SISTEM *MONITORING* HIDROPONIK PADA TANAMAN PAKCOY DENGAN METODE *NUTRIENT FILM TECHNIQUE* (NFT) BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro

Oleh:
ZIKRIL HUDA
NIM D1021191101

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

SISTEM *MONITORING* HIDROPONIK PADA TANAMAN PAKCOY DENGAN METODE *NUTRIENT FILM TECHNIQUE* (NFT) BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro

Skripsi Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Bidang Teknik Elektro

Oleh:
ZIKRIL HUDA
NIM D1021191101



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ZIKRIL HUDA

NIM : D1021191101

menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul **"Sistem *Monitoring* Hidroponik Pada Tanaman Pakcoy Dengan Metode *Nutrient Film Technique* (NFT) Berbasis *Internet Of Things*"** tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Rujukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 23 Juli 2025

ZIKRIL HUDA
NIM. D1021191101

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186 Email: elektro@teknik.untan.ac.id Website: http://teknik.untan.ac.id

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan skripsi yang berjudul **"Sistem *Monitoring* Hidroponik Pada Tanaman Pakcoy Dengan Metode *Nutrient Film Technique* (NFT) Berbasis *Internet Of Things*"** yang ditulis oleh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Nama	: ZIKRIL HUDA
NIM	: D1021191101
Jurusan	: Teknik Elektro
Program Studi	: Teknik Elektro
Konsentrasi	: Teknik Kendali

Demikian ini menerangkan bahwa mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penulisan skripsinya.

Pontianak, 23 Juli 2025

Pembimbing Utama,

Elang Derdian Marindani. S.T., M.T.
NIP. 197203011998021001

Pembimbing Pendamping,

Dr. Ir. Bomo Wibowo Sanjaya. S.T., M.T., IPM.
NIP. 197404011999031003

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM *MONITORING* HIDROPONIK PADA TANAMAN PAKCOY DENGAN METODE *NUTRIENT FILM TECHNIQUE* (NFT) BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Program Studi Sarjana Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro

Oleh:

ZIKRIL HUDA
NIM D1021191101

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada 23 Juli 2025
dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Susunan Penguji Skripsi

Pembimbing Utama

Elang Derdian Marindani. S.T., M.T.
NIP. 197203011998021001

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Bomo Wibowo Sanjaya. S.T., M.T., IPM.
NIP. 197404011999031003

Penguji Utama

Dr. Eng. Ir. Ferry Hadary. S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197102281995121001

Penguji Pendamping

F. Trias Pontia W. S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197510012000031001

Pontianak, 23 Juli 2025
Dekan,

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya dalam penulisan. sehingga penulisan proposal skripsi yang berjudul "SISTEM *MONITORING* HIDROPONIK PADA TANAMAN PAKCOY DENGAN METODE *NUTRIENT FILM TECHNIQUE* (NFT) BERBASIS *INTERNET OF THINGS*", ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam menyelesaikan jenjang Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Pada kesempatan ini dengan segala hormat dan kerendahan hati. penulis menyampaikan terima kasih atas bantuan baik material maupun spiritual serta bimbingan yang telah diberikan dalam penulisan proposal skripsi ini kepada:

1. Bapak Prof. Dr. -Ing. Seno Darmawan Panjaitan. S.T., M.T., IPM. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
2. Bapak Elang Derdian Marindani. S.T., M.T. Selaku Kordinator Program Studi S1 Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Serta Selaku Dosen Pembimbing Utama Proposal Skripsi.
3. Bapak F. Trias Pontia W. S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. Selaku Dosen Pembimbing Akademik Serta Dosen Penguji Pendamping..
4. Bapak Dr. Ir. Bomo Wibowo Sanjaya. S.T., M.T., IPM. Selaku Dosen Pembimbing Pendamping Proposal Skripsi.
5. Bapak Dr. Eng. Ir. Ferry Hadary. S.T., M.Eng., IPM., ASEAN Eng. Selaku Dosen Penguji Utama.
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak khususnya Bidang Studi Teknik Elektro atas pengajaran bimbingan serta perhatian yang diberikan selama ini.
7. Rekan – rekan mahasiswa Teknik Elektro Angkatan 2019 dan semua pihak yang telah banyak membantu baik moral dan materi dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa keterbatasan kemampuan penulis mengakibatkan skripsi ini masih banyak kekurangan, baik dari materi maupun teknik penulisannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, Semoga proposal skripsi ini dapat bermanfaat dalam upaya memberikan sumbangan bagi ilmu pengetahuan dan kemajuan Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura khususnya pada konsentrasi Teknik Kendali.

Pontianak, 23 Juli 2025

Penulis.



Zikril Huda

NIM. D1021191101

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan dan mengimplementasikan sistem hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirancang untuk memonitor dan mengontrol kualitas nutrisi secara otomatis demi menjaga pertumbuhan tanaman yang optimal. Sistem ini mampu memonitor parameter krusial seperti pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), suhu air, suhu lingkungan, dan kelembapan lingkungan, serta memiliki kapabilitas untuk mengontrol kadar pH dan TDS dalam larutan nutrisi. Implementasi dilakukan pada budidaya tanaman pakcoy menggunakan metode hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT), yang dipilih karena kesesuaiannya dengan integrasi IoT. *Platform* yang digunakan adalah sebuah *website* yang terhubung dengan *Firebase Database,* di mana data sensor diolah oleh mikrokontroler dan dikirimkan ke *database* untuk ditampilkan secara *real-time.* Hasil pengujian menunjukkan tingkat persentase kesalahan sensor suhu air sebesar 1,53%, pH 6,31%, TDS 9,17%, suhu lingkungan 2,17%, dan kelembapan lingkungan 1,25%. Secara keseluruhan, pembacaan sensor yang digunakan dalam sistem ini menunjukkan performa yang memuaskan dalam mengukur kualitas air dan parameter lingkungan, sehingga mendukung pemeliharaan kualitas tanaman secara efektif.

Kata Kunci: Hidroponik, *Internet of Things, Monitoring*, Kontrol, Nutrisi, Pakcoy, NFT, pH, TDS, Firebase

ABSTRACT

This research develops and implements an Internet of Things (IoT)-based hydroponic system designed to automatically monitor and control nutrient quality to ensure optimal plant growth. The system is capable of monitoring crucial parameters such as pH, Total Dissolved Solids (TDS), water temperature, ambient temperature, and ambient humidity, and possesses the capability to control pH and TDS levels in the nutrient solution. The implementation was conducted on pakcoy cultivation using the Nutrient Film Technique (NFT) hydroponic method, chosen for its suitability with IoT integration. The platform utilized is a website connected to a Firebase Database, where sensor data is processed by a microcontroller and transmitted to the database for real-time display. Testing results indicate sensor error percentages of 1.53% for water temperature, 6.31% for pH, 9.17% for TDS, 2.17% for ambient temperature, and 1.25% for ambient humidity. Overall, the sensor readings used in this system demonstrate satisfactory performance in measuring water quality and environmental parameters, thereby effectively supporting plant quality maintenance.

Keywords: *Hydroponics, Internet of Things, Monitoring, Control, Nutrient, Pakcoy, NFT, pH, TDS, Firebase*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **i**
ABSTRAK ..... **iii**
ABSTRACT ..... **iv**
DAFTAR ISI ..... **v**
DAFTAR GAMBAR ..... **viii**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xii**
DAFTAR ISTILAH ..... **xiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Pembatasan Masalah 4
1.5 Sistematika Penulisan 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 Penelitian-penelitian Terdahulu 7
2.2 Hidroponik 10
2.2.1 Pengertian Hidroponik 10
2.2.2 Larutan Nutrisi Hidroponik 10
2.3 *Nutrient Film Technique* (NFT) 11
2.4 Pakcoy 13
2.5 Morfologi Tumbuhan Pakcoy 14
2.6 Syarat Tumbuh Tanaman Pakcoy 15
2.7 *Potential of Hydrogen* (pH) 15
2.8 *Total Dissolve Solid* (TDS) 16
2.9 *Internet of Things* (IoT) 16
2.10 Arduino Uno 17
2.11 ESP 32 Devkit 18
2.12 Sensor pH *(Potential of Hydrogen)* 20

2.13 Sensor TDS *(Total Dissolve Solid)* 21
2.14 Sensor Suhu DS18B20 22
2.15 Sensor Suhu DHT 22 23
2.16 Sensor Ultrasonik HC-SR04 24
2.17 Pompa Peristaltik 25
2.18 Relay Module 4 Channel 26
2.19 Arduino IDE 27
2.20 Visual Studio Code 29
2.21 Firebase 31
BAB III PERANCANGAN SISTEM *MONITORING* HIDROPONIK TANAMAN PAKCOY BERBASIS *INTERNET OF THINGS* 34
3.1 Diagram Alir Penelitian 34
3.2 Metode Penelitian 35
3.2.1 Studi Literatur 35
3.2.2 PerancanganAlat 35
3.2.3 *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) 35
3.3 Rancang Bangun Perangkat Keras 37
3.3.1 Desain Rancangan Komponen 38
3.3.2 Desain Rancangan Alat 39
3.3.3 Prosedur Kerja Sistem *Monitoring* Hidroponik 41
3.4 Desain Fisik Hidroponik 41
3.5 Rancang Bangun Perangkat Lunak 43
3.5.1 Rancangan Sistem Kendali 43
3.5.2 Rancangan Antarmuka *Website* 44
3.6 Pengujian Sistem 48
3.7 Alat Ukur 48
3.8 Variabel atau Data 49
3.9 Budidaya Tanaman 49
3.9.1 Tempat dan Waktu 49

3.9.2 Bahan dan Alat 49
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS 52
4.1 Hasil Rancang Bangun Sistem 52
4.2 Hasil Rancang Bangun *Website* 55
4.3 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 sebagai pendeteksi Suhu Air 60
4.4 Pengujian Sensor Suhu DHT 22 sebagai pendeteksi Suhu dan Kelembapan 62
4.5 Pengujian Sensor pH sebagai pendekteksi pH air 64
4.6 Pengujian Sensor TDS sebagai pendeteksi TDS (*Total Dissolved Solids)* 67
4.7 Pengujian Pompa sebagai akuator dari Sistem Hidroponik berbasis *Internet of Things* 69
4.8 Hasil Uji Coba Perekaman Data Sistem *Monitoring* Hidroponik Pakcoy berbasis *Internet of Things* 70
BAB V PENUTUP 77
5.1 Kesimpulan 77
5.2 Saran 78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Sistem NFT 12
Gambar 2. 2 Tanaman Pakcoy 14
Gambar 2. 3 Arduino Uno 17
Gambar 2. 4 Pin konektor Arduino Uno 18
Gambar 2. 5 ESP32 DevKit 19
Gambar 2. 6 Sensor pH 20
Gambar 2. 7 Sensor TDS (Total Dissolved Solids) 21
Gambar 2. 8 Sensor DS18B20 23
Gambar 2. 9 Modul DHT 22 24
Gambar 2. 10 Modul Sensor Ultrasonik HC-SR04 25
Gambar 2. 11 Pompa Peristaltik 26
Gambar 2. 12 Relay Module 4 Channel 27
Gambar 2. 13 Tampilan Arduino IDE 28
Gambar 2. 14 Tampilan Visual Code Studio 30
Gambar 2. 15 Google Firebase 32
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 34
Gambar 3. 2 Diagram Blok Perancangan Perangkat Keras 37
Gambar 3. 3 Diagram Blok Perancangan Komponen 38
Gambar 3. 4 Desain Box Peletakan Alat Sistem Monitoring Hidroponik 39
Gambar 3. 5 Tampilan Desain Box Sistem Monitoring Hidroponik 40
Gambar 3. 6 Peletakan Alat pada Sistem Monitoring Hidroponik 40
Gambar 3. 7 Prosedur Kerja Sistem Monitoring Hidroponik Berbasis IoT 41
Gambar 3. 8 Design Kerangka Hidroponik Tanpa Pipa (a) tampak belakang (b) tampak depan (c) tampak samping (d) tampak prespektif 42
Gambar 3. 9 Design Hidroponik NFT (a) tampak depan (b) tampak atas (c) tampak samping (d) tampak prespektif 42
Gambar 3. 10 Diagram Blok Closed-Loop System pada Sensor pH 43
Gambar 3. 11 Diagram Blok Closed-Loop System pada Sensor TDS 43
Gambar 3. 12 Tampilan website pada mobile (a) login website (b) halaman utama website 44

Gambar 3. 13 Tampilan *login website monitoring* hidroponik pada *dekstop* 45
Gambar 3. 14 Tampilan halaman utama *website monitoring* hidroponik pada *dekstop* 45
Gambar 3. 15 Tampilan kontrol pompa melalui *website* di *mobile* (a) dengan *status on* (b) dengan *status off* 46
Gambar 3. 16 Tampilan Data *Controlling* Pada *website* di *dekstop* 46
Gambar 3. 17 Tampilan Data *Monitoring* pada *website* di *mobile* 47
Gambar 3. 18 Tampilan Data *Monitoring* Pada *website* di *dekstop* 47
Gambar 4. 1 Hidroponik Berbasis IoT 53
Gambar 4. 2 Sistem Elektronik Alat 54
Gambar 4. 3 Antarmuka Website Pada Laptop 55
Gambar 4. 4 Antarmuka Menu Pada Laptop 56
Gambar 4. 5 Antarmuka *Firebase* Sebagai *Database* 57
Gambar 4. 6 Antarmuka *Status Controlling* (a) antarmuka pada *desktop* (b) antarmuka pada *mobile* 58
Gambar 4. 7 Antarmuka *Status Monitoring* (a) antarmuka pada *desktop* (b) antarmuka pada *mobile* 59
Gambar 4. 8 Grafik pembandingan hasil pengukuran suhu air dari sensor DS18B20 dan alat ukur suhu air 61
Gambar 4. 9 Grafik MAPE dari hasil pengukuran suhu air 61
Gambar 4. 10 Grafik pembandingan hasil pengukuran suhu dari sensor DHT22 dan alat ukur suhu 63
Gambar 4. 11 Grafik MAPE dari hasil pengukuran suhu lingkungan 63
Gambar 4. 12 Grafik pembandingan hasil pengukuran kelembapan dari sensor DHT22 dan alat ukur kelembapan 64
Gambar 4. 13 Grafik MAPE dari hasil pengukuran kelembapan 64
Gambar 4. 14 Grafik pembandingan hasil pengukuran pH dari sensor pH dan alat ukur pH 66
Gambar 4. 15 Grafik MAPE dari hasil pengukuran pH 66
Gambar 4. 16 Grafik pembandingan hasil pengukuran TDS dari sensor TDS dan alat ukur TDS 68

Gambar 4. 17 Grafik MAPE dari hasil pengukuran TDS 68
Gambar 4. 18 Hasil uji coba pengukuran dan perbandingan data Suhu Air 73
Gambar 4. 19 Hasil uji coba pengukuran dan perbandingan data TDS 74
Gambar 4. 20 Hasil uji coba pengukuran dan perbandingan data pH 74
Gambar 4. 21 Hasil uji coba pengukuran dan perbandingan data kelembapan lingkungan 74
Gambar 4. 22 Hasil uji coba pengukuran dan perbandingan data suhu lingkungan 75

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terkait 9
Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Uno 18
Tabel 2. 3 Spesifikasi ESP32 DevKit 19
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor pH 20
Tabel 2. 5 Spesifikasi Sensor TDS *(Total Dissolved Solids)* 22
Tabel 2. 6 Spesifikasi sensor suhu DS18B20 23
Tabel 2. 7 Spesifikasi DHT 22 24
Tabel 2. 8 Spesifikasi Ultrasonik HC-SR04 25
Tabel 2. 9 Spesifikasi Pompa Peristaltik 26
Tabel 2. 10 Spesifikasi Relay 27
Tabel 3. 1 Alat Ukur Parameter 48
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran sensor DS18B20 dan thermometer Suhu Air sebagai alat pendeteksi Suhu Air 60
Tabel 4. 2 Hasil pengukuran sensor DHT 22 dan alat ukur konvensional sebagai alat pendeteksi suhu lingkungan dan kelembapan. 62
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran sensor pH dan alat ukur pH sebagai alat pengukuran pH pada nutrisi 65
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran sensor TDS dan alat ukur TDS sebagai alat pengukuran TDS pada nutrisi 67
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Relay Pompa sebagai pengisian nutrisi hidroponik ... 69
Tabel 4. 6 Hasil coba perekaman data menggunakan sensor pada sistem hidroponik berbasis IoT 70
Tabel 4. 7 Hasil coba perekaman data alat ukur pada sistem hidroponik berbasis IoT 71
Tabel 4. 8 Nilai error pengukuran sensor pada hidroponik berbasis IoT 76

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A KODE PROGRAM ARDUINO A-1
LAMPIRAN B KODE PROGRAM ESP32 ..... B-1
LAMPIRAN C KODE PROGRAM WEBSITE C-1

DAFTAR ISTILAH

AB *mix*	Campuran nutrisi hidroponik yang terdiri dari dua bagian terpisah (biasanya disebut bagian A dan bagian B) yang dicampur dengan air untuk membentuk larutan nutrisi lengkap bagi tanaman.
Akuator	Perangkat mekanis yang mengubah energi (biasanya listrik, hidrolik, atau pneumatik) menjadi gerakan, digunakan untuk mengontrol atau memanipulasi suatu sistem.
Analog	Sinyal atau data yang bervariasi secara kontinu seiring waktu, merepresentasikan nilai fisik secara proporsional.
API	*(Application Programming Interface)* Seperangkat definisi dan protokol yang memungkinkan dua perangkat lunak berkomunikasi satu sama lain.
Arduino	Platform elektronik *open-source* yang terdiri dari papan mikrokontroler dan lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE) untuk membuat prototipe perangkat elektronik.
Budidaya	Kegiatan terencana dalam memelihara dan mengembangkan organisme (tanaman atau hewan) untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.
Database	Kumpulan data yang terorganisir dan terstruktur, disimpan secara elektronik dalam sistem komputer, yang memungkinkan penyimpanan, pengambilan, dan pengelolaan data secara efisien.
Desktop	Merujuk pada komputer pribadi yang dirancang untuk penggunaan di lokasi tetap, biasanya di meja, atau antarmuka grafis utama pada sistem operasi komputer.

Digital	Sinyal atau data yang direpresentasikan dalam bentuk diskrit (biasanya biner, 0 atau 1), berbeda dengan sinyal analog yang kontinu.
ESP32	Mikrokontroler berdaya rendah yang terintegrasi dengan fungsi Wi-Fi dan Bluetooth, sering digunakan dalam aplikasi *Internet of Things.*
Firebase	Platform pengembangan aplikasi *mobile* dan *web* yang disediakan oleh Google, menawarkan berbagai layanan seperti basis data *real-time,* otentikasi, dan *hosting.*
Hidroponik	Metode bercocok tanam tanpa menggunakan tanah, di mana tanaman tumbuh dalam larutan nutrisi kaya mineral yang dilarutkan dalam air.
Hosting	Layanan yang menyediakan ruang di *server* agar situs *web* atau aplikasi dapat diakses melalui internet. Ini mencakup penyimpanan file, basis data, dan sumber daya lain yang dibutuhkan.
IDE	*(Integrated Development Environment)* Lingkungan pengembangan perangkat lunak yang menyediakan fasilitas komprehensif untuk pengembang, biasanya mencakup editor kode, kompiler/interpreter, dan debugger dalam satu aplikasi.
Interface	Titik di mana dua sistem atau entitas berinteraksi atau berkomunikasi. Dalam konteks komputasi, bisa merujuk pada User Interface (UI) atau Application Programming Interface (API).
Internet of Things (IoT)	Jaringan perangkat fisik, kendaraan, peralatan rumah tangga, dan barang-barang lain yang dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan

	teknologi lain untuk terhubung dan bertukar data melalui internet.
Larutan	Campuran homogen dari dua atau lebih zat, di mana satu zat (zat terlarut) terdispersi secara merata dalam zat lain (pelarut).
Mikrokontroler	Komputer kecil dalam satu sirkuit terpadu yang dirancang untuk mengontrol fungsi tertentu dari suatu sistem tertanam.
Mobile	Merujuk pada perangkat komputasi portabel seperti smartphone atau tablet, atau aplikasi yang dirancang untuk perangkat tersebut.
Monitoring	Proses pengumpulan dan pengamatan data secara berkelanjutan dari suatu sistem atau lingkungan untuk melacak kinerja, status, atau perubahan.
Nutrient Film Technique	Salah satu metode hidroponik di mana larutan nutrisi dialirkan dalam lapisan tipis melalui saluran dangkal di mana akar tanaman tumbuh.
Nutrisi	Zat-zat yang dibutuhkan oleh organisme untuk pertumbuhan, pemeliharaan, dan fungsi tubuh. Dalam hidroponik, merujuk pada unsur hara yang larut dalam air.
Otentikasi	Proses memverifikasi identitas pengguna atau entitas lain untuk memastikan bahwa mereka adalah orang yang mereka klaim. Ini sering melibatkan penggunaan kredensial seperti nama pengguna dan kata sandi.
Part per million (ppm)	Satuan konsentrasi yang digunakan untuk menyatakan jumlah bagian suatu zat per sejuta bagian larutan atau campuran, sering digunakan untuk mengukur konsentrasi nutrisi atau polutan.

pH	Ukuran tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, dengan skala dari 0 (sangat asam) hingga 14 (sangat basa), dan 7 sebagai netral.
Real-time	Mengacu pada sistem atau proses yang beroperasi dengan batasan waktu yang ketat, di mana respons harus diberikan dalam jangka waktu tertentu setelah suatu peristiwa terjadi. Dalam konteks data, berarti data tersedia atau diperbarui secara instan.
Real Time Database	Basis data yang dirancang untuk menangani data yang terus-menerus berubah dan menyediakannya secara instan kepada pengguna atau aplikasi, sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan pembaruan data cepat seperti IoT.
Responsif	Dalam pengembangan web atau aplikasi, merujuk pada desain yang memungkinkan antarmuka pengguna menyesuaikan diri dan berfungsi dengan baik di berbagai ukuran layar dan perangkat.
Server	Komputer atau program yang menyediakan data, layanan, atau sumber daya kepada komputer atau program lain (klien) melalui jaringan.
Software	Kumpulan instruksi, data, atau program yang digunakan untuk mengoperasikan komputer dan menjalankan tugas-tugas tertentu.
Sistem	Kumpulan komponen yang saling berinteraksi dan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu.
Total Dissolved Solids (TDS)	Ukuran jumlah total partikel padat yang terlarut dalam suatu volume air, sering digunakan sebagai indikator kualitas air atau konsentrasi nutrisi dalam sistem hidroponik.
Unsur Hara	Elemen-elemen kimia esensial yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan

	perkembangannya, seperti nitrogen, fosfor, kalium, dan mikronutrien lainnya.
User	Individu yang berinteraksi dengan sistem, perangkat lunak, atau perangkat keras.
Visual Studio Code	Editor kode sumber *open-source* yang dikembangkan oleh Microsoft, mendukung berbagai bahasa pemrograman dan dilengkapi dengan fitur *debugging,* kontrol Git, dan ekstensi.
Volume	Ukuran ruang tiga dimensi yang ditempati oleh suatu zat atau objek, atau kapasitas suatu wadah.
Website	Kumpulan halaman web dan konten multimedia terkait yang dapat diakses melalui internet dan diidentifikasi dengan alamat *URL* unik.
Wi-Fi	Teknologi jaringan nirkabel yang memungkinkan perangkat untuk terhubung ke internet atau berkomunikasi satu sama lain dalam jaringan lokal tanpa kabel.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini, lahan pertanian pada daerah perkotaan di Indonesia sudah semakin berkurang. Hal tersebut disebabkan lahan pertanian di konversi menjadi lahan industri dan menjadi lahan permukiman karena faktor ekonomi dan sosial, pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk, dan keterbatasan lahan. Akibat dari keterbatasan lahan pertanian mengakibatkan para petani beralih fungsi ke lahan non pertanian. Salah satu solusi dalam meningkatkan produktivitas tumbuhan yaitu dengan menggunakan metode hidroponik. Metode hidroponik mampu mengatasi permasalahan lahan tanam bagi para petani karena metode ini menggunakan tempat yang tidak digunakan atau kosong pada daerah perkotaan, seperti atap rumah, dinding bangunan, teras, dan balkon [1].

Hidroponik dikenal dengan istilah *soilless culture,* yaitu teknik bercocok tanam tanpa menggunakan tanah. Pemenuhan nutrisi dilakukan bersamaan dengan pemberian air (fertigasi). Sehingga bercocok tanam secara hidroponik tidak tergantung pada kondisi lahan dan ketersediaan lahan. Hidroponik dapat diaplikasikan di lahan sempit melalui teknik penanaman bertingkat (vertikultur). Selain sebagai solusi bercocok tanam di lahan sempit. Hidroponik juga banyak diaplikasikan sebagai solusi untuk mendapatkan sayuran yang segar dan aman konsumsi (non pestisida). Selain itu, nutrisi yang diberikan pada sayuran yang dibudidayakan secara hidroponik disesuaikan jumlah nya sesuai dengan jenis tanaman yang ditanam sehingga pemenuhan nutrisi tanaman dapat optimal [1].

Salah satu teknik hidroponik yang dapat digunakan yaitu sistem NFT (*Nutrient Films Technique*). Model budidaya dengan menggunakan sistem hidroponik NFT merupakan model budidaya yang dilakukan dengan meletakkan perakaran tanaman pada lapisan air yang tipis atau dangkal serta proses pemberian air dilakukan secara terus menerus. Air yang digunakan dalam model ini merupakan air yang mengandung nutrisi bagi tanaman. Air yang mengandung nutrisi akan mensirkulasikan alirannya sesuai dengan kebutuhan tanaman, sehingga perakaran

dapat berkembang di dalam larutan nutrisi karena di sekeliling perakaran terdapat larutan nutrisi yang tipis, sehingga sistem ini dikenal dengan nama *nutrient film techniques* (NFT) [1].

Tanaman Hidroponik membutuhkan pasokan air yang kaya akan nutrisi, nutrisi ini diperoleh dari unsur – unsur kimia yang terdapat di dalam larutan air seperti fosfor (P), nitrogen (N), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), sulfur (S), mangan (Mn), besi (Fe), seng (Zn), boron (B), molybdenum (Mo), dan tembaga (Cu). Larutan nutrisi adalah larutan pengganti unsur hara pada tanah dan menjadi nutrisi bagi tanaman pada masa pertumbuhan. Larutan nurtisi juga biasanya disebut dengan larutan nutrisi AB *mix*. Larutan nutrisi AB *mix* ini sudah mencakup unsur hara yang dibutuhkan tanaman pada masa pertumbuhan [2].

Pemberian larutan pada tanaman hidroponik dapat dilakukan secara terukur pada waktu tertentu atau dialirkan sepanjang hari. Namun demikian, kualitas nutrisi, pH air, dan suhu adalah aspek-aspek krusial yang memerlukan perhatian konstan demi optimalisasi pertumbuhan tanaman. Permasalahan muncul karena tingginya tingkat ketelitian yang dibutuhkan dalam memahami kondisi media. Oleh karena itu, proses pengembangan teknologi, seperti sistem pemantauan *real-time* selama 24 jam untuk kualitas nutrisi dan suhu lingkungan tanaman hidroponik, menjadi penting untuk menjawab tantangan tersebut [3].

Salah satu tanaman hortikultura yang dapat dibudidayakan dengan sistem hidroponik menggunakan metode NFT yaitu tanaman pakcoy *(Brassica rapa L).* Tanaman pakcoy merupakan salah satu jenis sayuran daun yang banyak dibudidayakan dengan sistem hidroponik. Tanaman pakcoy atau dikenal dengan nama lokal sawi sendok yang berasal dari Tiongkok. Pakcoy hidroponik memiliki prospek untuk dikembangkan karena permintaan pasar dan harga yang tinggi dibandingkan jenis sawi-sawian yang lain. Pakcoy *(Brassica rapa L.)* memiliki ciri batang yang pendek, berwarna hijau, dan berdaun lebar.

Dalam sistem hidroponik, pemilihan dan pengendalian parameter kunci seperti pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), suhu (baik larutan nutrisi pada hidroponik maupun suhu di sekitar lingkungan penelitian), serta kelembapan udara relatif menjadi esensial karena secara langsung memengaruhi ketersediaan dan

penyerapan nutrisi oleh tanaman, laju transpirasi, serta efisiensi fotosintesis. Parameter-parameter ini memerlukan pemantauan dan penyesuaian yang dinamis untuk memastikan kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman, mengingat pengaruh fundamentalnya terhadap proses fisiologis dan biokimia pada akar hingga daun. Berbeda dengan kelembapan lingkungan yang cenderung stabil dalam sistem hidroponik dan intensitas cahaya yang lebih statis setelah pengaturan awal, fluktuasi pada pH, TDS, serta suhu air nutrisi, dapat menyebabkan defisiensi nutrisi, dan stres tanaman secara cepat, sehingga penanganan yang presisi terhadapnya menjadi krusial untuk keberhasilan budidaya hidroponik.

Teknik penanaman dengan menggunakan metode hidroponik sangat bergantung terhadap nutrisi yang diberikan. Kadar nutrisi larutan yang diberikan pada tanaman pakcoy perlu dilakukan pemantauan dan pengendalian secara berkala agar nutrisi yang diperlukan oleh tanaman pakcoy tidak terganggu. Pengukuran kadar nutrisi menggunakan alat ukur dinilai kurang efektif, karena petani harus berada ditempat atau di ladang tanaman. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem kendali otomatis yang mampu mengatur serta memantau larutan nutrisi yang diperlukan bagi tanaman pakcoy agar nutrisi yang diperlukan tetap optimal. Pada penelitian ini dikembangkan sistem penanaman hidroponik menggunakan metode NFT untuk tanaman pakcoy, di dalamnya dilakukan proses otomatisasi terhadap pemantauan nutrisi tanaman pakcoy. Adapun parameter yang diukur pada penelitian ini antara lain nilai pH *(Potential of Hydrogen),* TDS *(Total Dissolve Solid),* suhu air (untuk larutan nutrisi) yang diberikan pada tanaman pakcoy serta suhu lingkungan dan kelembapan lingkungan untuk menjaga stabilitas pertumbuhan tanaman pakcoy.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas. terdapat poin-poin yang dapat diangkat menjadi rumusan masalah pada penelitian kali ini adalah:

1. Bagaimana menerapkan sistem *monitoring* dan kontrol nutrisi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memantau parameter nutrisi pH, TDS, suhu air, suhu lingkungan dan kelembapan pada sistem hidroponik dengan metode *Nutrient Film Technique* (NFT)?

2. Bagaimana sistem ini dapat mengotomasi kontrol nutrisi dan pengisian larutan nutrisi secara akurat dan responsif terhadap kebutuhan tanaman sesuai kebutuhan tanaman pakcoy dalam budidaya hidroponik?
3. Bagaimana sistem ini dapat membaca larutan nutrisi secara akurat dan responsif terhadap kebutuhan tanaman dengan acuan alat ukur konvensional dalam budidaya hidroponik?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT) berbasis *Internet of Things (*IoT) dengan fokus pada budidaya pakcoy. Secara spesifik, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan sistem *monitoring* dan kontrol IoT yang terhubung ke *website* secara *real-time,* untuk memantau dan mengontrol parameter krusial (pH, TDS, suhu air, suhu lingkungan, dan kelembapan) serta manajemen air pada budidaya hidroponik.
2. Merancang dan mengimplementasikan mekanisme kontrol untuk pengisian larutan nutrisi, yang juga dilengkapi dengan opsi pengisian manual, guna memenuhi kebutuhan spesifik tanaman pakcoy.
3. Memvalidasi akurasi pembacaan sensor IoT terhadap parameter nutrisi dan lingkungan dibandingkan dengan alat ukur konvensional, demi memastikan keandalan data sistem dalam mendukung pertumbuhan tanaman.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar ruang lingkup permasalahan tidak meluas dan pembahasan lebih terarah. maka penulis perlu memberikan batasan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini, antara lain:

1. Analisis performa sistem sensor hanya menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), tanpa melibatkan validasi tambahan seperti analisis regresi atau korelasi.
2. Penelitian ini tidak mencakup detail mengenai *sampling time* atau frekuensi pengambilan data sensor.
3. Bibit sayuran yang digunakan untuk sampel adalah tanaman pakcoy.

4. Implementasi dan pengujian sistem terbatas pada budidaya tanaman pakcoy menggunakan metode hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT).
5. Mikrokontroler yang digunakan yaitu ESP32 dan Arduino Uno.
6. Pendeteksian kadar kepekatan air nutrisi menggunakan sensor TDS.
7. Pembacaan kadar pH air nutrisi menggunakan sensor pH.
8. Pembacaan suhu nutrisi air menggunakan sensor suhu DS18B20.
9. Pembacaan suhu lingkungan menggunakan sensor suhu DHT22.
10. Pembacaan kelembapan lingkungan menggunakan sensor suhu DHT22.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dari tugas akhir ini disusun dalam lima bab yang terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI PENDUKUNG

Bab ini berisikan penjelasan mengenai teori-teori yang berkaitan dengan rancang bangun dan *monitoring* hidroponik berbasis IoT.

BAB III PERANCANGAN SISTEM *MONITORING* HIDROPONIK TANAMAN PAKCOY BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Bab ini menjelaskan tentang bahan dan alat penelitian serta metode yang berkaitan dengan perancangan skema, perangkat keras maupun perangkat lunak yang digunakan pada rancang bangun dan sistem *monitoring* hidroponik berbasis IoT.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas hasil pengujian terhadap perangkat keras dan perangkat lunak sistem serta membahas analisis data hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah di lakukan serta memuat saran guna pengembangan pada penelitian yang serupa di kemudian hari.