

**Rancang Bangun *Prototype Smart Greenhouse* Hidroponik untuk
Pertumbuhan *Wheatgrass* berbasis IoT (*Internet of things*)**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Zahid Abdillah Izzudien Al Jundi

220341045



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE SMART GREENHOUSE*
HIDROPONIK UNTUK PERTUMBUHAN *WHEATGRASS* BERBASIS
*IOT (INTERNET OF THINGS)***

Oleh:

Zahid Abdillah Izzudien Al jundi
220341045

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 20 Agustus 2025

Disetujui,

Pembimbing I,



Dr. Noval Lilansa, Dipl.Ing(FH), M. T.
NIP 197111231995121001

Pembimbing II



Ridwan, S.ST., M.Eng.
NIP 197806122001121002

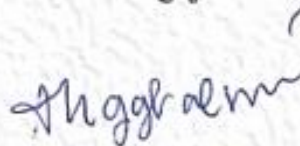
Penguji I,



Nur Wisma Nugraha,
S.T., M.T.
NIP 197406092003121002

Disahkan,

Penguji II



Anggraeni Mulyadewi,
S.Si. M.T
NIP 199612172024062002

Penguji III



Rizqi Aji Prafama,
M.Pd.
NIP 199110272022031005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Zahid Abdillah Izzudien Al Jundi
NIM : 220341045
Jurusan : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Program Studi : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun *Prototype Smart Greenhouse*
Hidroponik untuk Pertumbuhan *Wheatgraas*
Berbasis IoT (*Internet of things*)

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi)
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, Juli 2025
Yang Menyatakan,

Zahid Abdillah Izzudien Al Jundi
220341045

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Zahid Abdillah Izzudien Al Jundi
NIM : 220341045
Jurusan : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Program Studi : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rancang Bangun *Prototype Smart Greenhouse*
Hidroponik untuk Pertumbuhan *Wheatgraas*
Berdasarkan IoT (*Internet of things*)

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Tanpa exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 24 Juli 2025
Yang Menyatakan,

Zahid Abdillah Izzudien Al Jundi
220341045

MOTO PRIBADI

One day or day one

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, kepada-Nya kami memanjatkan pujian, memohon pertolongan, dan pengampunan. Kami berlindung kepada-Nya dari keburukan diri kami dan kejahatan perbuatan kami. Barangsiapa yang mendapat petunjuk dari Allah, tidak ada yang bisa menyesatkannya, dan barangsiapa yang tersesat, tidak ada yang bisa memberinya petunjuk. Aku bersaksi bahwa tidak ada yang berhak disembah selain Allah yang Maha Esa, tiada sekutu bagi-Nya. Aku juga bersaksi bahwa Nabi Muhammad adalah hamba dan utusan-Nya.

Berkat petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul: “Rancang Bangun *Prototype Smart Greenhouse* Hidroponik untuk Pertumbuhan *Wheatgrass* Berbasis IoT (*Internet of things*).” Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara moril maupun materil, baik langsung maupun tidak langsung, dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ridwan, S.ST., M.Eng.
2. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika Bapak Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si., M.Si.
3. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Dr. Noval Lilansa, Dipl.Ing(FH), M.T. dan Bapak Ridwan, S.S.T., M.Eng.
4. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Nur Wisma Nugraha, S. T., M. T., Bapak Rizqi Aji Pratama, M. Pd. dan Ibu Anggraeni Mulyadewi S.Si., M. T.
5. Panitia tugas akhir Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., M.T., Ibu Hilda Khoirunnisa. S.Tr.T., M.Sc.Eng., Bapak Muhammad Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc., dan Bapak Rizqi Aji Pratama, S.Pd., M.Pd.

6. Ucapan terima kasih yang istimewa saya sampaikan kepada kedua orang tua saya, Ibu Rini Handayani dan Bapak Mumuh Saiful Muhyar, yang senantiasa mendoakan, memberikan motivasi, dan melakukan pengorbanan, baik secara moril maupun materi, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Buat sahabat – sahabat saya yang selalu ada untuk bercerita, memberikan motivasi, dan memberikan afirmasi positif untuk penulis.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati memohon saran dan kritik yang konstruktif demi perbaikan dan kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandung, 24 Juli 2025

Zahid Abdillah Izzudien Al Jundi

ABSTRAK

Ketersediaan hijauan pakan ternak yang stabil menjadi tantangan di tengah perubahan iklim dan alih fungsi lahan yang berdampak pada menurunnya produktivitas lahan peternakan. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem *smart greenhouse* berbasis *Internet of things (IoT)* untuk mendukung budidaya *wheatgrass* sebagai alternatif pakan ternak berkualitas tinggi. Sistem terdiri dari sensor SHT21 untuk suhu dan kelembapan, sensor BH1750 untuk intensitas cahaya, serta RTC DS3231 dengan Arduino Mega sebagai pengendali utama dan ESP32 sebagai pengirim data ke Arduino Cloud. Pengendalian lingkungan dilakukan secara otomatis melalui kipas suhu, kipas kelembapan, *growlight*, dan pompa air. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu menjaga suhu di kisaran 24,5 hingga 26°C, kelembapan antara 60 hingga 70%, serta intensitas cahaya mendekati 2000 lux selama 12 jam per hari. Monitoring *real time* dan grafik historis pada platform cloud berjalan stabil dan akurat. Uji pertumbuhan menunjukkan *wheatgrass* dalam *greenhouse* memiliki tinggi 15,5 cm, lebih tinggi dibandingkan tanaman tanpa *greenhouse* yang hanya mencapai 13,5 cm pada hari ke-7. Sistem ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi pemantauan lingkungan, mengoptimalkan pertumbuhan *wheatgrass*, dan mendukung ketersediaan pakan ternak secara berkelanjutan.

Kata kunci: *Wheatgrass*, *Greenhouse*, Hidroponik, Mikrokontroler, *Smart Garden*, *Internet of things*, ESP32

ABSTRACT

The stable availability of forage feed for livestock remains a challenge amid climate change and land-use conversion, which have negatively affected agricultural productivity. This study designs and implements a smart greenhouse system based on the Internet of things (IoT) to support the cultivation of wheatgrass as a high-quality alternative livestock feed. The system integrates the SHT21 sensor for temperature and humidity, the BH1750 sensor for light intensity, and the RTC DS3231, with Arduino Mega as the main controller and ESP32 as the data transmitter to Arduino Cloud. Environmental parameters are controlled automatically through temperature fans, humidity fans, grow lights, and water pump. Test results show that the system is capable of maintaining temperatures between 24.5 to 26°C, humidity levels between 60 to 70 percent, and light intensity close to 2000 lux for 12 hours per day. Real time monitoring and historical data visualization on the cloud platform operate accurately and reliably. Growth tests show that wheatgrass grown in the greenhouse reached a height of 15.5 cm, which is higher compared to 13.5 cm for plants grown without a greenhouse on the seventh day. This system has proven effective in improving environmental monitoring efficiency, optimizing wheatgrass growth, and supporting sustainable livestock feed availability.

Keywords: *Wheatgrass, Greenhouse, Hydroponics, Microcontroller, Smart Garden, Internet of things, ESP32 environments.*

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| PERNYATAAN ORISINALITAS | ii |
| PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI) | iii |
| MOTO PRIBADI | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| LAMPIRAN | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| I.1 Latar Belakang | 1 |
| I.2 Rumusan Masalah | 2 |
| I.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| I.4 Tujuan dan Manfaat | 3 |
| I.5 Sistematika Penulisan..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| II.1 Tinjauan Teori | 5 |
| II.1.1 Hidroponik | 5 |
| II.1.2 Wheatgrass | 6 |
| II.1.3 Greenhouse..... | 6 |
| II.1.4 Mekatronika dalam Sistem Hidroponik | 7 |
| II.1.5 Internet of things | 7 |
| II.1.6 Sistem Kendali <i>Open loop</i> | 8 |
| II.1.7 Sistem Kendali <i>Close loop</i> | 8 |
| II.1.8 Real time Monitoring | 9 |
| II.2 Tinjauan Alat | 9 |
| II.2.1 Arduino Mega | 9 |

| | |
|---|-----------|
| II.2.2 Sensor SHT-21 | 10 |
| II.2.3 Sensor BH1750 | 11 |
| II.2.4 Real time Clock (RTC) | 11 |
| II.2.5 LCD I2C 2004A..... | 12 |
| II.2.6 Relay 5V | 13 |
| II.2.7 ESP32 MH-ET LIVE Minikit..... | 13 |
| II.2.8 Arduino IoT Cloud..... | 14 |
| II.2.9 Growlight | 14 |
| II.2.10 Kipas DC 12V | 15 |
| II.2.11 Pompa Air | 15 |
| II.2.12 DC-DC <i>Step Down</i> XL4016 | 16 |
| II.3 Studi Penelitian Terdahulu | 16 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 21 |
| III.1 Metodologi Penelitian | 21 |
| III.2 Analisis Kebutuhan Sistem | 22 |
| III.3 Gambaran Umum Sistem | 22 |
| III.4 Perancangan Mekanik | 24 |
| III.5 Perancangan Elektrik..... | 25 |
| III.6 Perancangan Sistem Kendali | 26 |
| III.6.1 Kendali Suhu (<i>Close loop</i>)..... | 27 |
| III.6.2 Kendali Kelembapan (<i>Close loop</i>)..... | 27 |
| III.6.3 Kendali Growlight (<i>Open loop</i>)..... | 28 |
| III.6.4 Kendali Pompa (<i>Open loop</i>) | 28 |
| III.7 Perancangan Sistem Informatik | 28 |
| III.8 Perancangan Antarmuka | 30 |
| III.9 Perencanaan Prosedur Pengujian..... | 31 |
| III.9.1 Pengujian Sensor | 31 |
| III.9.2 Pengujian Aktuator | 31 |
| III.9.3 Pengujian Sistem Kendali..... | 31 |
| III.9.4 Pengujian Sistem IoT..... | 32 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 38 |
| IV.1 Implementasi <i>Hardware</i> | 38 |
| IV.1.1 Pengujian Sensor | 41 |

| | |
|---|-----------|
| IV.1.2 Pengujian Aktuator..... | 45 |
| IV.2 Implementasi <i>Software</i> | 49 |
| IV.2.1 Pengujian Sistem IoT | 50 |
| IV.3 Pengujian Sistem <i>Smart Greenhouse</i> dan Perbandingan Pertumbuhan <i>Wheatgrass</i> tanpa <i>Greenhouse</i> | 53 |
| IV.3.1 Proses Penyemaian <i>Wheatgrass</i> | 53 |
| IV.3.2 Proses Penanaman <i>Wheatgrass</i> Tanpa <i>Greenhouse</i> | 54 |
| IV.3.3 Proses Penanaman <i>Wheatgrass</i> dengan <i>Greenhouse</i> | 56 |
| IV.3.4 Analisis Perbandingan Tinggi Tanaman <i>Wheatgrass</i> dengan dan Tanpa <i>Greenhouse</i> | 70 |
| BAB V PENUTUP..... | 60 |
| V.1 Kesimpulan..... | 60 |
| V.2 Saran..... | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 62 |
| LAMPIRAN..... | 67 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel II 1 Spesifikasi Arduino Mega 2560..... | 10 |
| Tabel III. 1 Fitur aplikasi Arduino Cloud | 30 |
| Tabel IV. 1 Fungsi komponen pada <i>greenhouse</i> | 39 |
| Tabel IV. 2 Hasil pengujian sensor suhu SHT21 | 42 |
| Tabel IV. 3 Hasil pengujian sensor kelembapan SHT21 | 43 |
| Tabel IV. 4 Data rata-rata suhu dan kelembapan..... | 53 |
| Tabel IV. 5 Tinggi tanaman <i>wheatgrass</i> tanpa <i>greenhouse</i> | 55 |
| Tabel IV. 6 Tinggi tanaman <i>wheatgrass</i> dengan <i>greenhouse</i> | 57 |
| Tabel IV. 7 Rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya per jam hari ke-1 | 58 |
| Tabel IV. 8 Rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya per jam hari ke-2 | 59 |
| Tabel IV. 9 Rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya per jam hari ke-3 | 61 |
| Tabel IV. 10 Rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya per jam hari ke-4 | 63 |
| Tabel IV. 11 Rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya per jam hari ke-5 | 65 |
| Tabel IV. 12 Rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya per jam hari ke-6 | 67 |
| Tabel IV. 13 Rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya per jam hari ke-7 | 69 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar II. 1 Bentuk <i>Greenhouse</i> [22]..... | 6 |
| Gambar II. 2 Diagram Sistem <i>Open loop</i> | 8 |
| Gambar II. 3 Diagram Sistem <i>Close loop</i> | 8 |
| Gambar II. 4 Arduino Mega [27]..... | 9 |
| Gambar II. 5 Sensor SHT-21 [28]..... | 10 |
| Gambar II. 6 Sensor BH1750 [29]..... | 11 |
| Gambar II. 7 <i>Real time Clock (RTC)</i> [30]..... | 12 |
| Gambar II. 8 LCD I2C | 12 |
| Gambar II. 9 Relay 5V [31] | 13 |
| Gambar II. 10 ESP32 MH-ET LIVE Minikit | 13 |
| Gambar II. 11 <i>Growlight</i> | 14 |
| Gambar II. 12 Kipas DC 12V | 15 |
| Gambar II. 13 Pompa Air..... | 15 |
| Gambar II. 14 DC-DC Step down XL4016 | 16 |
| Gambar III. 1 <i>Flowchart</i> metodologi penelitian | 21 |
| Gambar III. 2 Gambaran umum sistem..... | 23 |
| Gambar III. 3 Rangkaian mekanik keseluruhan | 24 |
| Gambar III. 4 Perancangan elektrik | 25 |
| Gambar III. 5 Diagram blok sistem kendali suhu | 27 |
| Gambar III. 6 Diagram blok sistem kendali kelembapan | 27 |
| Gambar III. 7 Diagram blok sistem kendali <i>growlight</i> | 28 |
| Gambar III. 8 Diagram blok sistem kendali pompa..... | 28 |
| Gambar III. 9 <i>Flowchart</i> perancangan sistem informatik..... | 29 |
| Gambar IV. 1 Implementasi pada panel box..... | 38 |
| Gambar IV. 2 Implementasi pada <i>greenhouse</i> | 39 |
| Gambar IV. 3 Hasil pembacaan HTC-1 dan SHT2 | 41 |
| Gambar IV. 4 Hasil pengujian sensor BH1750 ketika <i>Growlight off</i> | 44 |
| Gambar IV. 5 Hasil pengujian sensor BH1750 ketika <i>Growlight</i> aktif..... | 45 |
| Gambar IV. 6 Suhu awal <i>Greenhouse</i> | 46 |
| Gambar IV. 7 Suhu akhir <i>Greenhouse</i> | 46 |
| Gambar IV. 8 Grafik perubahan suhu pada <i>Greenhouse</i> | 46 |
| Gambar IV. 9 Kelembapan awal <i>Greenhouse</i> | 47 |
| Gambar IV. 10 Kelembapan akhir <i>Greenhouse</i> | 47 |
| Gambar IV. 11 Grafik perubahan kelembapan pada <i>Greenhouse</i> | 47 |
| Gambar IV. 12 Kondisi <i>growlight</i> dan pompa mati..... | 49 |
| Gambar IV. 13 Kondisi <i>growlight</i> dan pompa menyala setelah 5 detik | 49 |
| Gambar IV. 14 Tampilan antarmuka pada aplikasi Arduino IoT Cloud | 50 |
| Gambar IV. 15 Tampilan monitoring <i>real time</i> pada Arduino IoT Cloud..... | 51 |
| Gambar IV. 16 (a) Rata-rata suhu, (b) kelembapan dan (c) intensitas cahaya jam ke-1 | 51 |

| | |
|--|----|
| Gambar IV. 17 (a) Rata-rata suhu, (b) kelembapan dan (c) intensitas cahaya jam ke-2 | 52 |
| Gambar IV. 18 (a) Rata-rata suhu, (b) kelembapan dan (c) intensitas cahaya jam ke-3 | 52 |
| Gambar IV. 19 Tahapan proses penyemaian benih <i>wheatgrass</i> | 54 |
| Gambar IV. 20 Penanaman <i>wheatgrass</i> tanpa <i>greenhouse</i> hari ke-1 sampai ke-7 | 55 |
| Gambar IV. 21 Penanaman <i>wheatgrass</i> dengan <i>greenhouse</i> hari ke-1 sampai ke-7 | 56 |
| Gambar IV. 22 Grafik rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya hari ke-1 pada Arduino IoT Cloud | 59 |
| Gambar IV. 23 Grafik rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya hari ke-2 pada Arduino IoT Cloud | 61 |
| Gambar IV. 24 Grafik rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya hari ke-3 pada Arduino IoT Cloud | 63 |
| Gambar IV. 25 Grafik rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya hari ke-4 pada Arduino IoT Cloud | 65 |
| Gambar IV. 26 Grafik rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya hari ke- 5 pada Arduino IoT Cloud | 67 |
| Gambar IV. 27 Grafik rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya hari ke- 6 pada Arduino IoT Cloud | 68 |
| Gambar IV. 28 Grafik rata-rata suhu, kelembapan dan intensitas cahaya hari ke- 7 pada Arduino IoT Cloud | 70 |
| Gambar IV. 29 Grafik perbandingan tinggi tanaman <i>wheatgrass</i> | 71 |
| Gambar IV. 30 Perbandingan pertumbuhan <i>wheatgrass</i> pada hari ke-7 antara metode tanpa <i>greenhouse</i> (kiri) dan <i>greenhouse</i> (kanan) | 71 |

LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1 Program Arduino | 67 |
| Lampiran 2 Program MH ET LIVE ESP32 | 68 |

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perubahan iklim berdampak pada ketersediaan dan kualitas pakan ternak. Pola musim yang berubah serta berkurangnya curah hujan menyebabkan produktivitas lahan peternakan menurun sehingga kualitas hijauan pakan ternak terganggu akibat kekeringan [1]. Alih fungsi lahan yang terus berlangsung menyebabkan penyediaan hijauan pakan ternak semakin terbatas, terutama di tengah kondisi iklim yang tidak stabil. Sistem budidaya pakan ternak seperti hidroponik mulai digunakan karena dapat dilakukan di ruang terbatas dan tidak terpengaruh oleh kondisi cuaca luar [2]. *Wheatgrass* merupakan tanaman potensial untuk dikembangkan dalam sistem hidroponik sebagai pakan ternak karena memiliki keunggulan dibandingkan hijauan lainnya [3].

Wheatgrass (Triticum aestivum) adalah kecambah muda gandum yang kaya nutrisi dengan sifat antioksidan dan antimikroba. Kandungan gizinya yang tinggi dan budidayanya yang mudah menjadikan *wheatgrass* sebagai pakan hijauan alternatif yang bernilai bagi ternak. Budidaya *wheatgrass* secara hidroponik dapat memberikan kestabilan pasokan pakan sepanjang tahun tanpa tergantung pada kondisi cuaca atau tanah [4]. Penelitian oleh Saranyah Sathiaganesha, dkk [5] menunjukkan bahwa *wheatgrass* mampu meningkatkan pertumbuhan dan kualitas hasil ternak dibandingkan pakan komersial, memiliki tingkat pencernaan yang lebih baik serta dapat tumbuh cepat. keberhasilan budidaya *wheatgrass* dapat ditingkatkan dengan menjaga kondisi lingkungan tumbuh secara optimal. Parameter yang berpengaruh meliputi suhu lingkungan ideal pada kisaran 18°C hingga 26°C [6], kelembaban relatif 45% sampai 70% [7], pencahayaan dipertahankan pada tingkat intensitas sekitar 2000 lux selama rentang waktu 12 hingga 16 jam dan sistem aerasi selama 3 menit setiap 2 jam sekali [8]. Kombinasi pencahayaan LED merah dan biru diperlukan karena kedua spektrum tersebut mampu meningkatkan efisiensi fotosintesis [9].

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem *smart greenhouse* dan budidaya pakan ternak hidroponik. Penelitian oleh Fadhillah dan Marji, [10]

mengembangkan sistem monitoring dan kendali tanaman hidroponik berbasis IoT yang mampu memonitor suhu dan kelembapan namun dirancang untuk tanaman hidroponik secara umum. Penelitian oleh Zahra, dkk [11] mengembangkan *smart farming* dengan sistem IoT MQTT panel berbasis Android untuk monitoring nutrisi, cahaya, suhu, dan kelembapan, tetapi belum menggunakan sistem data logging harian. Penelitian oleh Budi, dkk [12] meneliti budidaya hidroponik *fodder* dengan masa panen 7-10 hari sebagai pakan ternak alternatif, namun belum mengintegrasikan sistem monitoring otomatis berbasis IoT. Berdasarkan kajian tersebut, penelitian yang mengkhususkan pengembangan *smart greenhouse* berbasis IoT untuk mengoptimalkan kondisi lingkungan *wheatgrass* dengan fitur monitoring *real time* dan *logging* data harian masih belum dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *prototype smart greenhouse* berbasis IoT, sebagai tindak lanjut dari penelitian sebelumnya yang telah mengidentifikasi parameter lingkungan optimal bagi pertumbuhan *wheatgrass*. Pemanfaatan teknologi IoT dalam sistem ini menjadi penting untuk memantau kondisi lingkungan secara *real time* serta merekam data rata-rata harian suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang akurat dan terukur untuk menjaga kondisi lingkungan tumbuh tetap sesuai kebutuhan *wheatgrass*, sehingga mendukung produktivitas dan kualitas hasil secara lebih optimal.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem *smart greenhouse* berbasis IoT yang mampu menjaga parameter lingkungan tumbuh *wheatgrass* sesuai dengan kebutuhan optimalnya?
2. Bagaimana merancang sistem pencatatan dan penampilan data suhu kelembapan dan intensitas cahaya setiap hari?
3. Bagaimana performa sistem *smart greenhouse* dalam menjaga stabilitas parameter lingkungan selama siklus pertumbuhan *wheatgrass*?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Pengembangan sistem berdasarkan parameter optimal *wheatgrass*.
2. Penelitian terbatas pada sistem budidaya hidroponik skala *prototype*.
3. Platform monitoring menggunakan Arduino Cloud dengan akses *real time* melalui internet.
4. Sensor yang digunakan yaitu SHT21 (suhu dan kelembaban) dan BH1750 (intensitas cahaya).

I.4 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *prototype smart greenhouse* berbasis IoT yang dapat menjaga parameter lingkungan optimal *wheatgrass* serta melakukan monitoring *real time* dan pencatatan data harian. Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan solusi teknologi budidaya *wheatgrass* yang efisien dan tidak bergantung cuaca, mengoptimalkan produksi pakan ternak melalui sistem monitoring otomatis, serta berkontribusi pada pengembangan teknologi *smart farming* berbasis IoT.

I.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN Berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA Berisi tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH Berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN Berisi hasil yang didapat, dan pembahasan atau analisa dari hasil yang didapat

BAB V PENUTUP Berisi kesimpulan dari hasil yang didapat dan saran yang dapat menjadikan hasil lebih baik