



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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI
HIDROPONIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS*
(IOT)**

Sub Judul

**PEMANTAUAN DAN PENGONTROLAN PRESISI
NUTRISI MINERAL DAN TINGKAT KEASAMAN
AIR PADA HIDROPONIK BERBASIS
MIKROKONTROLER ESP32
SKRIPSI**

MUHAMMAD BRIAN AZURA NIXON 2207421056

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATISASI
HIDROPONIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS*
(IOT)
Sub Judul**

**PEMANTAUAN DAN PENGONTROLAN PRESISI
NUTRISI MINERAL DAN TINGKAT KEASAMAN
AIR PADA HIDROPONIK BERBASIS
MIKROKONTROLER ESP32**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan untuk
Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

MUHAMMAD BRIAN AZURA NIXON

2207421056

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Brian Azura Nixon
NIM : 2207421056
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer / Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul skripsi : PEMANTAUAN DAN PENGONTROLAN PRESISI NUTRISI MINERAL DAN TINGKAT KEASAMAN AIR PADA HIDROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung cirri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 23 Juli 2026

Yang membuat pernyataan



Muhammad Brian Azura Nixon
NIM 2207421056



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Muhammad Brian Azura Nixon
NIM : 2207421056
Program Studi : Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : PEMANTAUAN DAN PENGONTROLAN PRESISI NUTRISI MINERAL DAN TINGKAT KEASAMAN AIR PADA HIDROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Rabu, Tanggal 11..., Bulan Juli, Tahun 2024 dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan Oleh

Pembimbing I : Maria Agustin, S.Kom., M.Kom. ()
Penguji I : Dr. Indra Hermawan, M.Kom. ()
Penguji II : Defiana Arnaldi, S.Tp., M.Si. ()
Penguji III : Dwi Ermawati, MT. ()

Mengetahui:

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua



Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom

NIP 197908032003122003



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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan subjudul “Pemantauan Dan Pengontrolan Presisi Nutrisi Mineral Dan Tingkat Keasaman Air Pada Hidroponik Berbasis Mikrokontroler ESP32”. Skripsi ini disusun untuk melengkapi persyaratan kelulusan Diploma IV di Teknik Informatika dan Komputer Politeknik Negeri Jakarta. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan pengalaman bagi pembaca. Dalam penyusunan skripsi ini penulis mendapatkan bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang selalu memberikan hikmat dan rahmatnya.
2. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan moral dan material.
3. Seluruh dosen dan staf di Jurusan Teknik Multimedia dan Jaringan yang telah banyak memberikan ilmu dan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses perkuliahan.
4. Rekan-rekan Teknik Multimedia dan Jaringan Angkatan 2022 Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan laporan penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kesalahan yang masih perlu diperbaiki dalam penyusunan skripsi ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk penyempurnaan laporan ini.

Depok, 23 Juli 2026

Muhammad Brian Azura Nixon



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Brian Azura Nixon
NIM : 2207421056
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer / Teknik Multimedia dan Jaringan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PEMANTAUAN DAN PENGONTROLAN PRESISI NUTRISI MINERAL DAN TINGKAT KEASAMAN AIR PADA HIDROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta Berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 28 Juni 2026



Muhammad Brian Azura Nixon
NIM 2207421056



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 mengumukkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pemantauan Dan Pengontrolan Presisi Nutrisi Mineral Dan Tingkat Keasaman Air Pada Hidroponik Berbasis Mikrokontroler Esp32

ABSTRAK

Keberhasilan budidaya tanaman hidroponik sangat bergantung pada pengelolaan air dan nutrisi mineral, khususnya parameter Total Dissolved Solids (TDS) dan tingkat keasaman (pH). Berdasarkan observasi di PT Teknologi Lokatani Indonesia, pengelolaan bak air masih rentan terhadap fluktuasi parameter yang memicu defisiensi nutrisi pada tanaman. Sistem otomatisasi konvensional seringkali mengalami masalah kelebihan dosis akibat kurang presisinya volume injeksi cairan serta ketiadaan aktuator pengaduk untuk menghomogenkan larutan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sistem hidroponik otomatis berbasis Internet of Things (IoT) secara fully autonomous menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem ini mengintegrasikan sensor pH-4502C dan sensor TDS Analog, serta lima buah pompa peristaltik dan sebuah motor DC pengaduk. Guna mencegah aktuasi tumpang tindih dan menekan risiko overshoot, mikrokontroler menjalankan algoritma Finite State Machine (FSM) dengan logika kendali sekuensial. Transmisi data ke cloud server dikelola melalui protokol MQTT agar parameter kualitas air dapat divisualisasikan pada telemetry dashboard secara real-time. Pengujian sistem difokuskan pada analisis akurasi sensor, presisi debit aktuator, tingkat homogenitas larutan, dan reliability sistem. Hasil rancang bangun ini diharapkan dapat menjaga parameter air tetap ideal untuk tanaman bayam pada rentang TDS 800–1600 ppm dan pH 6.0–7.0 secara stabil tanpa intervensi kendali manual.

Kata Kunci: ESP32, Hidroponik Otomatis, Internet of Things, Overshoot, pH, Pompa Peristaltik, TDS.



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Internet of Things (IoT).....	8
2.3 Bayam.....	9
2.4 Hidroponik.....	9
2.5 Nutrisi Tanaman	9
2.6 Motor DC.....	10
2.7 ESP32	11



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2.8	Pompa Peristaltik.....	11
2.9	Sensor pH	12
2.10	Sensor <i>Total Dissolved Solids</i> V1.0.....	12
2.11	<i>Finite State Machine</i> (FSM)	13
2.12	<i>Flowchart</i>	14
2.13	Pengujian Sistem.....	14
2.13.1	Pengujian Fungsionalitas.....	15
2.13.2	Pengujian Akurasi Sensor TDS.....	15
2.13.3	Pengujian Akurasi Sensor pH-4502C	15
2.13.4	Pengujian Keakuratan Volume Larutan.....	16
2.13.5	Pengujian Waktu Respons dan Kestabilan Sistem.....	16
2.13.6	Pengujian <i>Reliability</i>	16
BAB III METODE PENELITIAN.....		19
3.1	Rancangan Penelitian	19
3.2	Tahapan Penelitian	19
3.3	Objek Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Analisis Kebutuhan	22
4.1.1	Kebutuhan Fungsional.....	22
4.1.2	Kebutuhan Non Fungsionalitas	24
4.2	Perancangan Sistem.....	25
4.2.1	Perancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	25
4.2.2	Diagram Blok	27
4.2.3	Diagram Arsitektur Sistem.....	29
4.2.4	Diagram Alur Sistem.....	31



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.2.5	Rancangan Skematik dan Pinout.....	32
4.3	Implementasi Sistem	35
4.3.1	Implementasi Perangkat Keras.....	35
4.3.2	Implementasi Perangkat Lunak.....	39
4.3.3	Website Monitoring.....	47
4.4	Pengujian	48
4.4.1	Deskripsi Pengujian.....	48
4.4.2	Prosedur Pengujian.....	49
4.4.3	Data Hasil Pengujian.....	56
4.4.4	Analisis Data	68
BAB V	PENUTUP.....	83
5.1	Kesimpulan.....	83
5.2	Saran	84
DAFTAR	PUSTAKA	85
DAFTAR	RIWAYAT HIDUP.....	89
LAMPIRAN		90



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Motor JGA25-370	10
Gambar 2.2 ESP32	11
Gambar 2.3 Pompa Peristaltik.....	11
Gambar 2.4 Sensor pH-4502c	12
Gambar 2.5 Sensor <i>Total Dissolved Solids</i> V1.0	13
Gambar 2.6 Simbol <i>Flowchart</i>	14
Gambar 3.1 Diagram Model <i>Prototyping</i>	20
Gambar 4.1 Diagram Blok Hidroponik Otomatis	28
Gambar 4.2 Arsitektur Sistem Hidroponik Otomatis.....	29
Gambar 4.3 <i>Flowchart</i> Hidroponik Otomatis	31
Gambar 4.4 Rangkaian Perangkat Keras.....	32
Gambar 4.5 Implementasi Modul Sensor TDS Analog	36
Gambar 4.6 Implementasi Modul Sensor pH-4502C.....	36
Gambar 4.7 Rangkaian Motor DC dengan Driver L298N dan ESP32	37
Gambar 4.8 Implementasi Pompa Peristaltik.....	38
Gambar 4.9 Rangkaian <i>Casing</i>	39
Gambar 4.10 Potongan Kode Arsitektur Struktur Data	41
Gambar 4.11 Potongan Kode Inisialisasi Sistem dan Kalibrasi Sensor	43
Gambar 4.12 Potongan Kode Pemrosesan Sinyal dan Filtrasi Data	44
Gambar 4.13 Potongan Kode Logika Kendali Berbasis FSM	46
Gambar 4.14 Potongan Kode Komunikasi Data IoT dan <i>Telemetry</i>	47
Gambar 4.15 <i>Website Monitoring</i>	48
Gambar 4.16 Grafik Hasil Pengujian Fungsionalitas.....	68
Gambar 4.17 Perbandingan Sensor TDS Dan Alat Ukur.....	70
Gambar 4.18 Perbandingan Sensor pH Dan Alat Ukur	72
Gambar 4.19 Grafik Respons Waktu Pemulihan Kepekatan Nutrisi (TDS).....	77
Gambar 4.20 Grafik Respons Waktu Pemulihan Tingkat Keasaman (pH).....	77
Gambar 4.21 Hasil Pengujian Peneliti Rujukan.....	79
Gambar 4.22 TDS <i>Sensor Drift</i>	81

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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.23 pH Sensor Drift 82



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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	7
Tabel 2.2 Kategori <i>Packet Loss</i> TIPHON	17
Tabel 4.1 Kebutuhan Fungsionalitas Sistem	22
Tabel 4.2 Kebutuhan Non Fungsionalitas Sistem	24
Tabel 4.3 Kebutuhan Penelitian	26
Tabel 4.4 Rancangan <i>Pinout</i>	33
Tabel 4.5 Prosedur Pengujian Fungsionalitas	49
Tabel 4.6 Skenario Sampel Pengujian Akurasi Sensor TDS	51
Tabel 4.7 Skenario Sampel Pengujian Akurasi Sensor pH	52
Tabel 4.8 Skenario Pengujian Waktu Respons Sistem	53
Tabel 4.9 Pengujian Fungsionalitas	57
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Sensor TDS	59
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Sensor pH Air	61
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Keakuratan Volume Larutan	63
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Homogenitas Larutan	64
Tabel 4.14 Hasil Pengujian <i>System Availability</i>	66
Tabel 4.15 Hasil Pengujian <i>Packet Loss</i>	66
Tabel 4.16 Data Pengamatan <i>Sensor Drift</i> TDS	67
Tabel 4.17 Data Pengamatan <i>Sensor Drift</i> pH	67
Tabel 4.18 Perbandingan Parameter Kuantitatif Kontrol Pengaliran terhadap Risiko <i>Overshoot</i>	73
Tabel 4.19 Kalkulasi Waktu Respons Pemulihan Sistem	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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memberikan dampak yang signifikan dalam transformasi sektor pertanian melalui konsep *Smart Farming* (Fahmi et al., 2025). Implementasi IoT memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara *real-time* serta pengendalian sistem otomatis guna mengurangi risiko kesalahan manual dan meningkatkan efisiensi operasional (Karim et al., 2021).

Dalam metode hidroponik, kualitas dan kuantitas hasil panen sangat bergantung pada manajemen kualitas air, yang secara spesifik diukur melalui dua parameter krusial: tingkat kepekatan mineral atau *Total Dissolved Solids* (TDS) yang bersumber dari larutan pupuk AB Mix, dan tingkat keasaman (pH) larutan (Rizkyanto et al., 2025). Setiap jenis tanaman memiliki standar kebutuhan nutrisi dan keasaman yang berbeda-beda untuk dapat tumbuh secara maksimal. Sebagai objek sasaran dalam penelitian ini, budidaya tanaman bayam menuntut kondisi lingkungan air optimal dengan kadar TDS yang stabil pada rentang 800-1600 ppm dan nilai pH di angka 6.0 hingga 7.0 (Zakiah et al., 2025). Keseimbangan antara pH dan nutrisi ini harus senantiasa dipantau; sebab nilai pH yang dibiarkan tidak terkontrol dapat memblokir kemampuan akar dalam menyerap mineral, sehingga tanaman tetap berisiko mengalami defisiensi hara meskipun sediaan pupuknya cukup (Wati dan Sholihah, 2021). Namun, menjaga stabilitas parameter secara terus-menerus merupakan tantangan tersendiri yang menguras waktu dan tenaga, terutama pada operasional budidaya berskala komersial. Kebutuhan akan efisiensi dan kepresisian inilah yang mendorong keharusan adanya peralihan dari sistem manual menuju sistem kontrol otomatis (Wati dan Sholihah, 2021).

Kondisi ideal tersebut pada kenyataannya belum sepenuhnya terealisasi di lapangan. Hasil diskusi bersama pengelola *greenhouse* PT Teknologi Lokatani



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Indonesia mengungkapkan bahwa manajemen kualitas air masih dijalankan secara konvensional. Metode ini membebani efisiensi operasional karena pekerja diwajibkan untuk memeriksa kondisi tandon air secara langsung dari waktu ke waktu. Lebih dari itu, pencampuran nutrisi yang mengandalkan takaran manual sangat rentan terhadap *human error*, seperti terjadinya kelebihan dosis cairan kimia. Masalah ini bertambah kompleks akibat tidak adanya aktuator pengaduk; larutan nutrisi menjadi mudah mengendap, distribusi hara tidak merata, dan pembacaan kualitas air cenderung tidak stabil. Menghadapi keterbatasan operasional tersebut, pengelola Lokatani sangat membutuhkan sebuah sistem berbasis IoT yang mampu mengambil alih kendali pemantauan dan penyesuaian kualitas air secara otomatis dan terukur. Kehadiran sistem *real-time* ini diharapkan dapat merampingkan rutinitas pekerja harian sekaligus menekan angka risiko gagal panen yang dipicu oleh keterlambatan respons penanganan air.

Berbagai upaya otomatisasi untuk menjawab kebutuhan tersebut sejatinya telah banyak dilakukan pada penelitian sebelumnya, namun masih menyisakan beberapa celah kelemahan operasional dari segi instrumentasi (Muriyatmoko et al., 2023; Wati dan Sholihah, 2021; Zakiah et al., 2025). Penelitian yang dilakukan oleh Zakiah et al. (2025) mengenai alat pengaturan pencampuran nutrisi hidroponik memiliki kelemahan mendasar pada mekanisme aktuasi injeksi cairan. Sistem pada penelitian tersebut menggunakan pompa konvensional yang dipadukan dengan *water flow sensor* untuk menakar volume. Metode ini sangat rawan memicu *overshoot* karena *water flow sensor* dirancang untuk membaca debit air yang besar dan tidak presisi dalam mengukur dosis mikro (mililiter). Selain itu, pekatan nutrisi hidroponik rentan mengendap dan menyumbat turbin mekanis pada sensor aliran tersebut, sehingga menyebabkan ketidakakuratan data yang fatal. Lebih lanjut, penelitian Wati dan Sholihah (2021) mengidentifikasi kelemahan pada sistem mereka akibat ketiadaan aktuator pengaduk, di mana larutan tidak tercampur rata dan membuat sensor membaca nilai endapan yang fluktuatif. Selain masalah pada aktuator fisik, sistem pemantauan yang ada juga memiliki keterbatasan aksesibilitas, seperti pada penelitian Muriyatmoko et al. (2023) di mana data parameter hidroponik tidak dapat dipantau secara jarak jauh.



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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Untuk menutupi celah kelemahan dari penelitian-penelitian terdahulu, penelitian ini mengusulkan rancang bangun sistem pengontrolan aliran nutrisi dan pH otomatis menggunakan aktuator pompa peristaltik dan motor pengaduk. Pendekatan ini diharapkan mampu mengeliminasi masalah *overshoot* dan memastikan presisi dosis cairan kimia, sehingga parameter kualitas air dapat terjaga secara mandiri tanpa memerlukan intervensi manual yang rentan terhadap *human error*. Guna memvalidasi keandalan dan efektivitas teknologi otomasi yang diusulkan ini, performa sistem akan diuji secara langsung pada lingkungan operasional nyata di fasilitas hidroponik milik PT Teknologi Lokatani Indonesia.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang diidentifikasi, rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem kontrol aliran larutan nutrisi AB Mix dan larutan pH yang mampu mengatur volume dan laju aliran secara presisi pada sistem hidroponik?
2. Bagaimana mengembangkan mekanisme pencampuran larutan nutrisi yang dapat menghasilkan campuran yang homogen dan stabil di dalam bak air hidroponik?
3. Bagaimana kinerja sistem yang dikembangkan dalam menjaga kestabilan parameter nutrisi, khususnya nilai pH dan PPM, sesuai kebutuhan pertumbuhan tanaman hidroponik?

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang dibatasi untuk memfokuskan dan mengifisiensi waktu penelitian di antaranya yaitu:

1. Ruang lingkup pengukuran berfokus pada level kepekatan larutan (TDS Analog) dan tingkat keasaman (Sensor pH-4502C) sebagai indikator ketersediaan hara, tanpa mendeteksi jenis unsur mineral spesifik.
2. Proses koreksi menggunakan aktuator pompa peristaltik 12V untuk cairan Nutrisi A, Nutrisi B, pH Up, dan pH Down, didukung oleh motor pengaduk DC (*stirrer*) untuk mempercepat homogenitas larutan.



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3. Target parameter air dikalibrasi untuk kebutuhan tanaman bayam cabut hijau, yaitu kadar TDS 800-1600 ppm dan pH 6.0 - 7.0.
4. Pengujian sistem dilakukan pada ember air utama dengan kapasitas volume air maksimal 40 liter untuk mengukur waktu respon aktuator dan akurasi sensor.
5. Parameter yang diteliti dan dievaluasi terbatas pada pengendalian kualitas air hidroponik secara otomatis, dan tidak mencakup pengamatan, pengukuran, maupun analisis terhadap indikator pertumbuhan fisik tanaman itu sendiri.
6. Antarmuka *website* difungsikan sebagai media *telemetry dashboard* (pemantauan grafik dan data *real-time*), bukan sebagai subjek rancang bangun utama dan tidak memiliki fitur kendali *override* manual terhadap pompa.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem pengendalian aliran larutan AB *Mix* dan larutan pH ke dalam ember hidroponik secara otomatis dan terukur.
2. Mengembangkan mekanisme pencampuran larutan nutrisi yang mampu menghasilkan campuran yang homogen di dalam ember.
3. Mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan parameter akurasi pH, akurasi TDS, kestabilan pencampuran, serta waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi nutrisi yang diinginkan.
4. Mengimplementasikan algoritma kontrol yang mampu mengatur penambahan larutan AB *Mix* dan larutan pH berdasarkan nilai pH dan TDS yang terukur.
5. Mengintegrasikan sensor pH dan TDS untuk melakukan pemantauan kondisi larutan nutrisi secara *real-time*.

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Membantu menjaga kestabilan kualitas larutan nutrisi yang digunakan dalam budidaya hidroponik.



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2. Mengurangi kesalahan pencampuran nutrisi yang sering terjadi pada proses manual.
3. Mempermudah pengelolaan kualitas air tandon secara *real-time* dan akurat, sehingga dapat meminimalkan risiko kegagalan panen akibat fluktuasi parameter nutrisi sekaligus menghemat waktu serta tenaga operasional.
4. Meningkatkan efisiensi penggunaan larutan nutrisi dan larutan pengatur pH.
5. Menghemat waktu dan tenaga dalam pengelolaan nutrisi tanaman.

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan proposal penelitian ini dilakukan dengan sistematika yang terstruktur guna menjamin alur pembahasan yang sistematis, koheren, dan mudah dipahami. Adapun pembagian bab dalam laporan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab I terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penyusunan proposal.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II Menguraikan teori pendukung dan tinjauan terhadap penelitian sejenis dalam proses pengerjaan proposal ini.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab III memuat uraian mengenai perancangan sistem yang meliputi arsitektur dan *flowchart*, objek penelitian, teknologi yang digunakan, analisis sistem, serta rencana jadwal pelaksanaan penelitian. Bab ini secara khusus membahas rancang bangun sistem pengendalian nutrisi dan pH air pada hidroponik berbasis IoT.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV dibahas mengenai hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan. Hal ini mencakup analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, serta pengujian sistem dan analisis data hasil pengujian.

5. BAB V PENUTUP



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Bab V dibahas mengenai penutup yang berisi simpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran pengembangan untuk penelitian selanjutnya.

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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemantauan dan pengontrolan presisi nutrisi mineral dan tingkat keasaman (pH) air pada hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor pH-4502C, sensor TDS Analog, pompa peristaltik, dan motor pengaduk.

Melalui penelitian ini, telah berhasil dikembangkan sebuah *prototype* sistem *fully autonomous* dalam pengelolaan kualitas air dalam ember. Sistem ini terbukti mampu mengeksekusi pengaliran larutan nutrisi dan penyesuaian pH secara akurat, memastikan homogenitas cairan melalui mekanisme pengadukan mekanis, serta menyediakan fasilitas pemantauan stabilitas parameter air secara *real-time* dari jarak jauh melalui platform IoT.

Berdasarkan hasil perancangan dan serangkaian pengujian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan yang menjawab rumusan masalah sebagai berikut:

1. Sistem kontrol aliran larutan AB Mix dan cairan penyesuaian pH berhasil dirancang menggunakan aktuator pompa peristaltik 12V. Penggunaan aktuator ini terbukti mampu memberikan presisi pendosisan cairan skala mikro yang sangat tinggi dengan tingkat akurasi volume mencapai 99,98%. Tingkat keakuratan yang mendekati sempurna ini secara efektif mampu mengeliminasi permasalahan *overshoot* nutrisi maupun pH yang umumnya menjadi kelemahan utama pada implementasi pompa air konvensional.
2. Mekanisme pencampuran larutan nutrisi telah berhasil dikembangkan melalui integrasi aktuator motor pengaduk DC (*stirrer*) yang dipadukan dengan algoritma siklus kendali. Mekanisme mekanis dan komputasi ini terbukti sangat cepat dalam mencapai homogenitas larutan di dalam ember air, sehingga mencegah pembacaan sensor yang berfluktuasi akibat endapan nutrisi.
3. Kinerja sistem yang dikembangkan *reliable* dalam menjaga kestabilan parameter kualitas air secara *fully autonomous*. Sistem mampu merespons berbagai anomali dan menstabilkan air kembali pada rentang ideal tanaman



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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

bayam (TDS 800–1600 ppm dan pH 6.0–7.0) dalam waktu 1 hingga 6 menit. Kestabilan ini juga divalidasi oleh tingkat akurasi sensor TDS dan sensor pH, serta transmisi pemantauan ke *telemetry dashboard* yang berjalan tanpa henti dengan *packet loss* sebesar 0%.

5.2 Saran

Meskipun sistem telah dirancang untuk beroperasi secara optimal, masih terdapat beberapa ruang untuk pengembangan dan penyempurnaan di masa mendatang. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Peningkatan Spesifikasi Sensor: Penelitian selanjutnya dapat menggunakan sensor ion spesifik (*Ion-Selective Electrode*) untuk mengetahui komposisi rinci unsur hara makro (Nitrogen, Fosfor, Kalium) di dalam air, mengingat sensor TDS saat ini hanya membaca tingkat kepekatan padatan terlarut secara keseluruhan tanpa membedakan jenis mineral spesifik.
2. Penerapan Kecerdasan Buatan: Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengimplementasikan algoritma *Machine Learning* atau logika *Fuzzy* untuk memprediksi tren perubahan kebutuhan nutrisi berdasarkan fase umur tanaman dan fluktuasi cuaca sekitar.
3. Peningkatan Skala Implementasi: Pengujian sistem selanjutnya disarankan menggunakan tandon air utama berskala industri dengan kapasitas lebih dari 40 liter untuk menguji ketahanan aktuator pompa peristaltik dan efisiensi jangkauan motor pengaduk dalam volume air yang masif.
4. Perawatan Fisik dan Mitigasi *Sensor Drift*: Berdasarkan pengujian *reliability* jangka panjang, disarankan untuk merancang mekanisme pembersihan ujung *probe* sensor secara berkala serta mewajibkan re-kalibrasi *software* secara rutin guna mencegah pergeseran akurasi (*sensor drift*) akibat penumpukan residu kimia di dalam ember air.



DAFTAR PUSTAKA

- Aboud, M. N., dan Al-Sowdani, K. H. (2024). *Design of a Lab built Fully Automated Microfluidic Fluorometric System for Fluorescent Dye Applications*. *Pakistan Journal of Analytical & Environmental Chemistry*, 25(1), 13–21. <https://doi.org/10.21743/pjaec/2024.06.02>
- Anggoro, F. D., dan Supardi, A. (2024). RANCANG BANGUN ALAT MONITORING LEVEL PH, TDS DAN SUHU SECARA REAL TIME PADA BUDIDAYA LOBSTER AIR TAWAR BERBASIS IOT.
- Ayuningtyas, P. K., Atmodjo WP, D., dan Rachmadi, P. (2023). *Performance And Functional Testing With The Black Box Testing Method*. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 39(2), 212. <https://doi.org/10.52155/ijpsat.v39.2.5471>
- Bakhtiar, D., Purba, D. R., dan Zamdial. (2025). Tingkat Akurasi Instrumen Pengukuran pH Perairan Berbasis Internet of Things. *Tingkat Akurasi Instrumen Pengukuran PH Perairan Berbasis Internet of Things*, 8(1), 31–39. <https://doi.org/10.31764/justek.v8i1.28894>
- Escalante-Mamani, J. C., Sacoto-Cabrera, E. J., Coaquira-Castillo, R. J., Mego, L. W. U., Herrera-Levano, J. C., Concha-Ramos, Y., dan Moreno-Cardenas, E. (2025). *Design and Validation of an IoT-Integrated Fuzzy Logic Controller for High-Altitude NFT Hydroponic Systems: A Case Study in Cusco, Peru*. *Electronics*, 14(18), 3740. <https://doi.org/10.3390/electronics14183740>
- Fahmi, M. F., Laksono, D. T., dan Laksono, D. T. (2025). *Design of IoT-Based Smart Hydroponic Farming with Solar Energy for Sustainable and Precision Crop Production*. *JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences)*, 10(2), 188–199. <https://doi.org/10.54732/jeeecs.v10i2.10>
- Ginting, J. G. A., Ikhwan, S., dan Ammar, M. N. (2021). *Performance Analysis High Availability of Web Server in Cluster GKE (Google Kubernetes Engine) using Infrastructure Google Cloud Platform*. *InfoTekJar (Jurnal Nasional Informatika*

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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Dan Teknologi Jaringan), 5(2), 346–354.
<https://doi.org/10.30743/infotekjar.v5i2.3577>

Hibban, D. M., dan Surendro, K. (2026). *Unsupervised Anomaly Detection in Hospital Wastewater Effluent Using Convolutional Autoencoder*. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 12(1), 154–164.
<https://doi.org/10.20473/jisebi.12.1.154-164>

Irawan, N. D., Nurdin, S., Kusumawardhani, A., dan Izza, S. (2023). *Smart Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Efektifitas Pertumbuhan Tanaman Bayam*. *Smart Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Efektifitas Pertumbuhan Tanaman Bayam*, 5(2), 2023.
<https://doi.org/10.21067/jtst.v5i2.8747>

Karim, S., Khamidah, I. M., dan Yulianto. (2021). *Sistem Monitoring Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Arduino UNO dan NodeMCU*. *Buletin Poltanesa*, 22(1). <https://doi.org/10.51967/tanesa.v22i1.331>

Katip, I. (2025). *DESIGN OF PYTHON BASED REAL-TIME SIMULATION ENVIRONMENT FOR CONTROL APPLICATIONS* (p. 2025).

Kustanto, P., Ramadhan, B. K., dan Noe'man, A. (2024, May 31). Penerapan Metode Prototype dalam Perancangan Media Pembelajaran Interaktif. [Ubharajaya.ac.id](https://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/JSRCS/article/view/2972/1871).
<https://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/JSRCS/article/view/2972/1871>

Ma'arif, A., Setiawan, N. R., dan Rahayu, E. S. (2021). *Embedded Control System of DC Motor Using Microcontroller Arduino and PID Algorithm*. *IT Journal Research and Development*, 6(1), 30–42.
[https://doi.org/10.25299/itjrd.2021.vol6\(1\).6125](https://doi.org/10.25299/itjrd.2021.vol6(1).6125)

Maulady, A., Tohir, T., dan Baisrum. (2022). *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung* (pp. 13–14).

Maulida, M., Zahro, F., Hakim, R., dan Akbar, M. S. (2025). *PENGUJIAN BLACK BOX TESTING PADA SISTEM WEBSITE PEMESANAN ONLINE TOKO AYAM KRISPY*. *JMA*, 3(5), 3031–5220.

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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK 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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Muriyatmoko, D., Kurnia, R., Utama, S. N., dan Musthafa, A. (2023). Sistem Monitoring Jarak Jauh Kontrol pH Tanaman Selada Dengan Media Hidroponik. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 11(1), 95–102. <https://doi.org/10.32487/jtt.v11i1.1707>

Nurfiqin, L., Sari, Z., dan Sumadi, F. D. S. (2020). Analisis *Quality Of Service* (QoS) Protokol MQTT dan HTTP Pada Sistem Smart Metering Arus Listrik. *Jurnal Repositor*, 3(1). <https://doi.org/10.22219/repositor.v3i1.1084>

Pratama, A. E., Hurairah, M., dan Eliza. (2024). Otomasi Sistem Hidroponik Berbasis Mikrokontroler ESP32. *Jurnal Surya Energy*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.32502/jse.v9i1.172>

Prawira, Y., Hanum, L., dan Syaifuddin, M. (2022). *Journal of Information System and Technology Research Osase Information System In Web-Based Operation And Device Monitoring At Pt. Telkom Indonesia Arnet Witel Division Medan Program Studi Sistem Informasi, Stmik Triguna Dharma, Indonesia Corresponding Author.*

Raja, P., Kumar, Dr. S., Yadav, D. S., dan Singh, Dr. T. (2023). *The Internet of Things (IOT): A Review of Concepts, Technologies, and Applications.* *International Journal of Information Technology and Computer Engineering*, 03(32), 21–32. <https://doi.org/10.55529/ijitc.32.21.32>

Resh, H. M. (2022). *Hydroponic food production: A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower.* Crc Press/Taylor dan Francis Group, Cop.

Rizkyanto, N. B., Bustami, M. I., Saputra, C., dan Nugraha, W. (2025). Sistem Kontrol dan Monitoring Nutrisi Tanaman Hidroponik Indoor Berbasis IoT dengan Aplikasi Android. *Sistem Kontrol Dan Monitoring Nutrisi Tanaman Hidroponik Indoor Berbasis IoT Dengan Aplikasi Android*, 01(01), 6–15.

Sensor pH larutan untuk Arduino PH4502C. (2024). Ecadio.com. <https://ecadio.com/sensor-ph-meter-untuk-arduino>

TDS Sensor Meter V1.0 Modul Papan Filter Meter Air Mengukur Kualitas Air Untuk Arduino - Kutipan - KOMPONEN GNS. (2026). Gnscomponent.com.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

<https://id.gnscomponent.com/development-board/tds-sensor-meter-v1-0-board-module-water.html>

Wati, D., dan Sholihah, W. (2021). Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino.

Zakiah, S., Bintoro, A., Muthalib, M., dan Ikhwanus, M. (2025). *ALAT PENGATURAN PENCAMPURAN NUTRISI PADA TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS*.





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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Muhammad Brian Azura Nixon

Lahir pada tahun 2004, saat ini berdomisili di Jakarta. Anak Kedua dari dua bersaudara. Lulus dari pendidikan Sekolah Dasar (SD) pada tahun 2016, Sekolah Menengah Pertama (SMP) pada tahun 2019, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) pada tahun 2022. Berkesempatan untuk melanjutkan pendidikan Diploma IV di Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

L.1 Surat Izin Observasi



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI**
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
Jalan Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
Telepon (021) 7270036, Hunting, Fax (021) 7270034
Laman: <http://www.pnj.ac.id> Posel: humas@pnj.ac.id

Nomor : 81/DST/PL3.A.9/B/KM.07.00/2026
Perihal : Permohonan Izin Observasi

21 Januari 2026

Kepada Yth.
Chief Technology Officer PT Teknologi Lokatani Indonesia
Perumahan Jl. Puri Sriwedari No.12 Blok P, Harjamukti, Kec. Cimanggis, Kota Depok, Jawa Barat 16421

Dengan hormat,
Sehubungan dengan mata kuliah Skripsi yang dilaksanakan pada semester 8 (delapan) Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan Jurusan Teknik Informatika dan Komputer Politeknik Negeri Jakarta. Dengan ini kami mohon kesediaan Bapak/Ibu agar dapat mengizinkan mahasiswa kami untuk melakukan observasi di **PT Teknologi Lokatani Indonesia** dengan judul penelitian "Rancang Bangun Sistem Smart Hydroponic Berbasis Internet Of Things".

Tugas mata kuliah ini bertujuan untuk menambah wawasan terkait dengan aplikasi teori yang sudah dipelajari di Kampus dengan kondisi lapangan sebagai wadah pembelajaran dan menambah informasi mengenai mata kuliah tersebut. Adapun berikut adalah nama mahasiswa kami:

No.	Nama dan Nim	Semester/ Program Studi	Nomor Telepon dan Email	Tujuan Observasi
1	Muhammad Brian Azura Nixon 2207421056	8 / Teknik Multimedia dan Jaringan	081213777077 muhammad.brian.azura.nixon1322@gmail.com brian.pnj.ac.id	Ingin mengetahui data-data penunjang dan wawancara untuk Skripsi
2	Kevin Alonzo Manuel Bakara 2207421032		085814528872 kevin.alonzo.manuel.bakara.tik22@pnj.ac.id w.pnj.ac.id	

Demikian surat ini kami buat, atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.


 Ketua Jurusan,
 Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.
 NIP. 197908032003122003

Tembusan :

1. Direktur;
2. Wakil Direktur Bidang Akademik;
3. Kepala Bagian Keuangan dan Umum
4. Kasubbag. Umum Politeknik Negeri Jakarta.

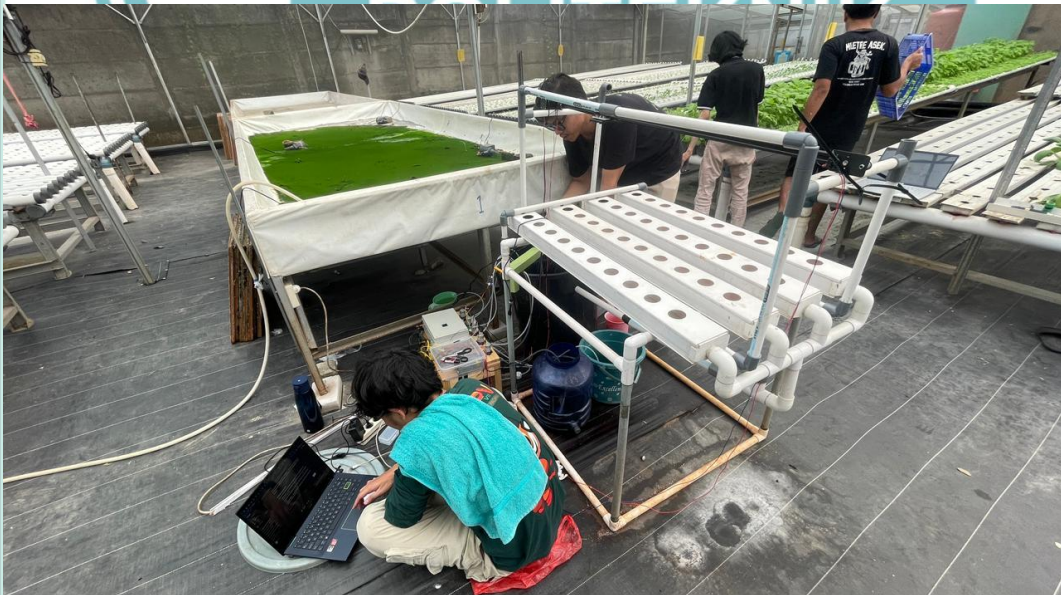
Hak Cipta :

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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Dokumentasi Observasi



Lampiran 3 Dokumentasi Implementasi





Lampiran 4. Data Pengujian Akurasi Sensor TDS

Percobaan Ke-	Alat Ukur Manual	Sensor TDS ESP32
1	496	506
2	542	552
3	608	620
4	654	642
5	715	726
6	748	763
7	796	811
8	805	789
9	792	804
10	812	828
11	788	776
12	808	823
13	1200	1222
14	1190	1170
15	1210	1188
16	1180	1204
17	1200	1178
18	1220	1198
19	1600	1630
20	1590	1562

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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Percobaan Ke-	Alat Ukur Manual	Sensor TDS ESP32
21	1610	1585
22	1580	1611
23	1600	1568
24	1620	1590
25	1710	1745
26	1800	1765
27	1890	1920
28	2010	1970
29	2110	2152
30	2200	2160
31	500	491
32	550	561
33	600	589
34	650	662
35	710	721
36	750	736
37	800	814
38	810	795
39	795	808
40	815	830



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Percobaan Ke-	Alat Ukur Manual	Sensor TDS ESP32
41	790	778
42	805	821
43	1200	1181
44	1190	1211
45	1200	1179
46	1180	1201
47	1200	1221
48	1210	1188
49	1600	1572
50	1590	1619
51	1600	1571
52	1580	1609
53	1600	1629
54	1610	1581
55	1700	1731
56	1810	1776
57	1900	1934
58	2000	1963
59	2100	2141
60	2210	2171



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Percobaan Ke-	Alat Ukur Manual	Sensor TDS ESP32
61	495	504
62	545	556
63	605	594
64	655	667
65	712	724
66	745	759
67	798	813
68	802	787
69	794	807
70	814	829
71	786	773
72	806	822
73	1200	1219
74	1190	1171
75	1200	1178
76	1180	1199
77	1200	1179
78	1210	1189
79	1600	1627
80	1590	1562



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Percobaan Ke-	Alat Ukur Manual	Sensor TDS ESP32
81	1600	1575
82	1580	1607
83	1600	1571
84	1610	1580
85	1720	1753
86	1790	1757
87	1880	1912
88	2020	1981
89	2120	2161
90	2190	2151
91	502	511
92	540	549
93	610	621
94	650	639
95	718	729
96	750	764
97	794	809
98	808	793
99	790	803
100	810	825



Lampiran 5. Data Pengujian Akurasi Sensor TDS

Percobaan Ke-	Alat Ukur Manual	Pembacaan Sensor pH
1	4.12	4.35
2	4.58	4.83
3	4.96	4.68
4	5.15	5.43
5	5.46	5.16
6	5.82	6.14
7	5.96	6.28
8	6.04	5.69
9	5.98	6.26
10	6.05	5.74
11	5.95	6.3
12	6.02	6.34
13	6.46	6.81
14	6.52	6.14
15	6.48	6.79
16	6.55	6.2
17	6.44	6.82
18	6.54	6.89
19	6.96	7.34
20	7.05	6.65

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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Percobaan Ke-	Alat Ukur Manual	Pembacaan Sensor pH
21	6.98	7.33
22	7.02	6.64
23	6.95	7.37
24	7.08	7.46
25	7.48	7.9
26	8.05	7.6
27	8.45	8.93
28	9.12	8.62
29	9.54	10.09
30	10.02	9.44
31	4.1	4.32
32	4.6	4.85
33	5	4.71
34	5.2	5.48
35	5.4	5.11
36	5.8	6.12
37	5.98	6.3
38	6.02	5.67
39	5.96	6.24
40	6.06	5.75
41	5.94	6.29



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Percobaan Ke-	Alat Ukur Manual	Pembacaan Sensor pH
42	6.04	6.36
43	6.45	6.8
44	6.5	6.12
45	6.46	6.77
46	6.56	6.21
47	6.42	6.8
48	6.52	6.87
49	6.95	7.33
50	7.06	6.66
51	6.96	7.31
52	7.04	6.66
53	6.94	7.36
54	7.1	7.48
55	7.5	7.92
56	8	7.55
57	8.4	8.88
58	9.1	8.6
59	9.5	10.05
60	10	9.42
61	4.15	4.38
62	4.55	4.8



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Percobaan Ke-	Alat Ukur Manual	Pembacaan Sensor pH
63	4.95	4.67
64	5.12	5.4
65	5.48	5.18
66	5.85	6.17
67	5.94	6.26
68	6.05	5.7
69	6	6.28
70	6.04	5.73
71	5.97	6.32
72	6	6.32
73	6.48	6.83
74	6.54	6.16
75	6.5	6.81
76	6.54	6.19
77	6.45	6.83
78	6.55	6.9
79	6.98	7.36
80	7.04	6.64
81	7	7.35
82	7	6.62



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Percobaan Ke-	Alat Ukur Manual	Pembacaan Sensor pH
83	6.96	7.38
84	7.06	7.44
85	7.46	7.88
86	8.1	7.65
87	8.5	8.98
88	9.15	8.65
89	9.55	10.1
90	10.05	9.47
91	4.2	4.43
92	4.5	4.75
93	4.9	4.63
94	5.25	5.53
95	5.42	5.12
96	5.78	6.1
97	5.95	6.27
98	6.08	5.73
99	5.97	6.25
100	6.02	5.71

seq Id	waktu_data base	ph	pp m	proto col	emitted_at_ raw	received_at_ raw
1	23/6/2026 11:37:26	0	110 5	mqtt	8422	1782189446 142
2	23/6/2026 11:37:31	0	109 7	mqtt	13194	1782189450 925
3	23/6/2026 11:37:36	0	109 7	mqtt	1782189455 763	1782189455 926
4	23/6/2026 11:37:41	0	109 7	mqtt	1782189460 763	1782189460 932
5	23/6/2026 11:37:46	0	109 7	mqtt	1782189465 763	1782189465 943
6	23/6/2026 11:37:51	0	109 7	mqtt	1782189470 763	1782189470 942
7	23/6/2026 11:37:56	0	109 7	mqtt	1782189475 763	1782189475 916
8	23/6/2026 11:38:01	6	109 7	mqtt	1782189480 783	1782189480 941
9	23/6/2026 11:38:06	6	109 7	mqtt	1782189485 782	1782189485 928
10	23/6/2026 11:38:11	6	109 7	mqtt	1782189490 782	1782189490 964
11	23/6/2026 11:38:16	6	109 7	mqtt	1782189495 782	1782189495 961

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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

seq Id	waktu_data base	ph	pp m	proto col	emitted_at_ raw	received_at_ raw
12	23/6/2026 11:38:21	6	108 0	mqtt	1782189500 968	1782189501 139
13	23/6/2026 11:38:26	6	107 6	mqtt	1782189505 967	1782189506 126
14	23/6/2026 11:38:31	6	107 6	mqtt	1782189510 967	1782189511 151
15	23/6/2026 11:38:36	6	107 6	mqtt	1782189515 967	1782189516 111
16	23/6/2026 11:38:41	6	107 6	mqtt	1782189520 967	1782189521 145
17	23/6/2026 11:38:46	6	107 6	mqtt	1782189525 967	1782189526 131
18	23/6/2026 11:38:51	6	107 6	mqtt	1782189530 967	1782189531 142
19	23/6/2026 11:38:56	6	107 6	mqtt	1782189536 321	1782189536 503
20	23/6/2026 11:39:01	6	107 6	mqtt	1782189541 320	1782189541 479
21	23/6/2026 11:39:06	6	107 6	mqtt	1782189546 320	1782189546 487
22	23/6/2026 11:39:11	6	107 6	mqtt	1782189551 320	1782189551 486



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

seqId	waktu_data base	ph	pp m	protoc ol	emitted_at_ raw	received_at_ raw
23	23/6/2026 11:39:16	6	108 0	mqtt	1782189556 509	17821895566 45
24	23/6/2026 11:39:21	6	107 9	mqtt	1782189561 508	17821895616 68
25	23/6/2026 11:39:26	6	107 9	mqtt	1782189566 508	17821895666 76
26	23/6/2026 11:39:31	6	107 9	mqtt	1782189571 508	17821895716 80
27	23/6/2026 11:39:36	6	107 9	mqtt	1782189576 508	17821895766 80
28	23/6/2026 11:39:41	6	107 9	mqtt	1782189581 508	17821895816 69
29	23/6/2026 11:39:46	6	107 9	mqtt	1782189586 508	17821895866 63
30	23/6/2026 11:39:51	6	107 9	mqtt	1782189591 856	17821895920 31
31	23/6/2026 11:39:56	6	107 9	mqtt	1782189596 855	17821895970 24
32	23/6/2026 11:40:01	6	107 9	mqtt	1782189601 855	17821896020 16
33	23/6/2026 11:40:06	6	107 9	mqtt	1782189606 855	17821896070 21



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

seqI d	waktu_data base	ph	pp m	protoc ol	emitted_at_ raw	received_at_ raw
34	23/6/2026 11:40:11	6	107 0	mqtt	1782189612 040	17821896122 02
35	23/6/2026 11:40:16	6	107 5	mqtt	1782189617 039	17821896172 07
36	23/6/2026 11:40:21	6	107 5	mqtt	1782189622 039	17821896222 02
37	23/6/2026 11:40:26	6	107 5	mqtt	1782189627 039	17821896272 03
38	23/6/2026 11:40:31	6	107 5	mqtt	1782189632 039	17821896322 00
39	23/6/2026 11:40:36	6	107 5	mqtt	1782189637 039	17821896372 01
40	23/6/2026 11:40:41	6	107 5	mqtt	1782189642 039	17821896422 02
41	23/6/2026 11:40:46	6	107 5	mqtt	1782189647 394	17821896475 45
42	23/6/2026 11:40:51	6	107 5	mqtt	1782189652 393	17821896525 20
43	23/6/2026 11:40:56	6	107 5	mqtt	1782189657 393	17821896575 42
44	23/6/2026 11:41:01	6	107 5	mqtt	1782189662 393	17821896625 67



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

seq Id	waktu_data base	ph	pp m	proto col	emitted_at _raw	received_at _raw
45	23/6/2026 11:41:06	6	10 80	mqtt	178218966 7578	1782189667 721
46	23/6/2026 11:41:11	6	10 80	mqtt	178218967 2577	1782189672 722
47	23/6/2026 11:41:16	6	10 80	mqtt	178218967 7577	1782189677 722
48	23/6/2026 11:41:21	6	10 80	mqtt	178218968 2577	1782189682 723
49	23/6/2026 11:41:26	6	10 80	mqtt	178218968 7577	1782189687 707
50	23/6/2026 11:41:31	6	10 80	mqtt	178218969 2577	1782189692 719
51	23/6/2026 11:41:36	6	10 80	mqtt	178218969 7577	1782189697 743
52	23/6/2026 11:41:41	6.099999 905	10 80	mqtt	178218970 2924	1782189703 051
53	23/6/2026 11:41:46	6.099999 905	10 80	mqtt	178218970 7923	1782189708 091
54	23/6/2026 11:41:51	6.099999 905	10 80	mqtt	178218971 2923	1782189713 048
55	23/6/2026 11:41:56	6.099999 905	10 80	mqtt	178218971 7923	1782189718 085



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

seq Id	waktu_data base	ph	pp m	proto col	emitted_at _raw	received_at _raw
56	23/6/2026 11:42:01	6.099999 905	10 74	mqtt	178218972 3111	1782189723 259
57	23/6/2026 11:42:06	6.099999 905	10 70	mqtt	178218972 8110	1782189728 273
58	23/6/2026 11:42:11	6.099999 905	10 70	mqtt	178218973 3110	1782189733 261
59	23/6/2026 11:42:16	6.099999 905	10 70	mqtt	178218973 8110	1782189738 262
60	23/6/2026 11:42:21	6.099999 905	10 70	mqtt	178218974 3110	1782189743 242
61	23/6/2026 11:42:26	6.099999 905	10 70	mqtt	178218974 8110	1782189748 266
62	23/6/2026 11:42:31	6.099999 905	10 70	mqtt	178218975 3110	1782189753 242
63	23/6/2026 11:42:36	6	10 70	mqtt	178218975 8458	1782189758 588
64	23/6/2026 11:42:41	6	10 70	mqtt	178218976 3457	1782189763 579
65	23/6/2026 11:42:46	6	10 70	mqtt	178218976 8457	1782189768 602
66	23/6/2026 11:42:51	6	10 70	mqtt	178218977 3457	1782189773 591



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

seq Id	waktu_data base	ph	pp m	proto col	emitted_at _raw	received_at _raw
67	23/6/2026 11:42:56	6	10 85	mqtt	178218977 8642	1782189778 802
68	23/6/2026 11:43:01	6	10 89	mqtt	178218978 3641	1782189783 808
69	23/6/2026 11:43:06	6	10 89	mqtt	178218978 8641	1782189788 770
70	23/6/2026 11:43:11	6	10 89	mqtt	178218979 3641	1782189793 799
71	23/6/2026 11:43:16	6	10 89	mqtt	178218979 8641	1782189798 780
72	23/6/2026 11:43:21	6	10 89	mqtt	178218980 3641	1782189803 801
73	23/6/2026 11:43:26	6	10 89	mqtt	178218980 8641	1782189808 801
74	23/6/2026 11:43:31	5.900000 095	10 89	mqtt	178218981 3992	1782189814 126
75	23/6/2026 11:43:36	5.800000 191	10 89	mqtt	178218981 8991	1782189819 150
76	23/6/2026 11:43:41	5.800000 191	10 89	mqtt	178218982 3991	1782189824 142
77	23/6/2026 11:43:46	5.800000 191	10 89	mqtt	178218982 8991	1782189829 160



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

seq Id	waktu_data base	ph	pp m	proto col	emitted_at _raw	received_at _raw
78	23/6/2026 11:43:51	5.800000 191	11 02	mqtt	178218983 4176	1782189834 304
79	23/6/2026 11:43:56	5.800000 191	10 90	mqtt	178218983 9175	1782189839 319
80	23/6/2026 11:44:01	5.800000 191	10 90	mqtt	178218984 4175	1782189844 324
81	23/6/2026 11:44:06	5.800000 191	10 90	mqtt	178218984 9175	1782189849 345
82	23/6/2026 11:44:11	5.800000 191	10 90	mqtt	178218985 4175	1782189854 289
83	23/6/2026 11:44:16	5.800000 191	10 90	mqtt	178218985 9175	1782189859 320
84	23/6/2026 11:44:21	5.800000 191	10 90	mqtt	178218986 4175	1782189864 320
85	23/6/2026 11:44:26	6 095	10 90	mqtt	178218986 9522	1782189869 705
86	23/6/2026 11:44:31	5.900000 095	10 90	mqtt	178218987 4521	1782189874 635
87	23/6/2026 11:44:36	5.900000 095	10 90	mqtt	178218987 9521	1782189879 663
88	23/6/2026 11:44:41	5.900000 095	10 90	mqtt	178218988 4521	1782189884 689



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

seq Id	waktu_data base	ph	pp m	proto col	emitted_at _raw	received_at _raw
89	23/6/2026 11:44:46	5.900000 095	10 79	mqtt	178218988 9709	1782189889 862
90	23/6/2026 11:44:51	5.900000 095	10 82	mqtt	178218989 4708	1782189894 841
91	23/6/2026 11:44:56	5.900000 095	10 82	mqtt	178218989 9708	1782189899 863
92	23/6/2026 11:45:01	5.900000 095	10 82	mqtt	178218990 4708	1782189904 863
93	23/6/2026 11:45:06	5.900000 095	10 82	mqtt	178218990 9708	1782189909 861
94	23/6/2026 11:45:11	5.900000 095	10 82	mqtt	178218991 4708	1782189914 863
95	23/6/2026 11:45:16	5.900000 095	10 82	mqtt	178218991 9708	1782189919 830
96	23/6/2026 11:45:21	5.900000 095	10 82	mqtt	178218992 5056	1782189925 195
97	23/6/2026 11:45:26	6	10 82	mqtt	178218993 0055	1782189930 204
98	23/6/2026 11:45:31	6	10 82	mqtt	178218993 5055	1782189935 180
99	23/6/2026 11:45:36	6	10 82	mqtt	178218994 0055	1782189940 200
100	23/6/2026 11:45:41	6	10 80	mqtt	178218994 5241	1782189945 405

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <esp_task_wdt.h>
#include <time.h>

// ===== HARDWARE CONFIGURATION =====
#define SCREEN_WIDTH 128
#define SCREEN_HEIGHT 64
#define OLED_RESET -1
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire,
OLED_RESET);

// ===== PIN DEFINITIONS =====
#define TDS_SENSOR_PIN 35
#define PH_SENSOR_PIN 34

#define MOTOR_IN1 25
#define MOTOR_IN2 26
#define MOTOR_ENA 32
#define ENCODER_A 15
#define ENCODER_B 4

#define PUMP_NUTRIENT_A_PIN 27
#define PUMP_NUTRIENT_B_PIN 14
#define PUMP_PH_UP_PIN 12
#define PUMP_PH_DOWN_PIN 13
#define PUMP_PPM_DOWN_PIN 33

// ===== MOTOR PWM CONFIGURATION =====
#define MOTOR_PWM_CHANNEL 0
#define MOTOR_PWM_FREQ 5000
#define MOTOR_PWM_RESOLUTION 8

// ===== SENSOR CALIBRATION CONSTANTS =====
#define VREF 3.3f
#define VREF_TDS 2.2f
#define ADC_RESOLUTION 4095.0f
```



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
#define PPM_MIN      800
#define PPM_MAX      1400
#define PPM_TOLERANCE  50
#define PPM_DOWN_THRESHOLD 1450

#define PH_MIN      6.0f
#define PH_MAX      7.0f
#define PH_TOLERANCE 0.5f

// ===== TIMING CONSTANTS =====
#define SENSOR_READ_TIME  5000
#define PUMP_TIME         15000
#define PUMP_TIME_PH      5000
#define MOTOR_STIR_AFTER_TDS 30000
#define WAIT_TIME         15000
#define SENSOR_DELAY      30

// ===== WiFi & MQTT CONFIGURATION =====
const char* WIFI_SSID    = "TESTING";
const char* WIFI_PASSWORD = "TEST123123";
const char* MQTT_SERVER  = "34.101.33.145";
const int   MQTT_PORT    = 1883;
const char* TOPIC_SENSORS = "hydroponic/sensors";

WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);

// ===== SENSOR VARIABLES =====
struct SensorData {
    float tds_value  = 0.0f;
    float tds_voltage = 0.0f;
    float ph_value   = 0.0f;
    float ph_voltage = 0.0f;

    unsigned long int avgval_tds = 0;
    int buffer_arr_tds[15], temp_tds;

    unsigned long int avgval_ph = 0;
    int buffer_arr_ph[15], temp_ph;

    float filtered_tds_voltage = -1.0f;
    float filtered_ph_voltage  = -1.0f;
};
SensorData sensor;
```



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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
// ===== SENSOR FREEZE VARIABLES =====
struct FreezedSensor {
    float tds_value = 0.0f;
    bool tds_frozen = false;
    float ph_value = 0.0f;
    bool ph_frozen = false;
};
FreezedSensor freezed;

// ===== MOTOR & ENCODER VARIABLES =====
struct MotorData {
    volatile long encoder_count = 0;
    volatile long prev_encoder_count = 0;
    float rpm = 0.0f;
    long total_pulses = 0;
};
MotorData motor;

// ===== STATE MACHINE =====
enum State {
    PRE_READING_TDS,                ADJUSTING_TDS,
    PPM_DOWN_WATER_CHANGE,
    PRE_READING_PH, ADJUSTING_PH, STIRRING, WAITING
};

struct StateControl {
    State current = PRE_READING_TDS;
    unsigned long timer = 0;
    int cycle_count = 0;
    bool motor_running_after_tds = false;
    bool stir_after_ph = false;
};
StateControl stateCtrl;

// ===== FILTER CONSTANTS =====
const float FILTER_ALPHA_TDS = 0.08f;
const float FILTER_ALPHA_PH = 0.08f;

// ===== CALIBRATION DATA =====
struct CalibrationPoint { float voltage; float value; };

CalibrationPoint tds_calib[] = {
    {0.00, 0.0}, {0.05, 61.1}, {0.10, 122.2}, {0.14, 171.1},
    {0.18, 220.0}, {0.28, 342.2}, {0.38, 464.4}, {0.50, 611.1},
    {0.65, 794.4}, {0.85, 1038.9}, {1.10, 1344.4}, {1.40, 1711.1}
};
```

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
const int TDS_CALIB_COUNT = 12;

CalibrationPoint ph_calib[] = {
    {0.20, 10.10}, {0.50, 9.00}, {0.80, 7.90}, {1.10, 6.80}, {1.40, 5.70},
    {1.70, 4.60}, {2.00, 3.50}, {2.30, 2.40}, {2.60, 1.30}, {2.90, 0.20}
};

const int PH_CALIB_COUNT = 10;

float tds_slope = 0.0f, tds_intercept = 0.0f;
unsigned long seqId = 0;

// ===== CALIBRATION FUNCTIONS =====
void calculateLinearRegression(CalibrationPoint* points, int count, float& slope,
float& intercept) {
    float sum_x = 0, sum_y = 0, sum_xy = 0, sum_x2 = 0;
    for (int i = 0; i < count; i++) {
        float x = points[i].voltage;
        float y = points[i].value;
        sum_x += x; sum_y += y; sum_xy += x * y; sum_x2 += x * x;
    }
    float n = (float)count;
    float denom = (n * sum_x2) - (sum_x * sum_x);
    if (denom != 0) {
        slope = ((n * sum_xy) - (sum_x * sum_y)) / denom;
        intercept = (sum_y - (slope * sum_x)) / n;
    } else {
        slope = intercept = 0;
    }
}

float calculateTDS(float voltage) {
    if (voltage <= tds_calib[0].voltage) {
        float s = (tds_calib[1].value - tds_calib[0].value) / (tds_calib[1].voltage -
tds_calib[0].voltage);
        float v = tds_calib[0].value - (tds_calib[0].voltage - voltage) * s;
        return (v < 0) ? 0 : v;
    }
    for (int i = 0; i < TDS_CALIB_COUNT - 1; i++) {
        if (voltage >= tds_calib[i].voltage && voltage <= tds_calib[i+1].voltage) {
            float v1 = tds_calib[i].voltage, p1 = tds_calib[i].value;
            float v2 = tds_calib[i+1].voltage, p2 = tds_calib[i+1].value;
```



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
        return p1 + (voltage - v1) * (p2 - p1) / (v2 - v1);
    }
}

int last = TDS_CALIB_COUNT - 1;
float s = (tds_calib[last].value - tds_calib[last-1].value) / (tds_calib[last].voltage -
tds_calib[last-1].voltage);
return tds_calib[last].value + (voltage - tds_calib[last].voltage) * s;
}

float calculatePH(float voltage) {
    if (voltage <= ph_calib[0].voltage) {
        float s = (ph_calib[1].value - ph_calib[0].value) / (ph_calib[1].voltage -
ph_calib[0].voltage);
        float v = ph_calib[0].value - (ph_calib[0].voltage - voltage) * s;
        return constrain(v, 0.0f, 14.0f);
    }
    for (int i = 0; i < PH_CALIB_COUNT - 1; i++) {
        if (voltage >= ph_calib[i].voltage && voltage <= ph_calib[i+1].voltage) {
            float v1 = ph_calib[i].voltage, p1 = ph_calib[i].value;
            float v2 = ph_calib[i+1].voltage, p2 = ph_calib[i+1].value;
            float v = p1 + (voltage - v1) * (p2 - p1) / (v2 - v1);
            return constrain(v, 0.0f, 14.0f);
        }
    }
    int last = PH_CALIB_COUNT - 1;
    float s = (ph_calib[last].value - ph_calib[last-1].value) / (ph_calib[last].voltage -
ph_calib[last-1].voltage);
    float v = ph_calib[last].value + (voltage - ph_calib[last].voltage) * s;
    return constrain(v, 0.0f, 14.0f);
}

void initializeCalibration() {
    Serial.println("[CALIB] ===== Kalibrasi Sensor Aktif =====");
    calculateLinearRegression(tds_calib, TDS_CALIB_COUNT, tds_slope,
tds_intercept);
    Serial.println("[CALIB] TDS & pH: INTERPOLASI PIECEWISE OK");
}

// ===== SENSOR READ FUNCTIONS =====
void readTDSSensor() {
    static unsigned long last_sample = 0;
```



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
unsigned long now = millis();
if (now - last_sample < 500) return;
last_sample = now;

analogRead(TDS_SENSOR_PIN);
delay(5);

for (int i = 0; i < 15; i++) {
    sensor.buffer_arr_tds[i] = analogRead(TDS_SENSOR_PIN);
    delay(2);
}

for (int i = 0; i < 14; i++) {
    for (int j = i + 1; j < 15; j++) {
        if (sensor.buffer_arr_tds[i] > sensor.buffer_arr_tds[j]) {
            sensor.temp_tds = sensor.buffer_arr_tds[i];
            sensor.buffer_arr_tds[i] = sensor.buffer_arr_tds[j];
            sensor.buffer_arr_tds[j] = sensor.temp_tds;
        }
    }
}

sensor.avgval_tds = 0;
for (int i = 4; i < 11; i++) sensor.avgval_tds += sensor.buffer_arr_tds[i];
sensor.avgval_tds /= 7;

float raw_voltage = ((float)sensor.avgval_tds / ADC_RESOLUTION) *
VREF_TDS;
if (sensor.filtered_tds_voltage < 0) sensor.filtered_tds_voltage = raw_voltage;
sensor.filtered_tds_voltage = FILTER_ALPHA_TDS * raw_voltage + (1.0f -
FILTER_ALPHA_TDS) * sensor.filtered_tds_voltage;
sensor.tds_voltage = sensor.filtered_tds_voltage;

if (!freezed.tds_frozen) sensor.tds_value = calculateTDS(sensor.tds_voltage);
}

void readPHSensor() {
    analogRead(PH_SENSOR_PIN);
    delay(5);

    for (int i = 0; i < 15; i++) {
```



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
sensor.buffer_arr_ph[i] = analogRead(PH_SENSOR_PIN);
delay(SENSOR_DELAY);
}

for (int i = 0; i < 14; i++) {
    for (int j = i + 1; j < 15; j++) {
        if (sensor.buffer_arr_ph[i] > sensor.buffer_arr_ph[j]) {
            sensor.temp_ph = sensor.buffer_arr_ph[i];
            sensor.buffer_arr_ph[i] = sensor.buffer_arr_ph[j];
            sensor.buffer_arr_ph[j] = sensor.temp_ph;
        }
    }
}

sensor.avgval_ph = 0;
for (int i = 4; i < 11; i++) sensor.avgval_ph += sensor.buffer_arr_ph[i];
sensor.avgval_ph /= 7;

float raw_voltage = ((float)sensor.avgval_ph / ADC_RESOLUTION) * VREF;
if (sensor.filtered_ph_voltage < 0) sensor.filtered_ph_voltage = raw_voltage;
sensor.filtered_ph_voltage = FILTER_ALPHA_PH * raw_voltage + (1.0f -
FILTER_ALPHA_PH) * sensor.filtered_ph_voltage;
sensor.ph_voltage = sensor.filtered_ph_voltage;

if (freezed.ph_frozen) sensor.ph_value = freezed.ph_value;
else sensor.ph_value = calculatePH(sensor.ph_voltage);
}

// ===== MOTOR FUNCTIONS =====
void IRAM_ATTR encoderISR() {
    int a = digitalRead(ENCODER_A);
    int b = digitalRead(ENCODER_B);
    if (a == b) { motor.encoder_count++; motor.total_pulses++; }
    else { motor.encoder_count--; }
}

void updateMotorRPM() {
    static unsigned long last_time = 0;
    unsigned long now = millis();
    if (now - last_time >= 1000) {
        long pulses = motor.encoder_count - motor.prev_encoder_count;
        motor.rpm = (float)pulses * 60.0f / 11.0f;
    }
}
```



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
motor.prev_encoder_count = motor.encoder_count;
last_time = now;
}
}

void startMotor(uint8_t speed) {
  digitalWrite(MOTOR_IN1, HIGH);
  digitalWrite(MOTOR_IN2, LOW);
  ledcWrite(MOTOR_PWM_CHANNEL, constrain(speed, 0, 255));
}

void stopMotor() {
  digitalWrite(MOTOR_IN1, LOW);
  digitalWrite(MOTOR_IN2, LOW);
  ledcWrite(MOTOR_PWM_CHANNEL, 0);
}

// ===== PUMP CONTROL FUNCTIONS =====
void startNutrientPumps() {
  digitalWrite(PUMP_NUTRIENT_A_PIN, HIGH);
  digitalWrite(PUMP_NUTRIENT_B_PIN, HIGH);
}

void stopNutrientPumps() {
  digitalWrite(PUMP_NUTRIENT_A_PIN, LOW);
  digitalWrite(PUMP_NUTRIENT_B_PIN, LOW);
}

void startPHUpPump() { digitalWrite(PUMP_PH_UP_PIN, HIGH); }
void stopPHUpPump() { digitalWrite(PUMP_PH_UP_PIN, LOW); }
void startPHDownPump() { digitalWrite(PUMP_PH_DOWN_PIN, HIGH); }
void stopPHDownPump() { digitalWrite(PUMP_PH_DOWN_PIN, LOW); }
void startPPMDownPump() { digitalWrite(PUMP_PPM_DOWN_PIN, HIGH); }
void stopPPMDownPump() { digitalWrite(PUMP_PPM_DOWN_PIN, LOW); }

void stopAllPumps() {
  digitalWrite(PUMP_NUTRIENT_A_PIN, LOW);
  digitalWrite(PUMP_NUTRIENT_B_PIN, LOW);
  digitalWrite(PUMP_PH_UP_PIN, LOW);
  digitalWrite(PUMP_PH_DOWN_PIN, LOW);
  digitalWrite(PUMP_PPM_DOWN_PIN, LOW);
}

// ===== DISPLAY FUNCTIONS =====
void displayStartup() {
```



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
display.clearDisplay();
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
display.setCursor(5, 5);
display.println("PPM + pH Control");
display.setCursor(10,20);
display.println("TDS: 800-1400 ppm");
display.display();
}

void displayRawADC() {
display.clearDisplay();
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
display.setCursor(0, 0);
display.println("=== MONITOR SENSOR ===");
display.setCursor(0,12);
display.print("TDS: ");
display.setTextSize(2);
display.print((int)sensor.tds_value);
display.setTextSize(1);
display.print(" ppm");
display.setCursor(0,28);
display.print("Vol: ");
display.print(sensor.tds_voltage,3);
display.println(" V");
display.drawLine(0,36,128,36,SSD1306_WHITE);
display.setCursor(0,40);
display.print("pH : ");
display.setTextSize(2);
display.print(sensor.ph_value,2);
display.setTextSize(1);
display.setCursor(85,40);
display.print("Vol:");
display.setCursor(85,50);
display.print(sensor.ph_voltage,2);
display.print("V");
display.display();
}

void displayPreReadingPH(unsigned long elapsed) {
display.clearDisplay();
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
display.setCursor(0, 0);
```



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
display.println("=== MONITOR SENSOR ===");
display.setCursor(0,12);
display.print("pH : ");
display.setTextSize(2);
display.print(sensor.ph_value,2);
display.setTextSize(1);
display.setCursor(0,28);
display.print("Vol: ");
display.print(sensor.ph_voltage,3);
display.println(" V");
display.drawLine(0,36,128,36,SSD1306_WHITE);
display.setCursor(0,40);
display.print("TDS: ");
display.setTextSize(2);
display.print((int)sensor.tds_value);
display.setTextSize(1);
display.setCursor(85,40);
display.print("Vol:");
display.setCursor(85,50);
display.print(sensor.tds_voltage,3);
display.print("V");
display.display();
}
```

```
void displayAdjustingTDS(const char* pump, unsigned long elapsed) {
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
    display.setCursor(0, 0);
    display.println("=== ADJUSTING TDS ===");
    display.setCursor(0,12);
    display.println(pump);
    display.setCursor(0,24);
    display.print("PPM: ");
    display.print(sensor.tds_value,1);
    display.println(" ppm");
    display.setCursor(0,48);
    display.print("Time: ");
    display.print(elapsed/1000);
    display.println("s/15s");
    display.display();
}
```

```
void displayAdjustingPH(const char* pump, unsigned long elapsed) {
    display.clearDisplay();
```



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
display.setCursor(0, 0);
display.println("=== ADJUSTING pH ===");
display.setCursor(0,12);
display.println(pump);
display.setCursor(0,24);
display.print("pH: ");
display.print(sensor.ph_value,1);
display.setCursor(0,36);
display.print("Time: ");
display.print(elapsed/1000);
display.println("s/5s");
display.display();
}
```

```
void displayStirring(unsigned long elapsed) {
display.clearDisplay();
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
display.setCursor(0, 0);
display.println("=== STIRRING ===");
display.setCursor(0,12);
display.println("Motor: ON");
display.setCursor(0,24);
display.print("Time: ");
display.print(elapsed/1000);
display.println("s/30s");
display.display();
}
```

```
void displayWaiting(unsigned long seconds) {
display.clearDisplay();
display.setTextSize(2);
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);
display.setCursor(15,15);
display.println("WAITING");
display.setTextSize(1);
display.setCursor(50,40);
display.print(seconds);
display.println("s");
display.display();
}
```

```
// ===== NETWORK FUNCTIONS =====
```



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
void connectWiFi() {
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) return;
    Serial.println("\n[WIFI] Connecting...");
    WiFi.disconnect(true);
    delay(100);
    WiFi.mode(WIFI_STA);
    WiFi.setSleep(false);
    WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);

    int attempts = 0;
    while(WiFi.status() != WL_CONNECTED && attempts < 20) {
        delay(500);
        Serial.print(".");
        attempts++;
    }

    if(WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
        Serial.println("\n[WIFI] Connected!");
        configTime(7 * 3600, 0, "pool.ntp.org", "time.nist.gov");
    }
}

void connectMQTT() {
    if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) return;
    if (client.connected()) return;

    static unsigned long last_attempt = 0;
    if (millis() - last_attempt < 5000) return;
    last_attempt = millis();

    Serial.println("[MQTT] Attempting Standard Connection...");
    client.setServer(MQTT_SERVER, MQTT_PORT);

    String clientId = "ESP32_Hydro_";
    clientId += String(random(0xffff), HEX);

    if (client.connect(clientId.c_str())) {
        Serial.println("[MQTT] ✓ Connected!");
    } else {
        Serial.print("[MQTT] X Failed - Code: ");
        Serial.println(client.state());
    }
}

// ===== DATA PUBLISH FUNCTION =====
```



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 dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
void publishSensorData() {
    if (WiFi.status() != WL_CONNECTED || !client.connected()) return;

    StaticJsonDocument<256> doc;
    seqId++;
    doc["seqId"] = seqId;
    doc["ph"] = round(sensor.ph_value * 10.0f) / 10.0f;
    doc["ppm"] = (int)round(sensor.tds_value);

    struct timeval tv;
    gettimeofday(&tv, NULL);
    unsigned long long emittedAt = (unsigned long long)(tv.tv_sec) * 1000ULL +
    (unsigned long long)(tv.tv_usec) / 1000ULL;
    doc["emittedAt"] = emittedAt;

    char buffer[256];
    serializeJson(doc, buffer);

    Serial.print("[MQTT] Publishing: ");
    Serial.println(buffer);

    if (client.publish(TOPIC_SENSORS, buffer)) {
        Serial.println("[MQTT] ✓ Published");
    } else {
        Serial.println("[MQTT] X Failed");
    }
}

// ===== SETUP =====
void setup() {
    Serial.begin(115200);
    esp_task_wdt_deinit();

    if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
        Serial.println("[OLED] Failed");
        while (1);
    }
    display.dim(false);
    displayStartup();

    pinMode(TDS_SENSOR_PIN, INPUT);
    pinMode(PH_SENSOR_PIN, INPUT);
    analogSetPinAttenuation(TDS_SENSOR_PIN, ADC_6db);
    analogSetPinAttenuation(PH_SENSOR_PIN, ADC_11db);
    analogSetWidth(12);
}
```



© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
pinMode(MOTOR_IN1, OUTPUT);
pinMode(MOTOR_IN2, OUTPUT);
pinMode(MOTOR_ENA, OUTPUT);
pinMode(ENCODER_A, INPUT_PULLUP);
pinMode(ENCODER_B, INPUT_PULLUP);
pinMode(PUMP_NUTRIENT_A_PIN, OUTPUT);
pinMode(PUMP_NUTRIENT_B_PIN, OUTPUT);
pinMode(PUMP_PH_UP_PIN, OUTPUT);
pinMode(PUMP_PH_DOWN_PIN, OUTPUT);
pinMode(PUMP_PPM_DOWN_PIN, OUTPUT);

    ledcSetup(MOTOR_PWM_CHANNEL,      MOTOR_PWM_FREQ,
MOTOR_PWM_RESOLUTION);
    ledcAttachPin(MOTOR_ENA, MOTOR_PWM_CHANNEL);
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(ENCODER_A), encoderISR, CHANGE);

stopAllPumps();
initializeCalibration();
connectWiFi();

stateCtrl.timer = millis();
stateCtrl.current = PRE_READING_TDS;
}

// ===== MAIN LOOP =====
void loop() {
    unsigned long current_time = millis();

    // Maintain WiFi & MQTT Connection
    static unsigned long last_wifi = 0;
    if (current_time - last_wifi >= 15000) {
        if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) connectWiFi();
        last_wifi = current_time;
    }
    connectMQTT();

    // Loop Internal MQTT
    if (client.connected()) {
        client.loop();
    }

    // Transmisi MQTT Terjadwal
    static unsigned long last_publish = 0;
```



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
const unsigned long transmitInterval = 5000;
if (current_time - last_publish >= transmitInterval) {
    last_publish = current_time;
    publishSensorData();
}

// State Machine Execution
static unsigned long last_state_update = 0;
if (current_time - last_state_update >= 200) {
    last_state_update = current_time;

    switch (stateCtrl.current) {
        case PRE_READING_TDS:
            freezed.tds_frozen = false;
            readTDSsensor();
            displayRawADC();
            if (current_time - stateCtrl.timer >= SENSOR_READ_TIME) {
                if (sensor.tds_value < (PPM_MIN - PPM_TOLERANCE) || sensor.tds_value
                >= PPM_DOWN_THRESHOLD) {
                    freezed.tds_value = sensor.tds_value;
                    freezed.tds_frozen = true;
                    stateCtrl.current = ADJUSTING_TDS;
                    stateCtrl.timer = current_time;
                } else {
                    stateCtrl.current = STIRRING;
                    stateCtrl.timer = current_time;
                    stateCtrl.motor_running_after_tds = true;
                    motor.encoder_count = 0;
                    startMotor(255);
                }
            }
            break;

        case ADJUSTING_TDS:
            freezed.tds_frozen = true;
            sensor.tds_value = freezed.tds_value;
            if (sensor.tds_value > PPM_DOWN_THRESHOLD) {
                stopNutrientPumps();
                startPPMDownPump();
                displayAdjustingTDS("PPM DOWN (Water Change)", current_time -
stateCtrl.timer);
            } else if (sensor.tds_value < (PPM_MIN - PPM_TOLERANCE)) {
                stopPPMDownPump();
                startNutrientPumps();
            }
    }
}
```



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
displayAdjustingTDS("NUTRIENT A+B (PPM UP)", current_time -
stateCtrl.timer);
} else {
    stopPPMDownPump();
    stopNutrientPumps();
}

if (current_time - stateCtrl.timer >= PUMP_TIME) {
    stopAllPumps();
    sensor.filtered_tds_voltage = -1.0f;
    stateCtrl.current = STIRRING;
    stateCtrl.timer = current_time;
    stateCtrl.motor_running_after_tds = true;
    motor.encoder_count = 0;
    startMotor(255);
}
break;

case STIRRING:
    freezed.tds_frozen = false;
    updateMotorRPM();
    displayStirring(current_time - stateCtrl.timer);
    if (current_time - stateCtrl.timer >= MOTOR_STIR_AFTER_TDS) {
        stopMotor();
        stateCtrl.motor_running_after_tds = false;
        if (stateCtrl.stir_after_ph) {
            stateCtrl.stir_after_ph = false;
            stateCtrl.current = WAITING;
        } else {
            stateCtrl.current = PRE_READING_PH;
        }
        stateCtrl.timer = current_time;
    }
    break;

case PRE_READING_PH:
    freezed.ph_frozen = false;
    readPHSensor();
    displayPreReadingPH(current_time - stateCtrl.timer);
    if (current_time - stateCtrl.timer >= SENSOR_READ_TIME) {
        if (sensor.ph_value < (PH_MIN - PH_TOLERANCE) || sensor.ph_value >
(PH_MAX + PH_TOLERANCE)) {
            freezed.ph_value = sensor.ph_value;
            freezed.ph_frozen = true;
        }
    }
}
```



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
stateCtrl.current = ADJUSTING_PH;
stateCtrl.timer = current_time;
} else {
    stateCtrl.current = WAITING;
    stateCtrl.timer = current_time;
}
}
break;

case ADJUSTING_PH:
    freezed.ph_frozen = true;
    sensor.ph_value = freezed.ph_value;
    if (sensor.ph_value < (PH_MIN - PH_TOLERANCE)) {
        startPHUpPump();
        stopPHDownPump();
        displayAdjustingPH("PUMP pH UP", current_time - stateCtrl.timer);
    } else if (sensor.ph_value > (PH_MAX + PH_TOLERANCE)) {
        stopPHUpPump();
        startPHDownPump();
        displayAdjustingPH("PUMP pH DOWN", current_time - stateCtrl.timer);
    } else {
        stopAllPumps();
    }

    if (current_time - stateCtrl.timer >= PUMP_TIME_PH) {
        stopAllPumps();
        freezed.ph_frozen = false;
        sensor.filtered_ph_voltage = -1.0f;
        stateCtrl.current = STIRRING;
        stateCtrl.timer = current_time;
        stateCtrl.motor_running_after_tds = true;
        motor.encoder_count = 0;
        startMotor(255);
        stateCtrl.stir_after_ph = true;
    }
    break;

case WAITING: {
    unsigned long remaining = WAIT_TIME - (current_time - stateCtrl.timer);
    displayWaiting(remaining / 1000);
    if (current_time - stateCtrl.timer >= WAIT_TIME) {
        stateCtrl.cycle_count++;
    }
}
```



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
stateCtrl.current = PRE_READING_TDS;  
stateCtrl.timer = current_time;  
}  
break;  
}  
  
default:  
stateCtrl.current = PRE_READING_TDS;  
stateCtrl.timer = current_time;  
break;  
}  
}
```





© Hak Cipta milik Jurusan TIK 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

