



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM MONITORING DAN KONTROL OTOMATIS PADA
TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS IOT**

TUGAS AKHIR

MUHAMMAD FADHIL ZARFAN

2203311086

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM MONITORING DAN KONTROL OTOMATIS PADA
TANAMAN HIDROPONIK**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Diploma Tiga

MUHAMMAD FADHIL ZARFAN

2203311086

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : MUHAMMAD FADHIL ZARFAN
NIM : 2203311086

Tanda Tangan

Tanggal

.....
: 23 Juni 2025
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Muhammad Fadhil Zarfani
NIM : 2203311086
Program Studi : Teknik Listrik
Judul Tugas Akhir : Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis pada Tanaman Hidroponik

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 24 Juni 2025
dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing I : Dezetty Monika, S.T., M.T.
(NIP. 199112082018032002)

Pembimbing II : Dr. Isdawimah, S. T., M. T.
(NIP. 196305051988112001)

Depok,
Disahkan oleh



Ketua Jurusan Teknik Elektro
Dr. Murie Dwiyaniti, S. T., M. T.
(NIP. 197803312003122002)

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga Politeknik

Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dezetty Monika, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Isdawimah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Orangtua dan keluarga penulis yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
3. Ririn Septiani, *she is my best support system*
4. Dhiky Effendi dan Septian Dwi Nugroho selaku rekan kelompok yang telah berkontribusi untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Storeman bengkel dan laboratorium yang memudahkan peminjaman alat komponen selama pembuatan alat tugas akhir.
6. Teman-teman Teknik Listrik 2022 Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan kontribusi semasa kuliah.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi pembaca dan untuk pengembangan ilmu.

Depok,

Muhammad Fadhil Zarfan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Pengelolaan sistem hidroponik secara manual memiliki banyak keterbatasan, seperti ketidaktepatan pemberian nutrisi dan keterlambatan pemantauan yang dapat menyebabkan kegagalan panen. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem monitoring dan kontrol otomatis berbasis Internet of Things (IoT) untuk mengatasi masalah tersebut. Metodologi yang digunakan adalah dengan mengimplementasikan arsitektur dual mikrokontroler ESP32 yang saling berkomunikasi menggunakan protokol nirkabel peer-to-peer ESP-NOW. Unit pertama (ESP32 Sensor) bertugas memantau enam parameter kunci, yaitu pH, TDS, suhu udara, suhu air, ketinggian air, dan intensitas cahaya, menggunakan serangkaian sensor terintegrasi. Data sensor kemudian dikirimkan ke unit kedua (ESP32 Relay) yang berfungsi untuk mengendalikan aktuator berupa pompa nutrisi dan pompa air secara otomatis berdasarkan ambang batas yang telah ditentukan, seperti nilai TDS di bawah 900 ppm. Selain itu, sistem ini diintegrasikan dengan Telegram Bot sebagai antarmuka yang memungkinkan pengguna untuk melakukan monitoring data secara real-time dan memberikan perintah kontrol manual dari jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komunikasi ESP-NOW berhasil diimplementasikan, seluruh sensor berfungsi dengan baik, dan sistem kontrol otomatis maupun manual melalui Telegram berjalan sesuai dengan rancangan. Sistem ini berhasil menjadi prototipe yang fungsional untuk meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dalam manajemen hidroponik.

Kata Kunci : ESP32, ESP-NOW, Hidroponik, IoT, Kontrol Otomatis, Monitoring Nutrisi, Otomatisasi Pertanian, Sensor pH, Sensor TDS, dan Telegram Bot.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

Manual management of hydroponic systems presents many limitations, such as inaccurate nutrient dosing and delayed monitoring, which can lead to crop failure. This study aims to design and develop an automatic monitoring and control system based on the Internet of Things (IoT) to address these issues. The methodology involves implementing a dual ESP32 microcontroller architecture that communicates using the ESP-NOW peer-to-peer wireless protocol. The first unit (ESP32 Sensor) is responsible for monitoring six key parameters: pH, TDS, air temperature, water temperature, water level, and light intensity, using a set of integrated sensors. Sensor data is then transmitted to the second unit (ESP32 Relay), which controls actuators such as nutrient and water pumps automatically based on predefined thresholds, such as TDS values below 900 ppm. Additionally, the system is integrated with a Telegram Bot as an interface that enables users to monitor data in real-time and issue manual control commands remotely. Test results show that ESP-NOW communication was successfully implemented, all sensors functioned properly, and both automatic and manual control via Telegram operated as designed. This system serves as a functional prototype to enhance efficiency and flexibility in hydroponic management.

Keywords: *Automatic Control, ESP32, ESP-NOW, Hydroponics, IoT, Nutrient Monitoring, pH Sensor, Smart Farming, TDS Sensor, Telegram Bot.*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
Kata pengantar	iv
Abstrak.....	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xii
1. Bab I Pendahuluan	13
1.1. Latar Belakang	13
1.2. Perumusan Masalah	14
1.3. Tujuan Penelitian	14
1.4. Luaran	14
2. bab II tinjauan pustaka	15
2.1. Sistem Hidroponik.....	15
2.2. Internet of Things (IoT)	16
2.3. ESP – NOW	16
2.4. ESP32 DEVKIT V1 – DOIT	17
2.5. Sensor pada Sistem Hidroponik.....	18
2.5.1. Sensor TDS (<i>Total Dissolved Solids</i>).....	18
2.5.2. Sensor pH.....	19
2.5.3. Sensor DHT22.....	19
2.5.4. Sensor DS18B20	20
2.5.5. Sensor HC-SR04	21



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5.6.	Sensor BH1750	21
2.6.	Telegram Bot.....	22
2.7.	Blynk.....	23
2.8.	Goggle Spreadsheet	24
3.	Bab III Perencanaan dan Realisasi.....	25
3.1.	Rancangan Alat	25
3.1.1.	Deskripsi Alat	27
3.1.2.	Cara kerja Alat	28
3.1.3.	Single Line Diagram	30
3.1.4.	Flowchart Sistem Hidroponik	31
3.1.5.	Flowchart Sistem Hidroponik	32
3.1.6.	Spesifikasi Alat	35
3.1.7.	Diagram Blok	36
3.2.	Realisasi Alat	36
3.2.1.	Input/Output (IO) Sistem Monitoring (ESP32 Sensor).....	37
3.2.2.	Kodingan Sistem ESP32 Relay.....	38
3.2.3.	Kodingan Sistem ESP 32 Sensor	43
3.2.4.	Tampilan data pada LCD	48
3.2.5.	Tampilan data pada telegram	50
3.2.6.	Tampilan data pada Blynk	55
3.2.7.	Tampilan data pada spreadsheet.....	56
4.	BAB IV PEMBAHASAN.....	57
4.1	Pengujian Commissioning Antar IO (Input/Output) Sensor.....	57
4.1.1.	Deskripsi pengujian.....	57
4.1.2.	Prosedur pengujian.....	57
4.1.3.	Data hasil Pengujian Commissioning IO Sensor	58

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.4.	Analisa hasil pengujian sensor	60
4.2.	Pengujian Commissioning antar Input/Output Aktuator (Pompa)...	60
4.2.1.	Deskripsi Pengujian	60
4.2.2.	Prosedur Pengujian	61
4.2.3.	Data Hasil Pengujian Commissioning IO Pompa	62
4.2.4.	Analisa Hasil Pengujian Commisioning Pompa	63
4.3.	Pengujian Fungsional Sensor TDS	63
4.3.1.	Deskripsi Pengujian	63
4.3.2.	Prosedur Pengujian	64
4.3.3.	Data Hasil pengujian	64
4.3.4.	Analisa data hasil pengujian.....	64
4.4.	Pengujian Fungsional Sensor DS18B20	65
4.4.1.	Deskripsi Pengujian	65
4.4.2.	Prosedur Pengujian	65
4.4.3.	Data hasil pengujian fungsional sensor suhu air (DS18B20066	
4.4.4.	Analisa hasil Pengujian sensor suhu air (DS18B20).....	66
4.5.	Pengujian Fungsional sensor cahaya (BH1750)	67
4.5.1.	Deskripsi pengujian.....	67
4.5.2.	Prosedur Pengujian	67
4.5.3.	Data hasil pengujian fungsional sensor cahaya (BH1750) ...	68
4.5.4.	Analisa hasil pengujian fungsional sensor cahaya (BH1750)68	
4.6.	Pengujian Fungsional Sensor kelembapan (DHT22).....	69
4.6.1.	Deskripsi pengujian.....	69
4.6.2.	Prosedur Pengujian	70
4.6.3.	Data hasil pengujian fungsional sensor DHT.....	70
4.6.4.	Analisa hasil pengujian fungsional sensor DHT	71



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.7.	Pengujian fungsional sensor Ultrasonik (HCSR-04)	71
4.7.1.	Deskripsi pengujian.....	71
4.7.2.	Prosedur pengujian.....	72
4.7.3.	Data hasil pengujian fungsional sensor Ultrasonik	72
4.7.4.	Analisa hasil pengujian fungsional sensor Ultrasonik	73
5.	BAB V KESIMPULAN	74
5.1.	Kesimpulan	74
5.2.	Saran	75
	DAFTAR PUSTAKA	76





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hidroponik	15
Gambar 2. 2 Internet Of Things.....	16
Gambar 2. 3 Protokol komunikasi ESP - NOW	17
Gambar 2. 4 ESP 32 DEVKIT DO IT	18
Gambar 2. 5 Sensor TDS	18
Gambar 2. 6 Sensor PH	19
Gambar 2. 7 Sensor DHT 22	20
Gambar 2. 8 Sensor DS18B20.....	20
Gambar 2. 9 Sensor HCSR-04.....	21
Gambar 2. 10 Sensor BH1750	21
Gambar 3. 1 Tampak depan hidroponik.....	25
Gambar 3. 2Tampilan samping hidroponik	26
Gambar 3. 3 Tampilan bentuk box panel.....	26
Gambar 3. 4 Tampilan dalam Box panel	27
Gambar 3. 5 Single line diagram	31
Gambar 3. 6 Tampilan awal Telegram BOT.....	51

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data pengujian Commissioning IO sensor	59
Tabel 4. 2 Data Pengujian commissioning Pompa	62
Tabel 4. 3 Hasil pengujian sensor TDS.....	64
Tabel 4. 4 Hasl pengujian sensor suhu (DS18B20)	66
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Fungsional Sensor cahaya	68
Tabel 4. 6 Hasil pengujian sensor DHT	70



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem budidaya tanaman tanpa tanah, atau hidroponik, merupakan metode pertanian modern yang dinilai efisien karena mampu menghemat ruang dan air, serta memungkinkan budidaya di berbagai lokasi urban yang terbatas lahan (Putra, 2020). Namun, pengelolaan sistem hidroponik secara manual masih memiliki banyak keterbatasan. Ketidaktepatan dalam pemberian larutan nutrisi, keterlambatan pemantauan parameter lingkungan seperti pH, suhu, Total Dissolved Solids (TDS), dan tinggi permukaan air sering kali menyebabkan stres pada tanaman, bahkan kegagalan panen (Rahmawati, 2021). Selain itu, keterbatasan waktu dan akses fisik menjadi hambatan dalam pemeliharaan sistem secara konsisten.

Untuk menjawab tantangan tersebut, teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan pendekatan revolusioner dalam pemantauan dan pengendalian sistem pertanian. IoT memungkinkan integrasi antara sensor, mikrokontroler, serta platform komunikasi data yang dapat bekerja secara real-time, mengontrol perangkat secara otomatis, dan memberikan notifikasi serta kontrol jarak jauh melalui antarmuka digital (Hasanah, 2020).

Dalam konteks ini, proyek Tugas Akhir ini secara spesifik memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai komponen utama. ESP32 dipilih karena memiliki konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth, prosesor dual-core, serta mendukung protokol komunikasi seperti ESP-NOW, yang memungkinkan komunikasi peer-to-peer antar mikrokontroler tanpa membutuhkan akses point atau router (Espressif Systems, 2023).

Inovasi utama dalam sistem ini adalah penggunaan dua unit ESP32. Unit pertama (ESP SENSOR) berfungsi sebagai pemantau yang membaca parameter dari sensor pH, suhu, kelembaban, TDS, intensitas cahaya, dan tinggi permukaan air. Data tersebut dikirimkan ke unit kedua (ESP RELAY) yang berfungsi sebagai

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pengendali untuk mengaktifkan pompa dan solenoid valve sesuai dengan logika sistem dan input dari pengguna. Komunikasi antar unit dilakukan menggunakan ESP-NOW, yang menjamin efisiensi pertukaran data tanpa bergantung pada infrastruktur jaringan yang kompleks. Lebih lanjut, sistem ini juga terintegrasi dengan Telegram Bot sebagai antarmuka pengguna jarak jauh. Telegram Bot memungkinkan pengguna untuk memantau status sistem dan mengontrol perangkat dengan perintah berbasis teks dari mana saja melalui smartphone (Iskandar, 2022).

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan pada Laporan ini adalah :

1. Bagaimana merancang sistem monitoring dan kontrol hidroponik otomatis untuk menjaga parameter kunci (pH, TDS, suhu, dll.)?
2. Bagaimana mengimplementasikan komunikasi nirkabel via ESP-NOW antara unit sensor dan unit kontrol?
3. Bagaimana mengintegrasikan Telegram Bot sebagai antarmuka monitoring dan kontrol manual jarak jauh?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Merancang dan membangun sistem monitoring dan kontrol otomatis untuk parameter kunci hidroponik (pH, TDS, suhu, dll.).
2. Mengimplementasikan komunikasi nirkabel antar ESP32 menggunakan protokol ESP-NOW.
3. Membangun antarmuka monitoring dan kontrol manual jarak jauh melalui Telegram Bot.

1.4. Luaran

1. Perangkat keras sistem hidroponik IoT yang fungsional.
2. Perangkat lunak (*source code*) untuk ESP32 Sensor dan ESP32 Relay.
3. Dokumen Laporan Tugas Akhir yang sistematis.

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian terhadap sistem monitoring dan kontrol otomatis berbasis IoT pada tanaman hidroponik, dapat disimpulkan bahwa sistem berhasil dibangun dan diimplementasikan sesuai dengan tujuan. Sistem ini mampu memantau enam parameter utama secara real-time, yaitu pH, TDS, suhu udara, suhu air, intensitas cahaya, dan tinggi permukaan air. Komunikasi antar mikrokontroler ESP32 menggunakan protokol ESP-NOW berjalan stabil dan efisien tanpa memerlukan jaringan internet. Sistem monitoring menampilkan data sensor secara berkala ke LCD, Telegram Bot, Blynk, dan Google Spreadsheet, memberikan fleksibilitas dan transparansi pemantauan baik secara lokal maupun jarak jauh. Sistem kontrol otomatis juga telah berjalan sesuai logika yang ditentukan, seperti aktivasi pompa nutrisi saat nilai TDS < 900 ppm, pompa air saat TDS > 1200 ppm, dan pompa larutan pH saat pH keluar dari rentang ideal 5.8–6.5. Selain itu, kontrol manual melalui Telegram Bot juga berfungsi dengan baik untuk pengujian dan override kondisi otomatis.

Secara kuantitatif, sistem menunjukkan kinerja yang memuaskan: sensor TDS mampu menaikkan konsentrasi larutan dari rata-rata 682–767 ppm menjadi 945–1054 ppm, dengan efektivitas peningkatan sekitar 38–55%. Koreksi otomatis pada sensor pH juga akurat, menjaga pH dalam rentang ideal dengan deviasi maksimal ± 0.2 . Sensor suhu air DS18B20 mencatat stabilitas dengan deviasi kurang dari ± 0.2 °C, sedangkan sensor BH1750 menunjukkan deviasi pembacaan hanya ± 5 –10 lux atau sekitar $\pm 0.6\%$. Sensor kelembapan DHT22 memiliki akurasi tinggi dengan selisih pembacaan $\pm 0.2\%$, dan sensor HC-SR04 memiliki ketelitian pengukuran tinggi dengan deviasi ± 0.5 cm dibanding pengukuran manual. Selain itu, waktu respon sistem dari pembacaan sensor hingga aktivasi pompa rata-rata kurang dari 3 detik, menunjukkan efisiensi kontrol otomatis mencapai 100% selama skenario pengujian. Dengan demikian, sistem yang dirancang telah berhasil menjadi prototipe fungsional yang meningkatkan efisiensi, akurasi, dan fleksibilitas dalam pengelolaan nutrisi tanaman hidroponik secara otomatis dan berkelanjutan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2. Saran

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem monitoring dan kontrol otomatis pada tanaman hidroponik ini, terdapat beberapa saran yang dapat menjadi bahan pengembangan lebih lanjut agar sistem semakin andal, efisien, dan siap diterapkan dalam skala lebih luas.

Pertama, pada aspek komunikasi antar ESP32, penggunaan ESP-NOW sudah terbukti efektif, namun disarankan untuk menambahkan sistem fallback seperti WiFi-based MQTT atau Blynk sebagai jalur cadangan apabila terjadi gangguan transmisi lokal. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan ketahanan sistem terhadap gangguan sinyal.

Kedua, penambahan aktuator tambahan seperti sistem pencahayaan otomatis (lampu grow light) yang dikontrol berdasarkan data sensor BH1750 dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman, khususnya dalam kondisi indoor atau minim cahaya alami. Hal ini juga membuka ruang untuk penerapan kontrol berbasis logika fuzzy atau machine learning ringan.

Ketiga, untuk menjaga akurasi jangka panjang sensor, sistem kalibrasi otomatis perlu ditambahkan terutama untuk sensor pH dan TDS yang rentan drift. Misalnya dengan menyediakan mode kalibrasi melalui Telegram Bot atau push-button lokal yang terhubung ke EEPROM.

Dengan perbaikan-perbaikan tersebut, diharapkan sistem ini dapat berkembang dari prototipe skala kecil menjadi solusi teknologi pertanian presisi yang dapat diterapkan di berbagai skala – mulai dari rumah tangga, sekolah, hingga sektor agrikultur urban komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian Pramuditya, A. S. (2023). Pengujian ESP32 Devkit V1 DOIT untuk Proyek IoT Terintegrasi. *Jurnal Sistem Komputer & Elektronika Terapan*, 11(2), 45–53.
- Fadhil, M. &. (2021). Desain Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Blynk dan ESP32. *Jurnal Teknologi IoT*, 30–37.
- Fauzi, M. S. (2022). Internet of Things untuk Monitoring Kualitas Lingkungan pada Pertanian Hidroponik Berbasis ESP32. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 10–17.
- Hasanah, A. U. (2020). Internet of Things dalam Pertanian: Transformasi Menuju Pertanian Digital di Indonesia. . *Prosiding SNPPM 2020*.
- Hidayat, S. (2022). Analisis Kinerja Pompa AC 220V dalam Sistem Irigasi Otomatis Rumah Tangga. *Jurnal Energi dan Otomasi*, 40–47.
- Iskandar, F. &. (2022). Komunikasi Data Nirkabel Antar ESP32 Menggunakan ESP-NOW pada Sistem Monitoring Tanaman Otomatis. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem*, 3(1), 1–8.
- Nugroho, Y. A. (2021). Desain Sistem Pencahayaan Otomatis Tanaman Hidroponik Menggunakan Sensor BH1750 dan Mikrokontroler ESP32. *Jurnal Inovasi Teknologi*, 23–29.
- Pratama, R. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Sensor TDS dan Arduino. *Jurnal Teknologi Agrikultur Digital*, 27–35.
- Putra, D. N. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Hidroponik Berbasis IoT untuk Urban Farming. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, 6(3), 423–430.
- Rahmatullah, F. &. (2022). Penerapan Google Spreadsheet untuk Pencatatan Otomatis Data Sensor Berbasis IoT. . *Jurnal Sistem Informasi Terapan*, 12–20.

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta