Sawi (*Brassica Juncea L.*) diduga berasal dari Asia Timur. Tanaman ini telah dibudidayakan sejak 2.500 tahun yang lalu, kemudian menyebar luas ke wilayah Asia Tenggara dan masuk ke wilayah Indonesia sekitar abad 19 bersamaan dengan lintas perdagangan jenis sayuran sub-tropis lainnya. Sawi berkembang pesat di dataran rendah maupun di dataran tinggi yang dikenal daerah pertaniannya (Rukmana, 1994).

Menurut klasifikasi tata nama (sistem tumbuhan tanaman sawi termasuk dalam:

1. Divisi : *Spermatophyta* (tanaman berbiji)
2. Sub Divisi : *Angiospermae* (biji berada di dalam buah)
3. Kelas : *Dicotyledoneae* (biji berkeping dua)
4. Ordo : *Rhoeadales*
5. Famili : *Cruciferae*
6. Genus : *Brassica*
7. Spesies : *Brassica Juncea L.*

Tanaman sawi masih satu keluarga dengan kubis-krop, kubis-bunga, brokoli dan lobak. Oleh karena itu, sifat morfologi tanaman ini hampir sama, terutama pada sistem perakaran, struktur batang, bunga, buah maupun bijinya (Rukmana, 1994).

Tanaman sawi (*Brassica Juncea L.*) memiliki usia panen optimal pada 40-60 hari dari biji atau sekitar usia 25-40 Hari Setelah Tanam. Mengenai cepat atau lama usia panen, sejatinya pertumbuhan tanaman sawi bergantung terhadap habitat tumbuh dan nutrisi yang diterimanya selama pertumbuhan. Rata-rata usia panen berada pada 28 HST dengan kriteria berat komoditi pasar ± 250 gr.

2.6.1. Habitat Sawi

Seperti tanaman lainnya, tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) mempunyai parameter untuk tumbuh secara optimal sesuai dengan karakteristik tanaman untuk dibudidayakan seperti:

1. Iklim

Tanaman Sawi sangat cocok untuk wilayah suhu antara 15-28°C dan kelembapan udara berkisar 75-95%. Pada suhu di bawah 20°C sawi akan cepat berbunga, sedangkan pada suhu di atas 20°C tidak dapat berbunga. Pada kasus tertentu seperti wilayah Kalimantan Tengah khususnya dengan suhu rata-rata mendekati 30°C saat siang hari sawi sangat bergantung pada kelembapan udara.

2. Ketinggian Tempat

Di daerah pegunungan yang tingginya lebih dari 1000 mdpl tanaman sawi bisa berbiji, tetapi di daerah kurang dari 1000 mdpl tidak bisa berbiji.

3. Tanah

Tanaman sawi tumbuh dengan subur pada tanah lempung dan cukup menahan air dengan keasaman pH 6-7. Pada kasus tertentu seperti tanah gambut dengan tingkat keasaman yang tinggi (pH 2,7-6,0) dan kemampuan menahan air yang sedikit kurang karena mudah mengalami evaporasi maka proses penyiraman harus dilakukan secara rutin.

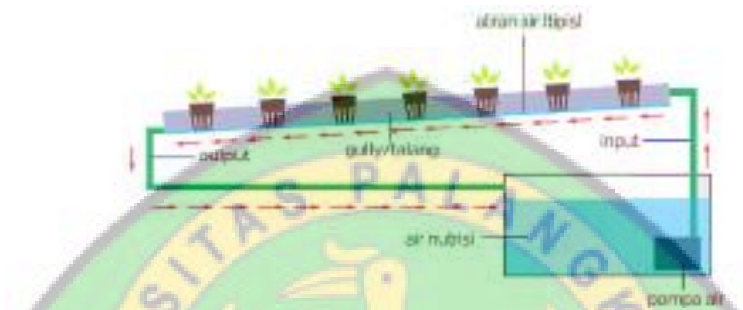
2.7. Hidroponik

Hidroponik merupakan salah satu bentuk cara bercocok tanam dengan menggunakan media tanam air dan tanpa tanah (*soilless*) dimana pada budidaya tanaman menggunakan cara hidroponik tanaman yang tumbuh mendapatkan nutrisi dari mineral nutrient yang telah dilarutkan dalam air yang menjadi media tanam. Budidaya menggunakan cara hidroponik sangat cocok diterapkan pada wilayah dengan karakter tanah yang dinamik.

2.7.1. Hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT)

NFT merupakan kepanjangan dari *Nutrient Film Technique*, konsep dasar sistem ini adalah mengalirkan nutrisi hidroponik ke akar tanaman secara tipis (*film*). Tujuan dari pengaliran secara tipis ini adalah supaya akar tanaman bisa memperoleh asupan Air, Oksigen dan Nutrisi yang cukup. Kebutuhan pokok dari sistem ini adalah Gully terbuat dari lempengan logam yang tipis dan juga anti karat yang dipakai sebagai

penopang netpot dan untuk mengalirkan air nutrisi, namun bisa diganti menggunakan talang air atau pipa paralon. Teknik penanaman hidroponik ini dilakukan pada penampung yang sempit dan panjang yang selanjutnya penampung yang dialiri air nutrisi untuk diserap tumbuhan yang ditanam lama-kelamaan akan muncul lapisan tipis yang disebut *film* di sekitar akar tanaman, fungsi *film* inilah yang berfungsi sebagai makanan tanaman hidroponik tersebut.



Gambar 2.13. Hidroponik Nutrien Film Technique

Dari gambar di atas, beberapa hal yang perlu digaris bawahi dari sistem NFT:

1. Netpot langsung menyentuh dasar Gully/talang sehingga akar atau media tanam langsung teraliri air nutrisi.
2. Gully dipasang miring agar air nutrisi bisa mengalir secara terus menerus tanpa ada genangan di dalam gully. Kemiringan dari gully biasanya antara 5 – 10 derajat.
3. Air nutrisi dalam sistem NFT ini dialirkan terus menerus secara tipis dan tidak ada genangan air di dalam gully/talang dan ini adalah yang membedakan dengan sistem hidroponik yang lain.

Sistem NFT ini paling banyak dipakai untuk skala perkebunan besar atau skala Industri karena sistem ini mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya adalah:

1. Pertumbuhan tanaman lebih cepat dibandingkan dengan sistem lain.

Hal yang paling utama yang menyebabkan pertumbuhan lebih cepat adalah kebutuhan akar tanaman akan Air, Nutrisi dan Oksigen tercukupi. Netpot dan media tanam yang langsung menyentuh ke dasar gully menyebabkan akar bisa

langsung terkena aliran nutrisi. Selain itu, dasar gully yang datar membuat akar lebih leluasa untuk menyebar sehingga penyerapan nutrisi bisa lebih maksimal.

2. Sangat mudah untuk mengontrol keadaan nutrisinya.

Kunci utama dalam hidroponik terletak pada nutrisinya, apabila pemberian dan pengaturan nutrisi bisa terkontrol maka proses pertumbuhannya akan sesuai dengan yang diinginkan. Kontrol nutrisi bisa dilakukan di bak penampungan atau di dalam gully sehingga bisa dipastikan apakah nutrisi terdistribusi dengan baik.

3. Resiko pengendapan kotoran di dalam gully sangat sedikit.

Seperti yang sudah disebutkan di awal bahwa air dialirkan secara terus menerus tanpa mengendap di dalam gully. Hal ini sangat menguntungkan karena kotoran ataupun residu nutrisi sangat sedikit sekali yang menempel pada gully.

4. Pertumbuhan tanaman bisa seragam

Nutrisi dan aliran air yang didapatkan masing-masing tanaman yang sama membuat pertumbuhan tanaman di semua bagian menjadi rata dan seragam. Hal ini juga akan sangat menguntungkan, karena keseragaman ini membuat tanaman akan tumbuh secara optimal sehingga tidak ada tanaman lebih dominan yang dapat mengganggu tanaman yang lebih kecil.

Selain empat kelebihan di atas, sistem hidroponik NFT memiliki beberapa kekurangan seperti:

1. Sistem NFT sangat tergantung dengan listrik.

Air nutrisi harus selalu dialirkan atau disirkulasi ke gully, maka penggunaan pompa listrik harus terus dilakukan untuk memompa air nutrisi ke atas. Berbeda dengan sistem lain yang ada genangan airnya, jika pompa mati maka tanaman akan kekurangan air dan nutrisi. Maka sistem ini sangat tidak cocok untuk daerah yang sering ada pemadaman listrik.

2. Penyebaran penyakit yang disebabkan oleh jamur pada air akan sangat cepat.

Air nutrisi yang disirkulasi akan membawa serta menyebarkan jamur ke masing-masing tanaman dengan cepat apabila kontrol air nutrisi tidak dilakukan secara

berkala. Jadi ketika air nutrisi telah terjangkit oleh jamur dan salah satu tanaman terkena jamur akan menular ke tanaman yang lain dengan sangat cepat.

2.8. Daftar Simbol

2.8.1. Flowmap Diagram

Flowmap atau bagan alir adalah bagan yang menunjukkan aliran di dalam program atau prosedur sistem secara logika. Flowmap ini berfungsi untuk memodelkan masukan, keluaran, proses maupun transaksi dengan menggunakan simbol-simbol tertentu. Pembuatan flowmap ini harus dapat memudahkan bagi pemakai dalam memahami alur dari sistem atau transaksi.

Tabel 2.1. Daftar Simbol Flowmap Diagram

Simbol	Nama	Keterangan
	Terminasi Awal / Akhir Program	Simbol untuk memulai dan mengakhiri suatu program.
	Dokumen	Menyajikan dokumen berupa dokumen input dan output pada proses manual dan proses berbasis komputer.
	Proses Manual	Menyajikan kegiatan proses yang dilakukan secara manual.
	Proses Komputer	Menyajikan kegiatan proses yang dilakukan secara komputerisasi.
	Arah Aliran Data	Menyajikan arah aliran dokumen atau bagan yang terkait pada suatu proses.
	Penyimpanan Massa	Menyajikan media penyimpanan data / informasi secara manual.
	Data	Simbol input/output digunakan untuk mewakili data input/output.

2.8.2. Blok Diagram

Blok diagram adalah diagram dari sebuah sistem, dimana bagian utama atau fungsi yang diwakili oleh blok dihubungkan dengan garis, yang menunjukkan hubungan dari blok. banyak digunakan dalam dunia rekayasa dalam desain hardware, desain elektronik, software desain, dan proses aliran diagram.

Tabel 2.2. Daftar Simbol Diagram Blok

Simbol	Nama	Keterangan
	Blok/Kotak	Biasanya berisikan umum dan nama elemennya, atau simbol untuk operasi matematis yang harus dilakukan pada masalah untuk mengahmilkan kelainan.
 	Tanda anak panah	Mengatakan arah referensi aliran nyata atau virtual.

2.8.3. Flowchart

Flowchart atau Bagan alir adalah bagan (chart) yang menunjukkan alir (flow) di dalam program atau prosedur sistem secara logika. Bagan alir (flowchart) digunakan terutama untuk alat bantu komunikasi dan untuk dokumentasi

Tabel 2.3. Daftar Simbol Flowchart

Simbol	Maksud	Simbol	Maksud
	Terminal (START, END)		Titik sambungan pada halaman yang sama
	Input/Output (READ, WRITE)		Titik sambungan yang berada pada halaman lain
	Proses (menyatakan assignment statement)		Call (Memanggil subprogram)
	Decision (YES, NO)		Dokumen
	Display		Stored Data
	Alur proses		Preparation (Pemberian nilai awal suatu variabel)

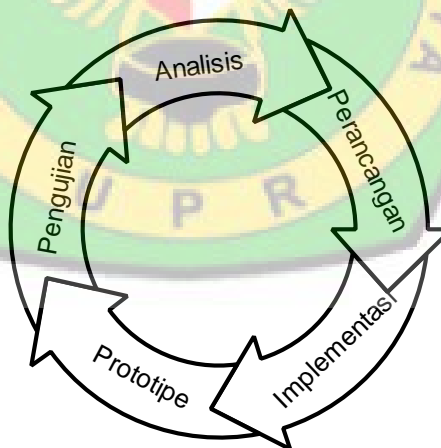
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pembuatan *smart greenhouse* budidaya tanaman sawi hidroponik ini bertujuan untuk mereduksi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan monitoring *greenhouse* terlebih jika user tidak berada di sekitar *greenhouse*, memiliki kegiatan di luar rumah atau sedang bepergian, selain itu juga pemanfaatan pencahayaan buatan untuk membantu fotosintesis yang dikendalikan secara otomatis dengan sensor cahaya yang terhubung pada mikrokontroler diharapkan mampu mempercepat masa panen dan meningkatkan hasil panen.

3.1. Metodologi

Metode penelitian yang digunakan pada penulisan Skripsi ini menggunakan metode *Prototype* dalam pengembangannya dengan tipe *Low-Fidelity Prototype* yang dibangun melalui proses sebagai berikut (Walker et al, 2003):



Gambar 3.1. Diagram Flow Metodologi Prototype (*Low Fidelity*)

1. Analisis Literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian dan pengumpulan informasi berupa literatur, artikel, jurnal, tutorial, buku referensi mengenai *Greenhouse*, Budidaya

Sawi, Hidroponik, *Photosynthetically Active Radiation* (PAR), Mikrokontroler dan bagaimana sistem ini dapat meningkatkan hasil produksi budidaya sawi hidroponik dengan memanfaatkan sensor-sensor yang akan dikontrol oleh mikrokontroler serta literasi lain yang berkaitan dengan judul penulisan.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan sistem untuk mengidentifikasi masalah dan kebutuhan spesifik sistem. Pertama adalah melakukan pengecekan masalah yang dihadapi kemudian menganalisis kebutuhan proses sistem yang akan dijalankan dan menganalisa hasil output yang diinginkan dari hasil berjalannya sistem.

3. Tahap Perancangan

Pada tahap ini dilakukan pembuatan skenario perancangan *smart greenhouse* budidaya tanaman sawi hidroponik dari perancangan perangkat keras hingga perancangan perangkat lunak.

4. Tahap Implementasi

Pada Tahap ini sistem yang telah dirancang kemudian diimplementasikan untuk persiapan pengujian dengan memasukkan parameter yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya.

5. Tahap Pengujian

Pada Tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah diimplementasi dimana hasil dari sistem akan dinilai berdasarkan parameter-parameter uji untuk kemudian dilakukan pengumpulan data dari hasil pengujian sistem dan dianalisa untuk pengembangan sistem kedepannya.

3.2. Analisis Masalah

Beberapa permasalahan atau kekurangan yang terdapat pada *greenhouse* hidroponik dengan pengoperasian manual saat ini yaitu:

1. Stabilitas kelembapan udara, air dari aerator dan bak penampungan air dapat menguap seiring pemanasan yang terjadi selama pemanasan oleh cahaya matahari terlebih jika tidak terdapatnya ventilasi udara pada *greenhouse*.

2. Stabilitas suhu udara, mengacu kepada efek rumah kaca pada *greenhouse* ketika terpapar cahaya matahari maka panas yang diterima akan terperangkap pada ruangan *greenhouse*.
3. Etiolasi yang terjadi pada perkembangan tumbuhan karena kekurangan cahaya matahari selama proses fotosintesis dimana faktor cahaya dapat terjadi karena beberapa hal seperti bentuk fisik bangunan sehingga pada wilayah tertentu tidak terpapar dengan sempurna atau pada musim penghujan yang mengakibatkan paparan cahaya matahari tertutup oleh awan.
4. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penanaman sampai dengan tanaman sawi yang dibudidayakan dapat dipanen, dimana percepatan waktu panen dan peningkatan hasil produksi sawi akan berarti sangat banyak dan bergantung terhadap sistem yang digunakan selama budidaya.

3.3. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan hasil analisa masalah perancangan *smart greenhouse* budidaya tanaman sawi hidroponik menggunakan mikrokontroler arduino, maka sistem ini membutuhkan analisis sebagai berikut:

3.3.1. Analisis Kebutuhan Input

Input yang dibutuhkan dalam perancangan *smart greenhouse* budidaya tanaman sawi hidroponik untuk di proses mikrokontroler arduino adalah berupa nilai kelembapan udara, nilai derajat suhu dan intensitas cahaya.

3.3.2. Analisis Kebutuhan Proses

Fungsi dan kinerja dari sistem *smart greenhouse* budidaya tanaman sawi hidroponik adalah sebagai berikut:

1. Membaca input berupa intensitas cahaya.

2. Membaca input berupa kelembapan udara.
3. Membaca input berupa suhu udara.
4. Menyalakan dan mematikan alat penyinaran buatan dengan relay.
5. Menyalakan dan mematikan alat sirkulasi udara ke dalam dan ke luar dalam *greenhouse* dengan relay.
6. Menyalakan dan mematikan alat penyemprot dengan relay
7. Data berupa status menyala atau mati alat dan nilai variabel hasil pengukuran sensor dapat dibaca oleh pengguna.

3.3.3. Analisis Kebutuhan Output

Output yang dibutuhkan sistem *smart greenhouse* budidaya tanaman sawi hidroponik adalah sebagai berikut:

1. Kondisi *Grow* LED dalam keadaan menyala atau mati.
2. Kondisi Kipas penyedot dan pembuang keadaan menyala atau mati.
3. Kondisi pompa penyemprot dalam keadaan menyala atau mati.
4. Pengguna membaca data yang ditampilkan pada LCD 16x2.

3.3.4. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Beberapa perangkat keras yang dibutuhkan sistem *smart greenhouse* budidaya tanaman sawi hidroponik adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler Arduino Uno R3
2. *Jumper Wire*
3. Sensor Cahaya (*Light Dependent Resister*) / Photoresistor
4. Sensor DHT-11 (*Humidity and Temperature*)
5. LCD 16x2
6. I2C
7. Kabel USB
8. Relay
9. *Grow* LED

10. Kipas
11. Pompa
12. Resistor
13. Adaptor
14. Power Supply

3.3.5. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Dalam membangun sistem *smart greenhouse* budidaya tanaman sawi hidroponik dibutuhkan juga pendukung perangkat lunak yang bertujuan untuk mendukung kerja perangkat keras. Beberapa perangkat lunak tersebut sebagai berikut:

1. Sistem Operasi berbasis Windows yang digunakan untuk menjalankan perangkat lunak lain dalam membuat sistem kendali gorden otomatis.
2. Aplikasi Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk menjalankan bahasa pemrograman pada Arduino yang menggunakan bahasa C.

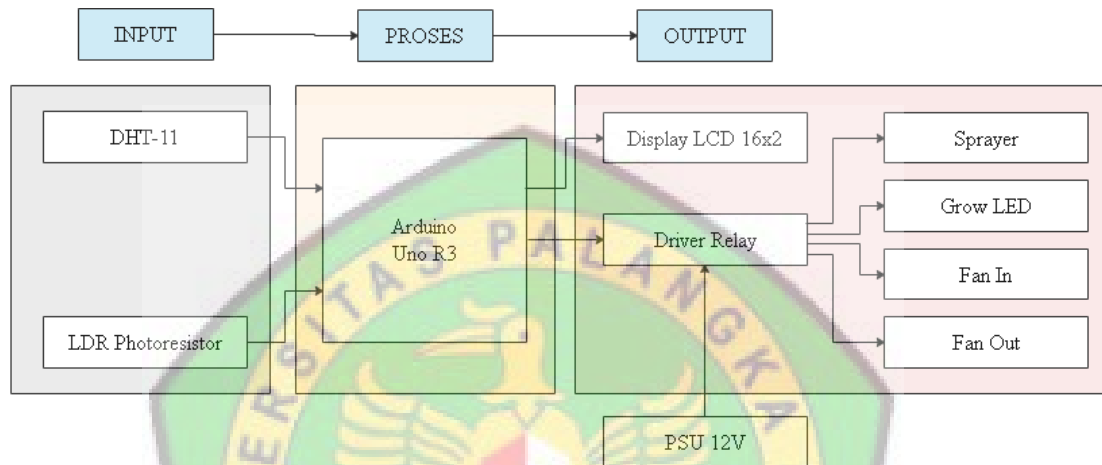
3.4. Perancangan

Dalam perancangan sistem yang dibutuhkan adalah seberapa rinci suatu output dan record yang dihasilkan dari sistem tersebut. Dalam hal ini output yang diminta oleh lokasi penelitian adalah membuat sebuah sistem untuk melakukan optimasi budidaya sawi sehingga mampu meningkatkan hasil panen. Sistem ini dapat bekerja secara efisien dan memberikan kemudahan dalam kegunaannya karena sistem ini akan melakukan optimasi dengan memanfaatkan sejumlah sensor untuk menjaga *greenhouse* tetap pada titik optimal iklim buatan untuk budidaya sawi.

Dalam pembuatan sistem *smart greenhouse* budidaya tanaman sawi hidroponik ini membutuhkan beberapa tahap perancangan, hal ini dimaksudkan agar tahapan perancangan mudah dipahami berdasarkan urutan langkah dari proses awal hingga proses tahap akhir.

3.4.1. Perancangan Sistem

Sistem *smart greenhouse* budidaya tanaman sawi hidroponik ini dikendalikan menggunakan mikrokontroler arduino dengan memanfaatkan beberapa sensor dan perangkat keras, untuk menggambarkan alur kerja dan hubungan antar komponen dalam sistem digunakan diagram blok rangkaian seperti pada *Gambar 3.2*.



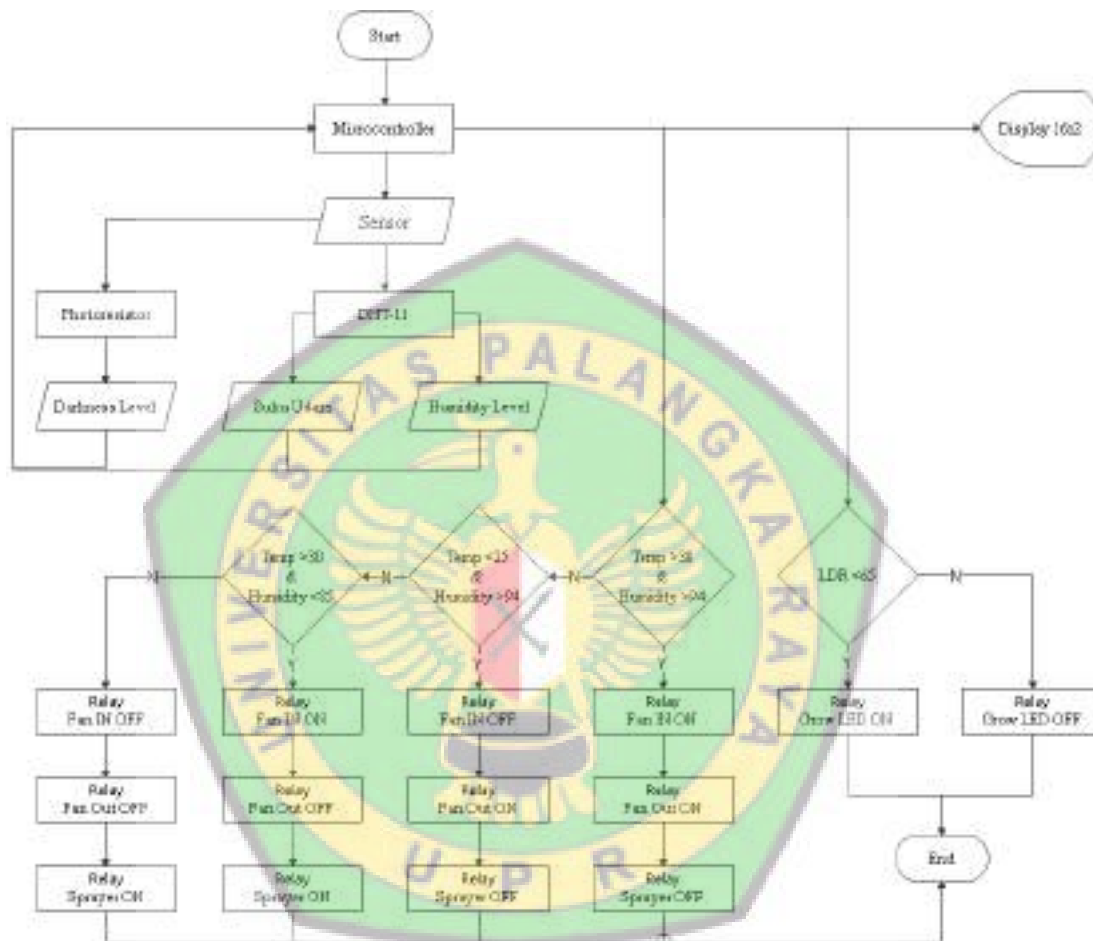
Gambar 3.2. Diagram Blok Sistem

Rangkaian mikrokontroler bekerja ketika menerima masukan dari sensor DHT-11 (*Humidity and Temperature*) dan *Light Dependent Resistor* (LDR) kemudian di proses di mikrokontroler arduino, setelah itu data hasil pembacaan sensor akan diolah dan hasil pengolahan akan diteruskan pada driver relay untuk menyalakan dan mematikan perangkat keras, kemudian mikrokontroler akan mencatat input terakhir dari setiap sensor serta kondisi terakhir dari setiap perangkat keras untuk kemudian ditampilkan sebagai data yang dapat dibaca pengguna melalui LCD 16x2.

3.4.2. Flowchart Sistem

Flowchart adalah bagan atau gambar yang menunjukkan aliran proses serta hubungan dari suatu program. Flowchart dibutuhkan untuk menjelaskan alur program yang dibuat dalam bentuk grafis agar orang lain dapat memahami alur yang telah dibuat. Dalam flowchart sistem *smart greenhouse* budidaya tanaman sawi hidroponik

ini terdapat tiga buah sensor yang memiliki tugas masing-masing untuk menjalankan sistem ini, untuk menjelaskan proses yang terjadi di dalam sistem maka akan dibahas pada *flowchart* sistem seperti pada *Gambar 3.3*.



Gambar 3.3. Diagram alur kerja sensor

Dalam *flowchart* di atas dapat dijelaskan bahwa pada saat sistem dimulai mikrokontroler akan menginisiasikan setiap sensor untuk membaca nilai input. Sensor LDR membaca nilai intensitas cahaya, sensor DHT-11 akan membaca nilai kelembapan dan suhu udara. Hasil dari pembacaan ketiga sensor tersebut kemudian akan diproses oleh mikrokontroler pada kondisi percabangan IF terhadap nilai parameter optimal untuk memberikan output pada relay.

Proses kondisi IF pertama pada nilai temperatur dan kelembaban udara dari sensor DHT-11 dibaca dan dibandingkan dengan parameter suhu optimal $<25^{\circ}\text{C}$ dititik terendah dan $>30^{\circ}\text{C}$ dititik tertinggi dan kelembaban optimal $<85\%$ dititik terendah dan $>94\%$ dititik tertinggi, hasil perbandingan akan mentrigger output pada relay. Percabangan pertama pembacaan IF (suhu $>30^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban udara $>94\%$) maka sistem mengeksekusi output relay Fan IN=ON, output relay Fan OUT=ON dan relay Sprayer=OFF, jika kondisi IF sebelumnya tidak terpenuhi maka akan masuk ke percabangan kedua IF (suhu $<25^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban udara $>94\%$) maka sistem mengeksekusi output relay Fan IN=OFF, output relay Fan OUT=ON dan output relay Sprayer=OFF, jika kondisi IF sebelumnya tidak masih terpenuhi maka akan masuk ke percabangan ketiga IF (suhu $>30^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban udara $<85\%$) maka sistem mengeksekusi output relay Fan IN=ON, output relay Fan OUT=OFF dan relay Sprayer=ON, jika ketiga percabangan sebelumnya kondisi IF tidak terpenuhi sistem mengeksekusi output relay Fan IN=OFF, output relay Fan OUT=OFF dan relay Sprayer=ON. Proses kondisi IF kedua pada nilai intensitas cahaya dari sensor LDR dibaca dan dibandingkan dengan parameter intensitas cahaya optimal tidak boleh $<65\%$, hasil perbandingan akan mentrigger output pada relay. Percabangan pertama pembacaan IF (LDR $<65\%$) maka sistem mengeksekusi output relay Grow LED=ON, jika kondisi IF sebelumnya tidak terpenuhi sistem mengeksekusi output relay Grow LED=OFF. Pembacaan nilai ketiga sensor dan output relay dari hasil proses mikrokontroler kemudian ditampilkan melalui LCD 16x2.

3.4.3. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada sistem meliputi langkah-langkah yang dilakukan dengan merangkai setiap komponen hingga menjadi keseluruhan sistem dan kemudian mengaplikasikannya pada sebuah miniatur prototipe *greenhouse*. Alat yang digunakan ini mencakup segala bahan sistem dan bahan dasar utama yang digunakan untuk melakukan penelitian. Dimana alat-alat ini adalah acuan utama dalam pembuatan instalasi alat pada *Greenhouse*.

3.4.3.1. Sensor Cahaya *Light Dependent Resistor* (LDR)

Light Dependent Resistor (LDR) atau *Photoresistor* adalah komponen yang sensitif terhadap intensitas cahaya. Ketika cahaya jatuh di atasnya maka perubahan resistansi elektrik akan terjadi. Nilai resistansi akan menurun ketika tingkat intensitas cahaya meningkat sebaliknya nilai resistansi akan meningkat ketika tingkat intensitas cahaya menurun. LDR terbuat dari bahan semikonduktor yang memungkinkan sifat peka intensitas cahaya.



Gambar 3.4. Sensor Cahaya *Light Dependent Resistor* (LDR)

Sensor LDR memiliki 2 pin, Pin1 dihubungkan pada sumber input V_{in} 5V dan Pin2 dihubungkan pada dua titik, pertama dengan Pin analog A0, kedua pada resistor 10K Ohm untuk mengamankan rangkaian yang terhubung dengan Pin Ground.

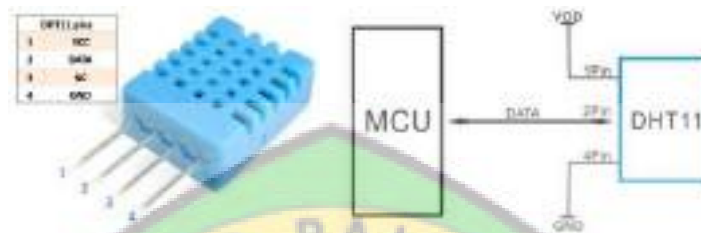


Gambar 3.5. Rangkaian Sensor Cahaya LDR

3.4.3.2. DHT-11 (*Temperature and Humidity Sensor*)

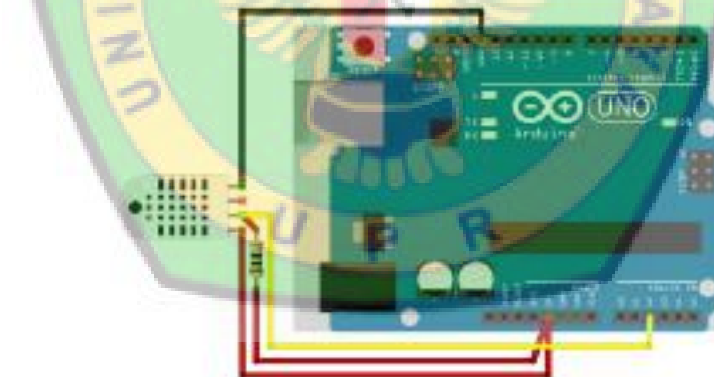
DHT11 adalah sensor Suhu dan Kelembaban, dia memiliki keluaran sinyal digital yang dikalibrasi dengan sensor suhu dan kelembaban yang kompleks. Teknologi ini memastikan keandalan tinggi dan sangat baik stabilitasnya dalam jangka panjang. Mikrokontroler terhubung pada kinerja tinggi sebesar 8 bit. Sensor ini termasuk elemen resistive dan perangkat pengukur suhu NTC. Setiap sensor DHT11 memiliki fitur

kalibrasi sangat akurat dari kelembaban ruang kalibrasi. Koefisien kalibrasi yang disimpan dalam memori program OTP, sensor internal mendeteksi sinyal dalam proses, kita harus menyebutnya koefisien kalibrasi. Sistem antarmuka kabel-tunggal serial terintegrasi untuk menjadi cepat dan mudah. Kecil ukuran, daya rendah, sinyal transmisi jarak hingga 20 meter.



Gambar 3.6. Sensor Kelembapan dan Temperatur DHT-11

DHT-11 memiliki 4 pin, Pin1 dihubungkan pada sumber input V_{in} 5V, Pin2 dihubungkan pada dua titik, pertama pada resistor 1K Ohm yang terhubung pada sumber V_{in} 5V dan kedua terhubung pada Pin Analog A₂, Pin3 secara default *Normally-Close* (NC) dan Pin4 terhubung pada Pin Ground.

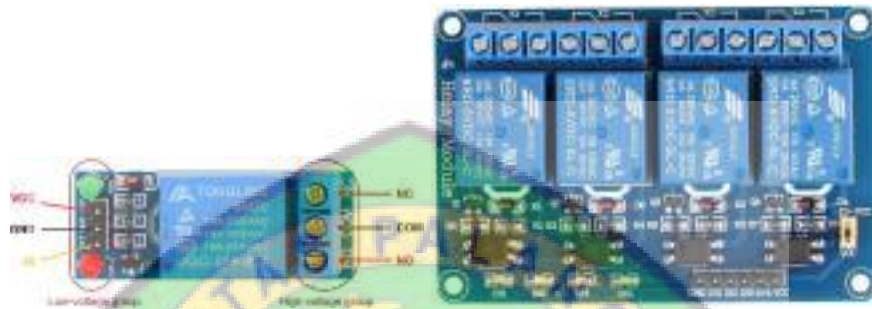


Gambar 3.7. Rangkaian Sensor Kelembapan dan Temperatur DHT-11

3.4.3.3. Relay

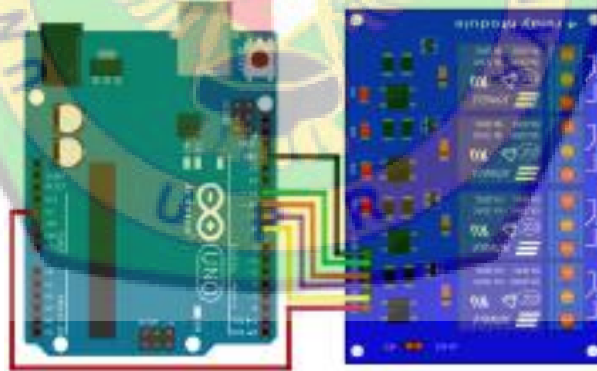
Relay merupakan jenis golongan saklar yang dimana beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik yang dimanfaatkan untuk menggerakkan kontaktor guna menyambungkan rangkaian secara tidak langsung. Tertutup dan terbukanya kontaktor disebabkan oleh adanya efek induksi magnet yang dihasilkan dari kumparan induktor

yang dialiri arus listrik. Relay jenis ini memiliki tiga port output NC-COM-NO dengan dua jenis kondisi output NC-COM dan NO-COM. Pada kondisi *normally-close* (NC) secara normal rangkaian menghantarkan arus dan saat relay aktif maka arus pada rangkaian akan diputus sebaliknya *normally-open* (NO) secara normal rangkaian tidak menghantarkan arus dan saat relay aktif maka arus pada rangkaian akan tersambung.



Gambar 3.8. Relay & 4-Channel Relay

Relay 4-channel memiliki 6 pin. Pin1 tersambung pada sumber V_{in} 5V, Pin2-5 adalah pin yang terhubung pada pin Digital D₈₋₁₁ yang memberikan nilai aktif atau tidaknya port relay, Pin6 tersambung pada Pin Ground.



Gambar 3.9. Rangkaian Relay & 4-Channel Relay

3.4.3.4. I2C LCD 16x2

Untuk menampilkan output nilai sensor dan status perangkat dari rangkaian maka dibutuhkan sebuah LCD. LCD merupakan alat yang umum digunakan sebagai penampil data yang terbaca dari sebuah sistem. Data yang ditampilkan pada LCD merupakan data yang terbaca dari rangkaian sensor dan perangkat yang tersambung

pada relay. LCD 16x2 berarti panjang display 16 kolom dan lebar display 2 baris dengan 16 pin konektor yang terhubung ke mikrokontroler melalui I2C.



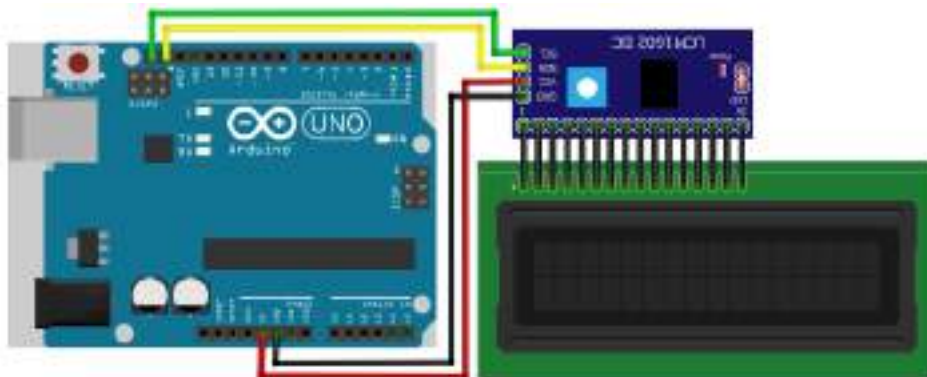
Gambar 3.10. LCD 16x2

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk pengontrolan IC. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrol.



Gambar 3.11. Modul I2C

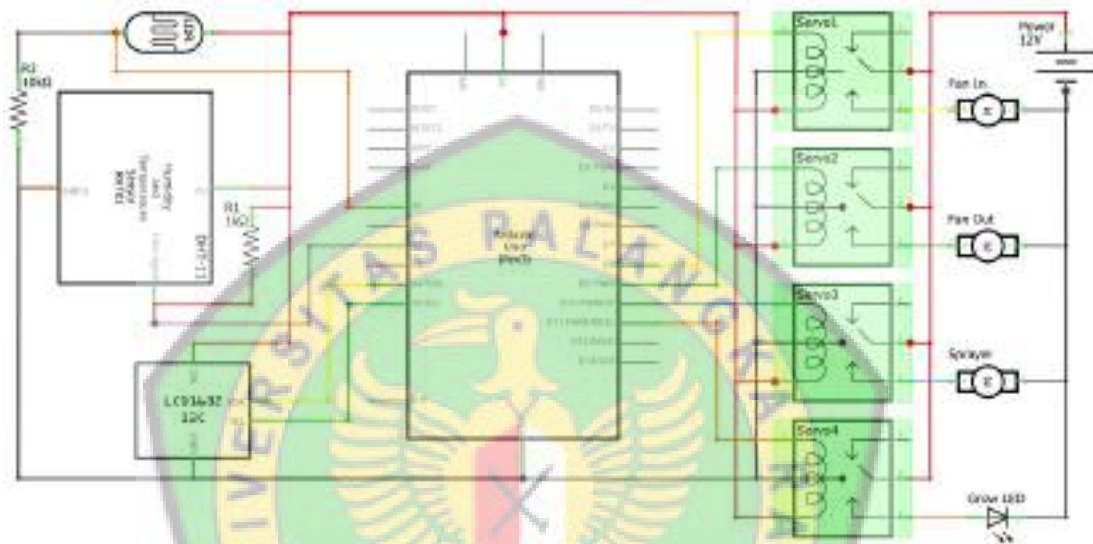
Untuk menyambungkan LCD dengan board Arduino Uno memerlukan 6 pin digital untuk mengendalikan sebuah modul LCD sedangkan dengan menggunakan modul I2C LCD 16x2 dapat mengurangi penggunaan pin pada board arduino yang hanya menggunakan 2 pin yang dihubungkan dengan SDA dan SCL untuk menghubungkan LCD dengan board Arduino Uno.



Gambar 3.12. Rangkaian LCD 16x2 dengan Modul I2C

3.4.3.5. Arduino Uno R3 (SMD Ver.)

Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat kendali dari seluruh sistem yang ada. Mikrokontroler dapat mengontrol *input* dan *output* yang diberikan. Dalam melakukan prosesnya, mikrokontroler juga membutuhkan rangkaian sistem, berikut ini merupakan *input* dan *output* pada Arduino Uno.



Gambar 3.13. Skematik pin I/O pada Sistem

Cara kerja rangkaian sistem seperti gambar di atas merupakan bentuk skematik keseluruhan alat yang akan dirancang, mikrokontroler akan menerima *input* berupa intensitas cahaya dari sensor LDR yang terhubung pada Pin Analog A₂ dan *input* berupa kelembapan udara dan suhu udara dari sensor DHT-11 yang terhubung pada Pin Digital D₂ untuk kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk mengaktifkan relay melalui Pin Digital D₈₋₁₁ yang mengatur aktif dan tidak aktifnya komponen seperti kipas, pompa dan *Grow LED* berdasarkan suatu parameter tertentu yang dibandingkan dengan nilai hasil pembacaan sensor. Proses yang terjadi pada sistem yang di kontrol oleh mikrokontroler akan ditampilkan sebagai *output* berupa nilai hasil pembacaan sensor, status perangkat kipas, *grow LED* dan sprayer aktif atau tidak aktif melalui LCD 16x2 yang dihubungkan pada mikrokontroler dengan modul I2C yang terhubung pada Pin SDA dan SCL.

3.4.4. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada sistem mikrokontroler meliputi langkah-langkah yang dilakukan dengan penulisan kode program pada aplikasi Arduino IDE dan memberikan variabel eksekusi. Tahapan perancangannya yaitu:

3.4.4.1. Menginstal Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan adalah software Arduino versi 1.8.13 dimana versi ini merupakan versi terbaru untuk Arduino. Software ini merupakan software yang kompatibel dengan setiap versi Arduino Uno. Software Arduino digunakan untuk menuliskan source code program-program alat yang nantinya akan di flash/upload ke dalam Arduino Uno, sehingga rancangan alat yang dibuat dapat bekerja sesuai apa yang diinginkan.



Gambar 3.14. Tampilan Aplikasi Arduino IDE

Library tambahan yang digunakan di dalam program, bisa mendownload library di dalam aplikasi Arduino Uno atau mendownload library yang tersedia di

google. Untuk mendownload library yang ada di arduino, pilih menu Sketch lalu pilih menu Include Library kemudian pilih Manage Libraries. Untuk mendownload library yang ada di google kemudian dimasukkan ke dalam arduino yang akan langsung terpanggil otomatis di dalam program, pilih menu Sketch lalu pilih menu Include Library kemudian pilih Add Zip Libraries dan cari tempat penyimpanan library yang telah disimpan. Untuk library yang akan dimasukkan kedalam aplikasi Arduino Uno harus berformat ZIP.



Gambar 3.15. Penambahan Library ke dalam Arduino

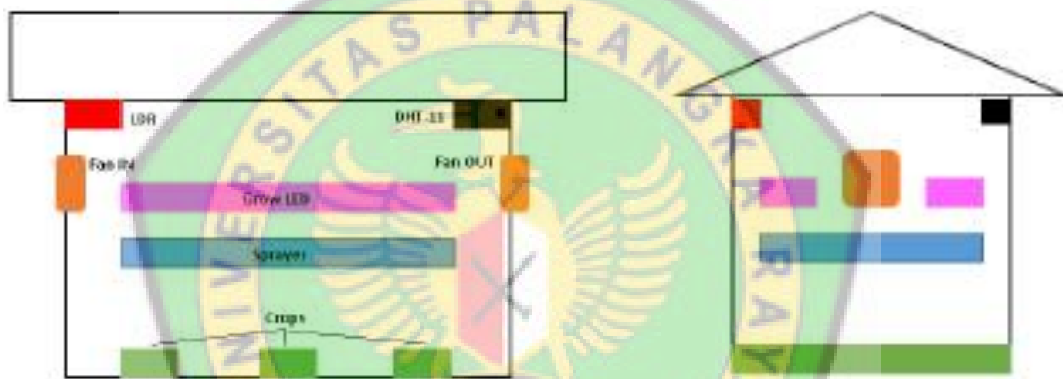
3.4.4.2. Upload Program

Setelah program selesai dibuat tahap selanjutnya adalah mengupload program ke dalam Node Mcu. Sebelum di upload biasanya program yang kita buat di compile/verify dahulu untuk mengecek apakah masih terdapat kesalahan pada program atau tidak. Caranya dengan klik ikon ini pada menu di atas dan tunggu sampai proses compile selesai sampai muncul “*Done Compiling*” jika berhasil muncul kata *Done Compiling* berarti program yang kita buat sudah benar, tetapi jika yang muncul kalimat dengan background orange maka ada kesalahan dalam penulisan program ataupun ada

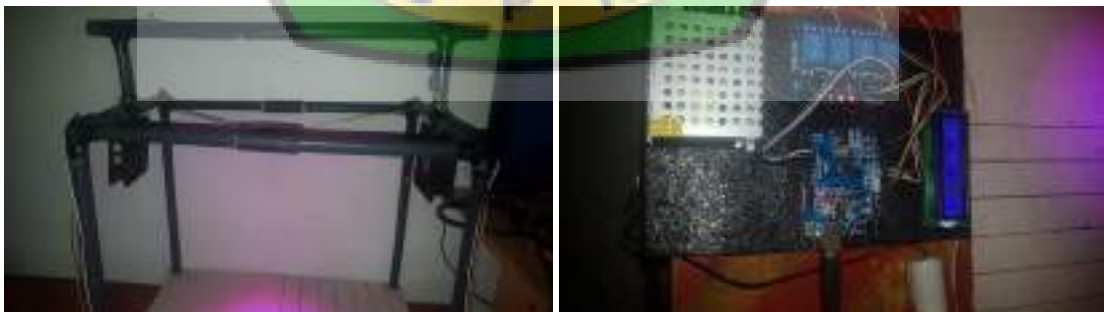
tambahan library yang masih kurang dan harus ditambahkan ke dalam projek di arduino.

3.5. Implementasi

Berdasarkan perancangan yang akan dibuat, maka implementasi akan menggunakan purwarupa sebagai metode untuk mensimulasikan sistem secara *real*. Sehingga simulasi tersebut nantinya dapat mengetahui apakah sistem tersebut dapat bekerja sesuai fungsinya pada model *prototype* yang terdapat pada *greenhouse*.



Gambar 3.16. Prototipe Tampak Samping (Kiri) dan Prototipe Tampak Depan (Kanan) *Smart Greenhouse* Budidaya Sawi Hidroponik



Gambar 3.17. Prototipe *Greenhouse*

3.6. Mekanisme Pengujian Komponen

Setelah melakukan perancangan dan pemasangan komponen, selanjutnya adalah melakukan serangkaian uji coba pada masing-masing blok rangkaian yang bertujuan untuk mendapatkan kesesuaian spesifikasi dan hasil yang diinginkan. Kemudian dilakukan pengujian keseluruhan rangkaian untuk kemudian dianalisis terhadap perkembangan tumbuhan sawi terhadap perlakuan yang dibandingkan dengan variabel kontrol (perkembangan sawi tanpa perlakuan) menggunakan parameter uji berupa pertumbuhan tinggi tanaman (cm), berat basah tanaman (gr) dan diameter batang (cm) pada usia tanam 9HSS, 9HST, 19 HST dan 29HST (hari panen).



BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

Setelah melakukan perancangan dan pemasangan komponen, selanjutnya adalah melakukan serangkaian uji coba pada masing-masing blok rangkaian yang bertujuan untuk mendapatkan kesesuaian spesifikasi dan hasil yang diinginkan. Untuk lebih jelas mengenai pembahasan hasil uji coba yang kemudian dianalisis.

4.1. Uji Coba Perangkat Keras

Setelah menyelesaikan tahap pembuatan dan perakitan keseluruhan komponen dimana setiap komponen telah diuji coba maka Pengujian keseluruhan alat dilakukan dengan menjalankan alat yang telah dibuat sesuai dengan skematik sistem, pengujian disimulasikan melalui miniatur greenhouse yang sedang beroperasi. Fluktuasi pada nilai pembacaan sensor akan direkayasa untuk membuat variabel uji agar dapat dieksekusi oleh mikrokontroler, kemudian hasil pendeteksian apakah dapat memicu relay untuk memberikan output pada perangkat kipas, pompa sprayer dan grow led serta melihat status output yang ditampilkan pada LCD 16x2.

Pada proses ini uji coba dilakukan dengan menggunakan waktu pembacaan sensor setiap 30 detik untuk melihat daya tangkap sensor terhadap lingkungan sekitar dan membandingkan dengan standar acuan pada setiap alat menurut standar yang telah ditetapkan sebagai variabel acuan. Namun dalam hal ini, yang perlu diperhatikan adalah bahwa uji coba alat yang dilakukan harus disesuaikan dengan daya tangkap sensor terhadap keadaan sekitar. Setelah melakukan uji coba alat selama beberapa kali siklus, maka banyak dilakukan perbaikan baik dari segi program, perhitungan dan juga rangkaian.

4.1.1. Pengujian Catu Daya

Catu Daya merupakan alat yang sangat dibutuhkan dalam mendukung bekerjanya suatu sistem, maka dari itu perlu dilakukan pengukuran catu daya agar dapat diketahui berapa tegangan yang dihasilkannya. Seperti yang disajikan pada tabel 4.1 dan 4.2 berikut ini

Tabel 4.1. Pengujian Rangkaian Catu Daya 5V

Tegangan Daya	Menit Ke-				
	1	2	3	4	5
Keluaran Tengan (Volt)	4.87	4.90	4.90	4.88	4.90

Tabel 4.2. Pengujian Rangkaian Catu Daya 12V

Tegangan Daya	Menit Ke-				
	1	2	3	4	5
Keluaran Tengan (Volt)	11.94	11.94	11.94	11.94	11.94

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa keluaran dari rangkaian catu daya hampir sesuai dengan yang dibutuhkan, yaitu sekitar $\pm 5V$ dan $\pm 12V$. Hal ini disebabkan oleh regulator tegangan tidak memberikan keluaran yang benar-benar 5V atau 12V. Namun hal ini tidak memberikan pengaruh pada ketelitian alat ukur maupun kinerja komponen- komponen, karena masih dalam jangkauan tegangan yang di ijinan. Dari tabel di atas terlihat juga bahwa tegangan yang dikeluarkan oleh rangkaian catu daya ini tidak berubah selama percobaan 5 menit (keadaanya stabil).

4.1.2. Pengujian Sensor DHT-11

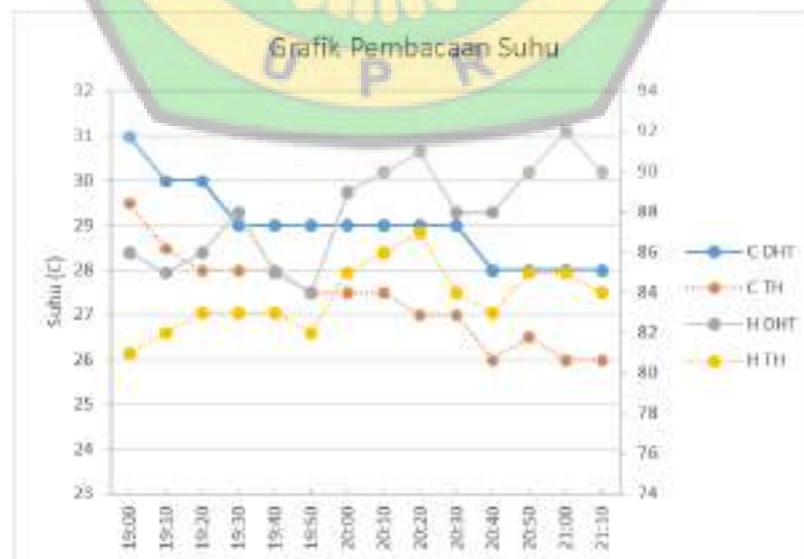
Pengujian sensor DHT-11 dilakukan dengan membuat program sederhana yang ditampilkan keluarannya dalam data serial dimonitor. Selain itu dihitung juga nilai saat suhu pembacaan suhu dan mensimulasikan kenaikan suhu dengan benda panas, nilai saat kelembapan udara diuji dengan mendekatkan benda berembun di sekitar sensor.

Pengujian DHT11	
Kelembaban: 84,00 %	Suhu : 33,20°C
Kelembaban: 85,00 %	Suhu : 33,20°C
Kelembaban: 85,00 %	Suhu : 33,20°C
Kelembaban: 85,00 %	Suhu : 33,20°C
Kelembaban: 84,00 %	Suhu : 33,20°C

Gambar 4.1. Pengujian DHT-11

Tabel 4.3. Pengukuran Sample Suhu dan Kelembaban DHT Sensor

Jam	DHT-11		Thermo-Hygrometer	
	Temp C	Humidity %	Temp C	Humidity %
19:00	31.0	86	29.5	81
19:10	30.0	85	28.5	82
19:20	30.0	86	28	83
19:30	29.0	88	28	83
19:40	29.0	85	28	83
19:50	29.0	84	27.5	82
20:00	29.0	89	27.5	85
20:10	29.0	90	27.5	86
20:20	29.0	91	27	87
20:30	29.0	88	27	84
20:40	28.0	88	26	83
20:50	28.0	90	26.5	85
21:00	28.0	92	26	85
21:10	28.0	90	26	82



Gambar 4.2. Grafik Pembacaan Suhu dan Kelembaban Terhadap Waktu

Pada tabel dan grafik pengukuran suhu dan kelembaban di atas, pengukuran dilakukan di dalam ruangan *greenhouse* menggunakan platform Arduino dan alat *Thermo-Hygrometer*,

Hasil pengukuran DHT11 terhadap suhu memiliki hasil lebih tinggi 1-2°C dari pengukuran alat *Thermo-Hygrometer* hal ini terjadi karena tingkat akurasi sensor DHT-11 memiliki kepekaan suhu $\pm 2^\circ\text{C}$ dari suhu sebenarnya, sedangkan akurasi alat *Thermo-Hygrometer* memiliki kepekaan suhu $\pm 0,5^\circ\text{C}$ dari suhu sebenarnya.

Hasil pengukuran DHT11 terhadap kelembaban memiliki hasil rata lebih tinggi 3-7% dari pengukuran alat *Thermo-Hygrometer* hal ini terjadi karena tingkat akurasi sensor DHT-11 memiliki kepekaan kelembaban $\pm 5\%$ dari kelembaban sebenarnya, sedangkan akurasi alat *Thermo-Hygrometer* memiliki kepekaan kelembaban $\pm 1\%$ dari kelembaban sebenarnya.

Hasil pengukuran tersebut disimpulkan bahwa akurasi pembacaan suhu dengan sensor DHT11 memiliki tingkat rentang rata-rata kesalahan 1°C lebih tinggi dari nilai pengukuran sebenarnya dan akurasi pembacaan kelembaban dengan sensor DHT-11 memiliki tingkat rentang rata-rata kesalahan 4% lebih tinggi dari nilai pengukuran sebenarnya jika diasumsikan bahwa hasil pengukuran menggunakan alat *Thermo-Hygrometer* adalah kondisi sebenarnya. Hasil penelitian diinginkan kestabilan kondisi untuk menyalakan kipas dan sprayer pada kondisi suhu $< 25^\circ\text{C}$ dan $> 30^\circ\text{C}$ serta kelembaban $< 85\%$ dan $> 94\%$ di dalam ruangan *greenhouse* sehingga pada nilai hasil pembacaan sensor akan dikurangi nilai rata-rata error 1°C untuk suhu dan 4% untuk kelembaban agar hasil pembacaan sensor akan tetap pada titik yang mendekati nilai keadaan sebenarnya..

4.1.3. Pengujian Sensor LDR

Pengujian sensor LDR dilakukan dengan membuat program sederhana yang ditampilkan keluarannya dalam data serial dimonitor. Selain itu dihitung juga nilai saat cahaya di sekitar sensor disinari menggunakan senter dan digelapkan.



Gambar 4.3. Pengujian LDR

Tabel 4.4. Pengukuran Sample LDR Sensor

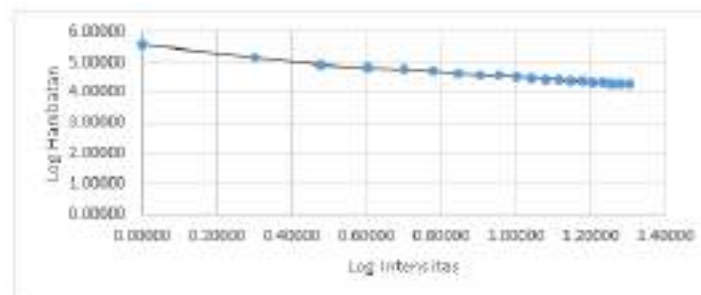
Ln	Volt	Ohm	Log Ln	Log Ohm
1	0.12	396093	0.00000	5.59780
2	0.14	138495	0.30103	5.12547
3	0.52	88914	0.47712	4.92383
4	0.65	65183	0.60206	4.81813
5	0.73	56972	0.69897	4.75566
6	0.81	50383	0.77815	4.70229
7	0.93	42626	0.84510	4.62967
8	1	38960	0.90309	4.59062
9	1.08	35353	0.95424	4.53843
10	1.18	31931	1.00000	4.49874
11	1.22	30178	1.04139	4.47969
12	1.29	28011	1.07918	4.43733
13	1.35	26134	1.11394	4.42052
14	1.44	24072	1.14613	4.38164
15	1.49	22944	1.17609	4.36067
16	1.53	22090	1.20412	4.34420
17	1.58	21082	1.23045	4.32391
18	1.63	20137	1.25527	4.30399
19	1.66	19597	1.27875	4.29119
20	1.7	18907	1.30103	4.27662

Linear Regression for [Data]_B

$$y=A+B \cdot x$$

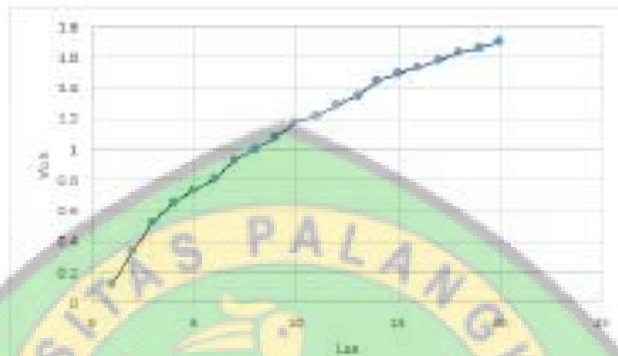
Parameter	Value	Error
A	3.44396	0.03160
B	-0.32580	0.03213

R	SD	N	R
-0.98929	0.04952	20	<0.0001



Gambar 4.4. Grafik Hubungan antara log hambatan terhadap log intensitas LDR

Fungsi linier plot di atas adalah $\log R = (5.44 \pm 0.03) - ((0.92 \pm 0.03)(\log E))$, dimana E adalah intensitas cahaya. Fungsi linier dari log intensitas dan log hambatan menunjukkan bahwa kalibrasi yang dilakukan telah sesuai dengan informasi pada datasheet LDR. Nilai tegangan keluaran pada pembagi tegangan jika diplot dengan intensitas sebagai variabel bebasnya tampak seperti grafik berikut.



Gambar 4.5. Grafik Hubungan v_{out} LDR terhadap intensitas LDR

4.1.4. Pengujian Relay

Pengujian rangkaian relay dilakukan dengan memberikan tegangan pada basis transistor C945 sehingga jika transistor aktif maka relay akan aktif. Relay memiliki dua keadaan yaitu NO (Normally Open) dan NC (Normally Close), apabila sensor aktif maka keadaan relay NC. Pengujian relay dilakukan dengan menggunakan LED yang terhubung ke salah satu kaki relay.

4.1.5. Pengujian Kipas

Pengujian dilakukan dengan menggunakan rangkaian Kipas yang telah dibuat. Kemudian, diberikan inputan nilai high(1) atau low(0). Selanjutnya dilihat pada kipas tersebut apakah kipas berputar sesuai dengan nilai input yang diberikan.

4.1.6. Pengujian Pompa

Pengujian dilakukan dengan menggunakan rangkaian pompa sprayer yang telah dibuat. Kemudian, diberikan inputan nilai high(1) atau low(0). Selanjutnya dilihat pada pompa sprayer apakah air mengalir sesuai dengan nilai input yang diberikan.

4.1.7. Pengujian *Grow Led*

Pengujian dilakukan dengan menggunakan rangkaian grow led yang telah dibuat. Kemudian, diberikan inputan nilai high(1) atau low(0). Selanjutnya dilihat grow led tersebut apakah grow led menyala sesuai dengan nilai input yang diberikan.

4.1.8. Pengujian I2C LCD 16x2

Pengujian dilakukan dengan menggunakan kode program sederhana 'Hello World' untuk menampilkan text pada LCD. Selanjutnya dilihat LCD tersebut apakah tulisan 'Hello World' dapat terbaca pada layar LCD.

4.2. Pengamatan Budidaya Sawi

Pengamatan data yang dilakukan di greenhouse milik BPTP Kalteng akan dibahas mulai dari suhu, kelembapan udara, hingga kinerja perangkat untuk menjalankan sistem sehingga mampu meningkatkan kinerja *greenhouse*.

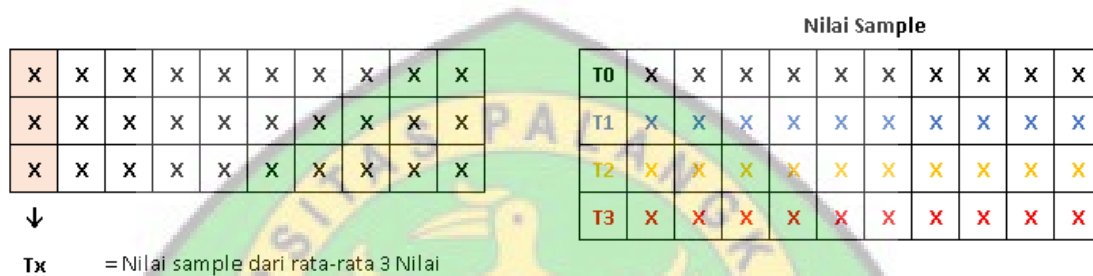
Hasil pengamatan budidaya sawi (*Brassica Juncea L.*) diambil selama 40 hari pada tanggal 16 September 2020 – 25 Oktober 2020 dimana bibit sawi disemai pada tanggal 16 September 2020 dan di panen pada tanggal 25 Oktober 2020. Seluruh alur penanaman dilakukan di dalam greenhouse yang sudah mengaplikasikan rangkaian sistem smart greenhouse hidroponik. Sistem berjalan selama ± 9 hari aktif dan 1 hari non aktif (selama masa migrasi fase tanam).

Pengamatan data sample diambil setiap 10 hari saat sawi mengalami pindah fase tanam, pengamatan dilakukan terhadap empat sample perlakuan budidaya sawi dimana pengamatan tinggi tanaman diukur pada 9 HSS, 19 HST, 19 HST dan 29 HST sedangkan pengamatan diameter dan berat basah tanaman diukur pada 19 HST, 19 HST dan 29 HST dengan keterangan sebagai berikut :

T₀ = Budidaya Tanpa Perlakuan (Kontrol)

T₁ = Budidaya dengan Perlakuan Iklim

- T₂ = Budidaya dengan Perlakuan Grow LED
 T₃ = Budidaya dengan Perlakuan Keseluruhan Sistem
 9 HSS = 9 Hari Setelah Semai (Hari ke-10 setelah bibit di semai)
 9 HST = 9 Hari Setelah Tanam (Hari ke-10 setelah pindah tanam)
 19 HST = 19 Hari Setelah Tanam (Hari ke-20 setelah pindah tanam)
 29 HST = 29 Hari Setelah Tanam (Hari ke-30 setelah pindah tanam / Hari Panen)



Gambar 4.6. Teknik Pengambilan Sample

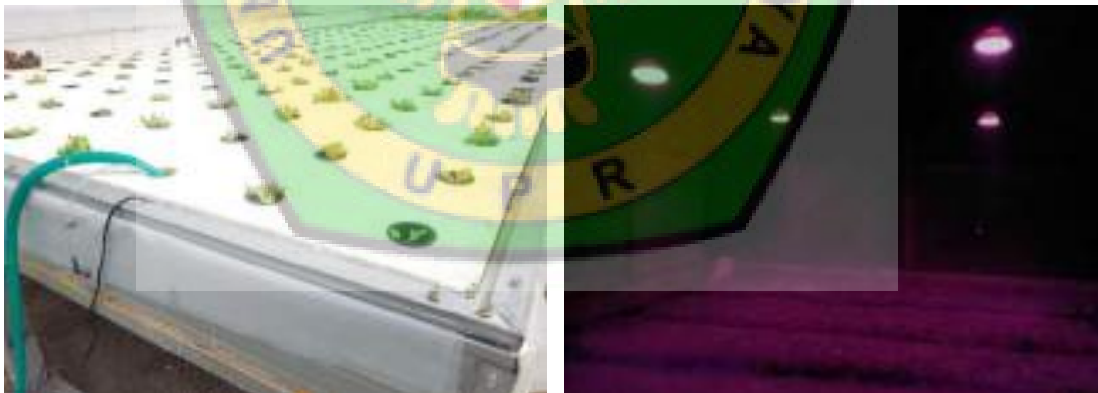
Pengamatan sample dilakukan terhadap 30 lubang tanam berukuran 3x10 lubang untuk setiap perlakuan, nilai sample yang diambil merupakan nilai rata-rata dari 3 lubang sehingga didapatkan 10 nilai sample sebagai parameter perbandingan.

Budidaya sawi dimulai dengan melakukan penyemaian biji pada sore hari pada tanggal 16 september 2020 dengan memasukkan 1 butir biji pada potongan *rockwool* berukuran 3x3cm. untuk kemudian disebar pada 200 lubang tanam terbagi menjadi 4 wilayah dengan 50 lubang tanam ukuran 5x10 lubang untuk setiap perlakuan. Selama penyemaian *rockwool* akan dijaga tetap basah menggunakan pupuk ABMix dengan nilai 500ppm.



Gambar 4.7. Sawi (kontrol) Usia Tanam 5 HSS

Setelah penyemaian selama 9 hari masa tanam, maka bibit sawi yang mengalami perkecambahan dan menumbuhkan sedikitnya 3 daun dan akar sejati akan dipindahkan pada net pot untuk kemudian dipindah tanam pada sistem hidroponik. Pada tahap ini konsentrasi aerator ditingkatkan menjadi 700ppm-900ppm secara bertahap pada usia 1 HST sampai dengan 9 HST.



Gambar 4.8. Sawi (kontrol) Usia Tanam 4 HST, Grow LED menyala saat Gelap

Setelah dipindah tanam dan sawi tumbuh selama 9 Hari Setelah Tanam, sawi telah siap untuk menerima konsentrasi pupuk ABMix yang lebih tinggi, fase ini disebut dengan fase pembesaran sawi dimana konsentrasi air nutrisi dinaikkan menjadi 1200ppm.



Gambar 4.9. Sawi (S_3) Usia Tanam 12HST (kiri), 19 HST (kanan)

Setelah fase pembesaran 19 Hari Setelah Tanam, sawi telah siap fase pendewasaan sawi atau masa kontrol siap panen, dimana konsentrasi air nutrisi tetap pada 1200ppm. Pada fase ini sawi akan menjalani masa tumbuh selama 9 hari hingga mencapai usia 29 HST untuk kemudian sawi dipanen pada tanggal 25 Oktober 2020.



Gambar 4.10. Sawi (S_3) Usia Tanam 23HST (kiri), 29 HST (kanan)

4.2.1. Pengamatan Tinggi Tanaman

Pengamatan dilakukan terhadap perkembangan tinggi tanaman sawi, rata-rata perkembangan tinggi tanaman (cm) Sawi (*Brassica Juncea L.*) terhadap empat perlakuan (data pengamatan dapat dilihat pada Tabel Lampiran) menunjukkan bahwa penggunaan berbagai macam perlakuan optimasi pada *greenhouse* budidaya sawi hidroponik berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman (cm). Hasil pengamatan rata-rata tinggi tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Rata-rata Perkembangan Tinggi Sawi Terhadap Perlakuan

Perlakuan → Tinggi (cm)	Usia Tanam			
	9 HSS	9 HST	19 HST	29 HST
H₀	3.6	9.5	15.1	21.1
H₁	3.9	10.2	16.2	22.8
H₂	5.8	15.0	23.4	33.1
H₃	5.7	13.9	22.7	31.5



Gambar 4.11. Grafik Pengamatan Tinggi Sawi Terhadap Perlakuan

Hasil visualisasi melalui grafik di atas dapat dilihat pengaruh sistem *smart greenhouse* terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pada budidaya sawi hidroponik dengan perlakuan berbeda pada setiap pengujian. Dimana ketika data pengamatan dibandingkan dengan variabel kontrol H₀ terlihat peningkatan perkembangan tinggi sawi selama masa tanam seperti yang di tampilkan pada Tabel 4.5 dimana pada tabel Perlakuan Iklim (H₁) memiliki margin rata-rata peningkatan 107.7% terhadap Kontrol (H₀), Perlakuan *Grow Led* (H₂) memiliki margin rata-rata peningkatan 157.7% terhadap Kontrol (H₀) dan Perlakuan Keseluruhan Sistem (H₃) memiliki margin rata-rata peningkatan 150.6% terhadap Kontrol (H₀).

4.2.2. Pengamatan Berat Basah Tanaman

Pengamatan dilakukan terhadap perkembangan berat basah sawi, rata-rata perkembangan berat basah (gr) Sawi (*Brassica Juncea L.*) terhadap empat perlakuan (data pengamatan dapat dilihat pada Tabel Lampiran) menunjukkan bahwa penggunaan berbagai macam perlakuan optimasi pada *greenhouse* budidaya sawi hidroponik berpengaruh terhadap pertumbuhan berat basah (gr). Hasil pengamatan rata-rata berat basah tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.6. Pengamatan hanya dilakukan pada periode 9 HST, 19 HST dan 29 HST dikarenakan perkembangan akar berada pada masa ranum, sehingga apabila pengukuran dilakukan dapat beresiko merusak akar sawi saat tanaman dipisahkan dari wadah tanam.

Tabel 4.6. Rata-rata Perkembangan Berat Basah Sawi Terhadap Perlakuan

Perlakuan → Berat (gr)	Usia Tanam			
	9 HSS	9 HST	19 HST	29 HST
W ₀	0	81.1	126.9	179.2
W ₁	0	89.6	146.1	203.5
W ₂	0	150.3	245.6	344.6
W ₃	0	178.5	285.7	402.2



Gambar 4.12. Grafik Pengamatan Berat Basah Sawi Terhadap Perlakuan

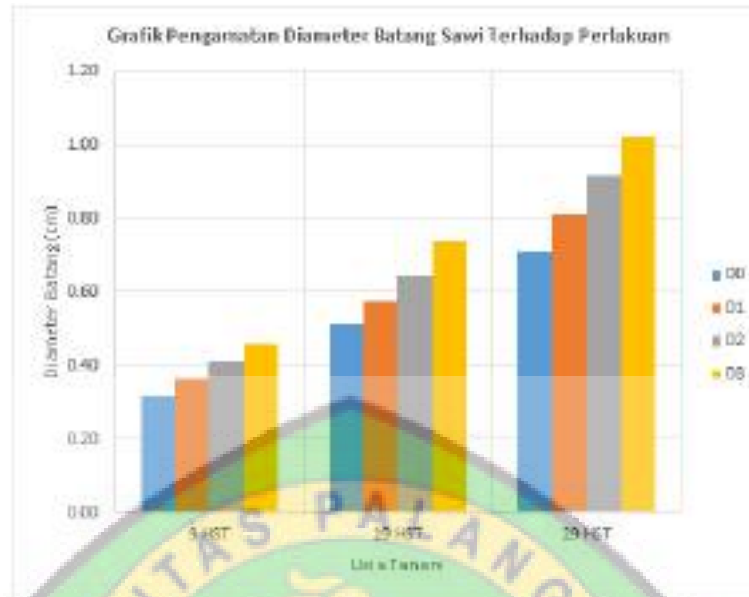
Hasil visualisasi melalui grafik di atas dapat dilihat pengaruh sistem *smart greenhouse* terhadap pertumbuhan berat basah tanaman pada budidaya sawi hidroponik dengan perlakuan berbeda pada setiap pengujian. Dimana ketika data pengamatan dibandingkan dengan variabel kontrol W_0 terlihat peningkatan perkembangan berat basah sawi selama masa tanam seperti yang di tampilkan pada Tabel 4.6 dimana pada tabel Perlakuan Iklim (W_1) memiliki margin rata-rata peningkatan 113.1% terhadap Kontrol (W_0), Perlakuan *Grow Led* (W_2) memiliki margin rata-rata peningkatan 190.4% terhadap Kontrol (W_0) dan Perlakuan Keseluruhan Sistem (W_3) memiliki margin rata-rata peningkatan 223.2% terhadap Kontrol (W_0).

4.2.3. Pengamatan Diameter Batang Tanaman

Pengamatan dilakukan terhadap perkembangan diameter batang sawi, rata-rata perkembangan diameter batang (cm) Sawi (*Brassica Juncea L.*) terhadap empat perlakuan (data pengamatan dapat dilihat pada Tabel Lampiran) menunjukkan bahwa penggunaan berbagai macam perlakuan optimasi pada *greenhouse* budidaya sawi hidroponik berpengaruh terhadap pertumbuhan diameter batang (cm). Hasil pengamatan rata-rata diameter batang tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.5. Pengamatan hanya dilakukan pada periode 9 HST, 19 HST dan 29 HST dikarenakan perkembangan batang berada pada masa ranum, sehingga apabila pengukuran dilakukan dapat beresiko merusak batang.

Tabel 4.7. Rata-rata Perkembangan Diameter Batang Sawi Terhadap Perlakuan

Perlakuan → Diameter (cm)	Usia Tanam			
	9 HSS	9 HST	19 HST	29 HST
D₀	0	0.31	0.51	0.71
D₁	0	0.36	0.57	0.81
D₂	0	0.41	0.64	0.92
D₃	0	0.46	0.74	1.02



Gambar 4.13. Grafik Pengamatan Diameter Batang Sawi Terhadap Perlakuan

Hasil visualisasi melalui grafik di atas dapat dilihat pengaruh sistem *smart greenhouse* terhadap pertumbuhan diameter batang tanaman pada budidaya sawi hidroponik dengan perlakuan berbeda pada setiap pengujian. Dimana ketika data pengamatan dibandingkan dengan variabel kontrol D_0 terlihat peningkatan perkembangan diameter batang sawi selama masa tanam seperti yang di tampilkan pada Tabel 4.5 dimana pada tabel Perlakuan Iklim (D_1) memiliki margin rata-rata peningkatan 114.5% terhadap Kontrol (D_0), Perlakuan *Grow Led* (D_2) memiliki margin rata-rata peningkatan 128.8% terhadap Kontrol (D_0) dan Perlakuan Keseluruhan Sistem (D_3) memiliki margin rata-rata peningkatan 145.0% terhadap Kontrol (D_0).

4.3. Pengamatan Sistem

Data pengamatan kinerja sistem terhadap optimasi *Smart Greenhouse* milik BPTP Kalteng diambil pada 5 November 2020, data diambil berupa, suhu, kelembapan udara, nilai intensitas cahaya dan seberapa efektif sistem mampu melakukan optimasi atau menjaga parameter tercap pada nilainya.

Tabel 4.8. Pengamatan Kinerja Sistem

Jam	Temp C	Humid %	Dark %	Fan In	Fan Out	LED	Sprayer
10:20	28	87	78	OFF	OFF	OFF	OFF
10:30	29	86	78	OFF	OFF	OFF	OFF
10:40	29	87	79	OFF	OFF	OFF	OFF
10:50	29	85	80	OFF	OFF	OFF	OFF
11:00	30	88	81	OFF	OFF	OFF	OFF
11:10	30	87	82	OFF	OFF	OFF	OFF
11:20	31	86	83	ON	OFF	OFF	OFF
11:30	31	84	84	ON	OFF	OFF	ON
11:40	30	88	82	OFF	OFF	OFF	OFF
11:50	30	88	85	OFF	OFF	OFF	OFF
12:00	30	87	86	OFF	OFF	OFF	OFF
12:10	31	86	87	ON	OFF	OFF	OFF
12:20	31	84	88	ON	OFF	OFF	ON
12:30	32	82	89	ON	OFF	OFF	ON
12:40	31	85	91	ON	OFF	OFF	OFF
12:50	31	85	90	ON	OFF	OFF	OFF
13:00	31	84	88	ON	OFF	OFF	ON
13:10	30	87	89	OFF	OFF	OFF	OFF
16:20	30	86	76	OFF	OFF	OFF	OFF
16:30	30	85	68	OFF	OFF	OFF	OFF
16:40	30	85	62	OFF	OFF	ON	OFF
16:50	30	85	63	OFF	OFF	ON	OFF
17:00	31	84	66	ON	OFF	OFF	ON
17:10	30	87	67	OFF	OFF	OFF	OFF
17:20	29	86	64	OFF	OFF	ON	OFF
17:30	28	85	56	OFF	OFF	ON	OFF
17:40	28	85	41	OFF	OFF	ON	OFF
17:50	29	84	37	OFF	OFF	ON	ON
18:00	28	85	28	OFF	OFF	ON	OFF
18:10	28	86	16	OFF	OFF	ON	OFF
18:20	28	87	10	OFF	OFF	ON	OFF
18:30	27	88	8	OFF	OFF	ON	OFF
18:40	27	89	6	OFF	OFF	ON	OFF
18:50	26	89	2	OFF	OFF	ON	OFF
19:00	26	89	2	OFF	OFF	ON	OFF
20:20	26	88	2	OFF	OFF	ON	OFF
20:30	26	89	2	OFF	OFF	ON	OFF
20:40	26	91	2	OFF	OFF	ON	OFF
20:50	26	90	2	OFF	OFF	ON	OFF
21:00	26	91	2	OFF	OFF	ON	OFF
21:10	25	92	2	OFF	OFF	ON	OFF
	Temp	Humid	Dark	Fan IN	Fan Out	Grow LED	Pump
	Cnt <25	Cnt <85	Cnt <65	Cnt ON	Cnt ON	Cnt ON	Cnt ON
	0	6	19	9	0	19	6
	Cnt >30	Cnt >94		Cnt OFF	Cnt OFF	Cnt OFF	Cnt OFF
	9	0		32	41	22	35

Pada tabel pengamatan diatas dapat disimpulkan saat terjadi kenaikan suhu hingga pengukuran lebih dari 30C kipas penyedot akan aktif untuk berusaha menurunkan suhu dengan mengambil udara dari luar ruangan dan akan kembali mati saat suhu sudah kembali berada dinilai $\leq 30C$, saat kelembaban udara terjadi penurunan hingga pengukuran kurang dari 84% sprayer akan aktif untuk menyemprotkan air pada modul hidroponik di dalam *greenhouse* untuk berusaha kembali meningkatkan nilai kelembaban udara di dalam ruangan *greenhouse* dan akan mati saat hingga $\geq 84\%$.

Terdapat beberapa kondisi yang membuat alat tidak dapat bekerja dengan sempurna seperti pada jam 12:10 suhu terbaca pada nilai 31C dan kipas penyedot aktif namun tidak terjadi penurunan suhu melainkan nilai suhu meningkat pada 12:30 ke nilai 32C, hal ini terjadi karena suhu di luar *greenhouse* lebih panas atau paparan panas matahari cukup terik sehingga sistem tidak mampu mengendalikan suhu dengan baik, hal ini dapat terbantu dengan kondisi kelembapan udara di dalam *greenhouse* dan sprayer yang aktif dapat membantu menurunkan suhu hingga *greenhouse* dapat kembali pada kondisi optimal pada 13:10.

Terdapat kondisi saat *greenhouse* tertutup awan sehingga intensitas cahaya matahari di dalam *greenhouse* mencapai nilai kurang dari 65% sehingga grow led menyala, selanjutnya setelah matahari terbenam sistem berjalan dengan konstan pada parameter optimal hingga akhir pengamatan pukul 21:10.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan adalah pernyataan singkat, jelas, dan sistematis dari keseluruhan hasil analisis, pembahasan, dan pengujian hipotesis dalam sebuah penelitian. Saran adalah usul atau pendapat dari seorang peneliti yang berkaitan dengan pemecahan masalah yang menjadi objek penelitian ataupun kemungkinan penelitian lanjutan. Berikut ini adalah merupakan kesimpulan dan saran dari hasil yang di dapatkan oleh peneliti :

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Membangun desain *Smart Greenhouse* dengan menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler yang mengatur beberapa sensor untuk menciptakan suatu kondisi optimal dalam budidaya tanaman sawi (*brassica juncea l.*).
2. Tujuan penelitian dilakukan adalah untuk melakukan optimasi sistem cara kerja pada *greenhouse* budidaya sawi secara hidroponik dengan melakukan rekayasa iklim dalam masa pertumbuhan serta rekayasa fotosintesis dengan menggunakan *grow LED* untuk mempersingkat masa panen dan meningkatkan hasil panen, dalam hal ini sampel data yang diambil dari *greenhouse* konvensional pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian yang juga merupakan pusat pengkajian teknologi yang dapat diaplikasikan pada pertanian.
3. *Prototype Smart Greenhouse* budidaya sawi hidroponik berbasis arduino dapat memberikan kemudahan untuk menjaga kondisi optimal pada masa budidaya sawi seperti kelembapan udara dan suhu udara, menjaga kondisi etiolasi dan merangsang fotosintesis selama tanaman sawi tidak mendapatkan paparan sinar matahari yang cukup dengan *grow LED*.

4. *Prototype Smart Greenhouse* budidaya sawi hidroponik berbasis arduino dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman C pada Arduino IDE yang dieksekusi oleh Arduino Uno untuk menjalankan sistem.
5. Pemaparan Grow LED pada budidaya tanaman sawi hidroponik dengan rekayasa iklim mampu meningkatkan hasil panen, walaupun tidak signifikan namun diharapkan dapat dikembangkan kedepannya.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, banyak ditemukan kekurangan yang menjadi bahan evaluasi untuk peneliti selanjutnya. Berikut ini saran yang di paparkan oleh peneliti :

1. Prototype ini bisa ditambahkan dengan sensor lain yang bisa untuk menambah daya kerja dari alat ini.
2. Alat ini dapat di tambahkan Solar Panel yang lebih besar agar pengisian daya lebih cepat dan penangkapan sinar matahari lebih maksimal untuk mensuplai daya aki ataupun powerbank.
3. Alat ini juga bisa ditambahkan dengan pada bagian program nya dengan mode sleep time untuk menghemat pemakaian daya yang cukup besar serta untuk memperpanjang umur sensor agak tidak 24 jam aktif terus, tapi di berikan jeda dan mode mati/hidup secara otomatis.
4. Alat ini juga bisa di tambah dengan sensor solar radiasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinata, Yuwono Marta. 2015. *Arduino Itu Mudah*. Jakarta: PT. Alex Media Komputindo.
- Istiyanto, Jazi Eko. 2014 *Pengantar Elektronika Dan Instrumentasi: Pendekatan Project Arduino*. Yogyakarta: Andi.
- Lumbanraja, Parlindungan. 2013. *Pertanian Organik*. Universitas HKBP Nomensen
- Prasetyo, J., D.Wicaksono. 2019. *Desain Alat Pemacu Pertumbuhan dan Produktivitas Sayuran Berbasis Sonic Bloom dan Cahaya Monokromatik*. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. Vol.7. No.1
- Nathania, B., I.M. Sukewijaya, dan N.W.S. Sutari. 2012. “Pengaruh Aplikasi Biourin Gajah terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Hijau”. *E-Jurnal Agroteknologi Tropika*
- Renिताuli, D. 2011. *Uji Kemiringan Talang Sistem Fertigasi Hidroponik Nft (Nutrient Film Technique) Pada Budidaya Tanaman Sawi (Brassica rapa var. parachinensis L.)*. Skripsi Universitas Sumatera Utara. Medan
- Sari, D. I. 2013. “*Vertical Farming* Konsep Tanaman Masa Depan”. Seminar Studi Futuristik. Perencanaan Wilayah dan Kota. ITB. Bandung.
- Setiawan, Purwadaria, Widodo. 2011. *Designing Temperature Control System for Mushroom Cultivation*. Teknik Pertanian Vegetatif. Bogor
- Triadiati, A.A. Pratama, dan S. Abdurachman. 2012. “Pertumbuhan dan Efisiensi Penggunaan Nitrogen pada Sawi dengan Pemberian Pupuk Urea Berbeda”. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*.
- Wahyudi. 2010. *Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran*. Agromedia Pustaka. Jakarta.