



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**PERANCANGAN SISTEM OTOMASI MONITORING DAN
KONTROL KUALITAS AIR PADA TANAMAN HIDROPONIK
BERBASIS IOT DI BBPP LEMBANG**

TUGAS AKHIR

Muhammad Zidane Hasan
2203321006

**PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



SUB JUDUL :
IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL KUALITAS AIR
BERBASIS IOT PADA TANAMAN HIDROPONIK

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Dipolama tiga

Muhammad Zidane Hasan

2203321006

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Muhammad Zidane Hasan

Nim : 2203321006

Tanda Tangan :

Tanggal : 26 Juni 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh

Nama : Muhammad Zidane Hasan
NIM : 2203321006
Program Studi : Elektronika Industri
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Otomasi Monitoring dan Kontrol Kualitas Air pada Tanaman Hidroponik Berbasis IOT di BBPP Lembang
Sub Judul Tugas Akhir : Implementasi Sistem Kontrol Kualitas Air Berbasis IoT pada Tanaman Hidroponik

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 26 Juni 2025 dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing I : Rika Novita Wardhani, S.T., M.T.
NIP. 197011142008122001

Pembimbing II : Dr.Drs. Ahmad Tossin A, S.T., M.T.
NIP. 196005081986031001

Depok, 3 Juli 2025
Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Muris Dwiyanti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

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

KATA PENGANTAR

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

Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Murie Dwiyanti, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta .
2. Ihsan Auditia Akhinov, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Elektronika Industri Politeknik Negeri Jakarta.
3. Rika Novita Wardhani, S.T., M.T. dan Dr. Drs. Ahmad Tossin Alamsyah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan mendukung saya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Tohazen, S.T., M.Tr.T. selaku Dosen yang telah memberi arahan, dukungan, dan bantuan dalam penyelesaian Tugas Akhir
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
6. Muhamad Firkah Fansuri sebagai rekan satu tim dan teman-teman kelas EC6D angkatan 2022 yang telah memberikan bantuan dan dukungan semangat sehingga laporan ini dapat diselesaikan.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 26 Juni 2025

Penulis



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 kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Implementasi Sistem Kontrol Kualitas Air Berbasis IoT pada Tanaman Hidroponik

Abstrak

Perkembangan sistem hidroponik berbasis IoT menuntut solusi cerdas untuk pengelolaan nutrisi yang presisi. Kualitas air yang tidak stabil, terutama fluktuasi kadar nutrisi (PPM), menjadi tantangan utama dalam mencapai pertumbuhan tanaman yang optimal. Sistem konvensional seringkali gagal memenuhi kebutuhan monitoring real-time dan penyesuaian otomatis yang responsif terhadap perubahan parameter nutrisi. Penelitian ini menjawab dua pertanyaan mendasar: (1) Bagaimana merancang sistem kontrol otomatis kualitas air pada tanaman hidroponik secara real-time menggunakan parameter PPM? (2) Bagaimana meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan nutrisi pada sistem hidroponik? Kedua masalah ini menjadi krusial untuk mencapai sistem hidroponik yang presisi dan berkelanjutan. Penelitian mengimplementasikan sistem cerdas berbasis IoT dengan komponen utama yaitu sensor TDS BGT-D718 berprotokol RS485 untuk pengukuran PPM real-time, aktuator solenoid valve dengan kontrol relay, dan modul ESP32 sebagai pengendali utama. Sistem ini diperkuat dengan algoritma kontrol adaptif yang mempertimbangkan volume nutrisi dan laju perubahan PPM. Platform Blynk digunakan untuk antarmuka pemantauan jarak jauh, sementara pengujian dilakukan melalui eksperimen komparatif antara sistem konvensional dan pendekatan adaptif. Sistem yang dikembangkan mencapai akurasi pengukuran PPM 93% melalui validasi TDS meter standar, sekaligus mengotomasi seluruh proses pemberian nutrisi. Implementasi IoT ini berdampak signifikan pada pertumbuhan tanaman, dengan daun menunjukkan perkembangan optimal (warna hijau intens, lebar 10-15% lebih besar) dan pengurangan gejala defisiensi (klorosis/nekrosis dan bolting). Pada aspek produktivitas, sistem memangkas waktu panen selada 3-5 hari dari siklus normal 4-5 minggu melalui stabilisasi nutrisi real-time. Seluruh data tercatat otomatis di Google Sheets untuk analisis lanjutan, membuktikan keunggulan sistem sebagai solusi precision agriculture yang terintegrasi.

Kata Kunci : Sistem hidroponik IoT, *Smart farming*, Kontrol nutrisi otomatis, Sensor TDS BGT-D718, ESP32



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 kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Implementation of IoT-Based Water Quality Control System for Hydroponic Plants

Abstract

The advancement of IoT-based hydroponic systems demands intelligent solutions for precise nutrient management. Unstable water quality, particularly fluctuations in nutrient concentration (PPM), poses a major challenge to achieving optimal plant growth. Conventional systems often fail to meet the requirements for real-time monitoring and automated adjustments responsive to nutrient parameter changes. This study addresses two fundamental questions: (1) How to design an automated water quality control system for hydroponic plants using real-time PPM parameters? (2) How to improve efficiency and accuracy in hydroponic nutrient management? These issues are critical for developing a precise and sustainable hydroponic system. The research implements a smart IoT system with key components TDS sensor BGT-D718 with RS485 protocol for real-time PPM measurement, solenoid valve actuator with relay control, and ESP32 module as the main controller. The system is enhanced with an adaptive control algorithm that considers nutrient volume and PPM change rate. The Blynk platform serves as a remote monitoring interface, while testing is conducted through comparative experiments between conventional and adaptive approaches. The developed system achieves 93% PPM measurement accuracy validated against a standard TDS meter, while fully automating the nutrient delivery process. This IoT implementation significantly impacts plant growth, with leaves showing optimal development (intense green color, 10-15% increased width) and reduced deficiency symptoms (chlorosis, necrosis, and bolting). In terms of productivity, the system reduces lettuce harvest time by 3-5 days from the normal 4-5 week cycle through real-time nutrient stabilization. All data is automatically recorded in Google Sheets for further analysis, demonstrating the system's superiority as an integrated precision agriculture solution.

Key Words : *IoT hydroponic system, Smart farming, Automated nutrient control, TDS sensor BGT-D718, ESP32*



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
Abstrak.....	vi
Abstract.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang	13
1.2 Rumusan Masalah	14
1.3 Batasan Masalah.....	14
1.4 Tujuan	14
1.5 Luaran	14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	15
2.1 Hidroponik	15
2.2 Nutrisi AB Mix	15
2.3 Kualitas Air	16
2.4 ESP32.....	17
2.5 Sensor BGT-D718-TDS.....	18
2.6 Solenoid Valve.....	19
2.7 Power Supply	19
2.8 Modul Relay.....	20
2.9 Modul Stepdown LM2596	20
2.10 Modul MAX485.....	21
2.11 Google Sheet	22
2.12 PCB	22
BAB III REALISASI DAN PERANCANGAN	24
3.1 Rancangan Alat	24
3.1.1 Deskripsi Alat	24
3.1.2 Cara kerja Alat	24



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 kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.3	Spesifikasi Alat	25
3.1.4	Diagram Blok	30
3.1.5	Flowchart	31
3.2	Realisasi Alat	32
3.2.1	Rancangan Box Panel	33
3.2.2	Rancangan Pipa untuk Kontrol Larutan	33
BAB IV	PEMBAHASAN DAN HASIL	35
4.1	Pengujian Sensor	35
4.1.1	Deskripsi Pengujian Sensor	35
4.1.2	Data Alat dan Bahan Pengujian Sensor	35
4.1.3	Prosedur Pengujian Hardware	36
4.1.4	Analisa dan Hasil Pengujian Sensor	37
4.2	Kalibrasi Sensor	39
4.2.1	Analisa dan Hasil Kalibrasi Sensor	40
4.3	Pengujian Kontrol Delay Solenoid	41
4.3.1	Deskripsi Pengujian Kontrol Delay Solenoid	41
4.3.2	Data Alat dan Bahan Pengujian Kontrol Delay Solenoid	41
4.3.3	Prosedur Pengujian Kontrol Delay Solenoid	42
4.3.4	Data Hasil Pengujian Kontrol Delay Solenoid	42
4.4	Data Kinerja Sistem	43
4.4.1	Analisis Data	44
4.5	Dampak Alat terhadap Tanaman Hidroponik	45
BAB 5	PENUTUP	46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		xii
LAMPIRAN		xiv



Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hidroponik	15
Gambar 2. 2 Nutrisi AB Mix	16
Gambar 2. 3 Tabel Kualitas Air (PPM) untuk Tanaman Hidroponik	17
Gambar 2. 4 ESP32	18
Gambar 2. 5 Sensor BGT-D718-TDS	18
Gambar 2. 6 Solenoid Valve	19
Gambar 2. 7 Power Supply	20
Gambar 2. 8 Modul Relay	20
Gambar 2. 9 Modul Stepdown LM2596	21
Gambar 2. 10 Modul MAX485	21
Gambar 2. 11 Google Sheet	22
Gambar 2. 12 PCB	22
Gambar 3. 1 Desain Rangkaian Sensor TDS	27
Gambar 3. 2 Desain Rangkaian Flowsensor dan Solenoid	28
Gambar 3. 3 Desain PCB	29
Gambar 3. 4 Desain PCB (3D View)	29
Gambar 3. 5 Blok Diagram	30
Gambar 3. 6 Flowchart	31
Gambar 3. 7 Realisasi Wiring Panel	33
Gambar 3. 8 Solenoid Valve dan Flowsensor pada Rangkaian Pipa Larutan AB Mix	33
Gambar 3. 9 Probe Sensor TDS pada rangkaian pipa sistem DFT Hidroponik....	34
Gambar 4. 1 Grafik perbandingan data pengujian Akurasi sensor TDS dan TDS Meter	38
Gambar 4. 2 Grafik Pengujian Kepresisian Sensor TDS	39
Gambar 4. 3 Sensor TDS Sebelum & Sesudah Kalibrasi	40
Gambar 4. 4 Tampilan Google Sheet	43
Gambar 4. 5 Grafik Durasi Sensor untuk mencapai setpoint PPM.....	43
Gambar 4. 6 Tanaman Selada Usia 3 Minggu Setelah Sistem diimplementasikan	45



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Spesifikasi Hardware dan Software	25
Tabel 4. 1 Alat dan Bahan Pengujian Sensor	35
Tabel 4. 2 Data pengujian akurasi sensor TDS	37
Tabel 4. 3 Data Pengujian Kepresisian Sensor TDS.....	38
Tabel 4. 4 Before dan After Kalibrasi	40
Tabel 4. 5 Alat dan Bahan Pengujian Kontrol Delay Solenoid.....	41
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Kontrol Delay Solenoid	42





Hak Cipta :

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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS	xiv
Lampiran 2 Surat Keterangan Kerjasama Tugas Akhir	xv
Lampiran 3 Dokumentasi	xvi
Lampiran 4 Program Sistem Kontrol Hidroponik	xviii
Lampiran 5 Data Logger pada Web Google Sheet	xxiv
Lampiran 6 SOP Penggunaan	xxx
Lampiran 7 Poster	xxxI





Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hidroponik telah menjadi terobosan penting dalam pertanian modern dengan sistem budidaya tanpa tanah yang mengandalkan larutan nutrisi terkontrol. Keunggulan utama metode ini terletak pada presisi pengaturan unsur hara dan efisiensi penggunaan sumber daya. Namun, kesuksesan sistem ini sangat bergantung pada akurasi pengendalian komposisi nutrisi dalam air, di mana ketidaktepatan dapat berdampak signifikan terhadap produktivitas tanaman.

Fokus penelitian ini pada pengukuran *Total Dissolved Solids* (TDS) dalam satuan *parts per million* (ppm) sebagai parameter utama didasarkan pada beberapa pertimbangan krusial. Pertama, ppm secara langsung merepresentasikan konsentrasi total nutrisi makro esensial (N, P, K, Ca, Mg) yang menjadi faktor penentu pertumbuhan vegetatif tanaman daun seperti pakcoy dan selada. Kedua, berdasarkan studi pendahuluan, parameter ppm menunjukkan korelasi kuat ($R^2 > 0,9$) dengan laju pertumbuhan biomassa tanaman hidroponik. Ketiga, dibandingkan parameter lain seperti pH yang fluktuatif akibat pengaruh lingkungan, nilai ppm relatif lebih stabil dan menjadi acuan standar dalam formulasi nutrisi hidroponik komersial.

Tantangan operasional di BBPP Lembang muncul dari keterbatasan sistem pengaturan nutrisi konvensional yang masih mengandalkan kalibrasi manual. Proses ini tidak hanya tidak efisien tetapi juga rentan menghasilkan variasi pengukuran hingga $\pm 15\%$ akibat human error. Kondisi ini sering menyebabkan ketidakstabilan nutrisi yang berdampak pada pertumbuhan tanaman yang tidak optimal.

Solusi yang ditawarkan melalui penelitian ini adalah implementasi sistem pengaturan otomatis berbasis IoT yang mengintegrasikan sensor TDS presisi dengan aktuator cerdas. Sistem ini dirancang untuk secara dinamis menyesuaikan komposisi nutrisi berdasarkan pembacaan real-time nilai ppm, dengan mekanisme kontrol pemilihan *delay* pada solenoid valve yang mampu merespons fluktuasi nutrisi dalam waktu nyata. Pendekatan ini diharapkan dapat mentransformasi praktik budidaya di BBPP Lembang dari metode konvensional menuju sistem pengaturan mandiri yang lebih presisi dan konsisten.

Rancangan sistem ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis pengaturan nutrisi, tetapi juga mempertimbangkan aspek praktis implementasi di lapangan. Dengan menyederhanakan parameter kontrol utama hanya pada ppm, sistem menjadi lebih mudah dioperasikan sekaligus mengurangi kompleksitas pemeliharaan.



Hak Cipta :

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

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka didapatkan permasalahan yaitu:

1. Bagaimana cara merancang sistem kontrol otomatis kualitas air pada tanaman hidroponik secara *real-time* menggunakan parameter PPM?
2. Bagaimana mekanisme sistem dalam mengontrol pemilihan *delay* pada *solenoid valve* melalui relay?
3. Bagaimana cara meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan nutrisi pada sistem hidroponik?

1.3 Batasan Masalah

1. Sistem hanya mengontrol kadar PPM sebagai indikator utama kualitas nutrisi.
2. Sistem bekerja berdasarkan umpan balik TDS sensor dengan logika ON/OFF relay dengan *delay* sederhana.
3. Nutrisi dialirkan secara gravitasi melalui *solenoid valve* tanpa menggunakan pompa.

1.4 Tujuan

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol kualitas air berbasis IoT
2. Membuat sistem yang mampu menyesuaikan kontrol *delay* untuk *solenoid valve* secara dinamis
3. Meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan nutrisi pada sistem hidroponik untuk memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal.

1.5 Luaran

Adapun luaran dalam tugas akhir ini adalah:

1. Laporan Tugas Akhir
2. Draft Artikel Ilmiah
3. Draft HAKI
4. Poster
5. SOP Penggunaan Alat



Hak Cipta :

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

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dengan penelitian yang telah berhasil dilaksanakan di Balai Besar Pelatihan Pertanian Lembang, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol kualitas air hidroponik berbasis IoT yang mampu memantau dan mengatur parameter PPM secara *real-time*. Sistem dirancang dengan memanfaatkan sensor TDS BGT-D718 yang berkomunikasi via protokol RS485 untuk mengukur konsentrasi nutrisi secara akurat, kemudian mengintegrasikannya dengan aktuator solenoid valve yang dikendalikan melalui relay berdasarkan hasil pembacaan sensor. Untuk memenuhi kebutuhan pemantauan *real-time*, sistem terhubung dengan *platform* Blynk yang menampilkan data PPM, volume nutrisi, dan status sistem secara *live*, memungkinkan pengguna melakukan pengawasan jarak jauh.
2. Mekanisme pengontrolan delay pada solenoid valve beroperasi melalui serangkaian proses yang terstruktur. Pertama, sistem membaca nilai setpoint yang telah ditentukan sebagai target konsentrasi nutrisi. Kemudian, sensor TDS secara kontinu mengirimkan data aktual nilai PPM (Parts Per Million) ke sistem untuk diproses. Data ini diolah melalui dua logika kondisi berikut :
 - a) Kondisi Mendekati Setpoint
Apabila nilai PPM aktual mencapai $\geq 50\%$ dari setpoint namun masih di bawah nilai setpoint ($50\% \text{ setpoint} \leq \text{PPM} < \text{setpoint}$), sistem akan mengaktifkan solenoid valve dengan interval delay 1 detik. Logika ini memungkinkan penambahan nutrisi dilakukan secara bertahap dan presisi untuk menghindari overshooting sekaligus mempertahankan stabilitas larutan nutrisi.
 - b) Kondisi Jauh di Bawah Setpoint
Bila nilai PPM aktual berada di bawah 50% dari setpoint ($\text{PPM} < 50\% \text{ setpoint}$), sistem akan mengaktifkan solenoid valve dengan interval delay 2 detik. Pengaturan delay yang lebih panjang ini memungkinkan

Hak Cipta :

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

penambahan nutrisi dalam volume lebih besar secara terkendali, sehingga dapat mempercepat pencapaian kadar nutrisi optimal tanpa mengorbankan akurasi.

3. Meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan nutrisi pada sistem hidroponik adalah dengan cara mengimplementasikan sistem otomatisasi berbasis sensor TDS yang mampu memantau dan mengatur kadar nutrisi secara presisi dan mandiri. Sistem ini bekerja dengan menggunakan sensor TDS terkalibrasi yang mencapai akurasi 93% dibandingkan alat ukur standar, memastikan pengukuran nutrisi dilakukan secara tepat sehingga keputusan pemupukan selalu berdasarkan data yang akurat.

Dari sisi efisiensi, sistem ini menghadirkan terobosan dengan menggantikan peran manual yang selama ini membutuhkan tenaga manusia untuk melakukan pengecekan nilai TDS secara berkala setiap jam dan menambahkan pupuk AB mix ke bak nutrisi. Proses yang sebelumnya memakan waktu dan rentan terhadap human *error* ini kini sepenuhnya diotomatisasi. Sistem secara mandiri memantau kadar nutrisi, mengambil keputusan pemberian pupuk berdasarkan kebutuhan aktual, dan mencatat seluruh aktivitas secara digital.

5.2 Saran

Untuk menyempurnakan sistem kontrol nutrisi hidroponik ini, penerapan *fuzzy logic* dapat menjadi solusi inovatif yang mampu mengatasi keterbatasan logika konvensional berbasis *threshold*. Pendekatan ini akan menghadirkan sistem kontrol yang lebih adaptif dan cerdas, meniru cara manusia mengambil keputusan dalam mengelola nutrisi tanaman. Dengan *fuzzy logic*, sistem tidak lagi terpaku pada batasan rigid seperti 50% *setpoint*, melainkan dapat merespons perubahan kadar nutrisi secara lebih halus dan dinamis.



Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, F. Y., Yaseen, M. T., & Fadhil, A. A. (2024). Water Quality Monitoring and Assessment System Along Tigris River in Mosul City. *Tikrit Journal of Engineering Sciences*, 31(4), 191–201. <https://doi.org/10.25130/tjes.31.4.19>
- Abdurrahman, A., Tjoneng, A., & Saida, S. (2022). PENGARUH JENIS AIR BAKU DAN DOSIS LARUTAN AB MIX PADA PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KAILAN (*Brassica oleraceae*) DENGAN HIDROPONIK SISTEM Deep Flow Technique. *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 3(1), 54–61. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v3i1.201>
- Alfahri Ramadan, F., Gunawan, Y., & Aksar, P. (2022). *Analisis Sistem Perpipaan Pada Hidroponik Sistem Deep Flow Tehnique* (Vol. 7, Nomor 2). <http://ojs.uho.ac.id/index.php/ENTHALPY>
- AM Siregar, N., Haq, M. Z., & Putri, M. (2023). *STUDI DAMPAK PENGGUNAAN INDUCTIVE PROXIMITY TERHADAP SYSTEM SOLENOID VALVE DI PT UNILEVER OLEOCHEMICAL INDONESIA*. <https://www.quora.com>
- Austin, C., Mulyadi, M., & Octaviani, S. (2024). Implementasi IoT dengan ESP 32 Untuk Pemantauan Kondisi Suhu Secara Jarak Jauh Menggunakan MQTT Pada AWS. *Jurnal Elektro*, 15(2), 46–55. <https://doi.org/10.25170/jurnalelektro.v15i2.5141>
- Azizah, O. N. (2023). *Analisis Baudrate Komunikasi Sensor NPK Dengan Mikrokontroller Arduino Mega 2560 menggunakan Modul Max485 TTL*. <https://ojs.amikomsolo.ac.id/index.php/semnasa/article/view/131>
- Dantika, F. A., & Aliyah, A. (2025). Google Spreadsheet Sebagai Sistem Informasi Manajemen yang Murah dan Efisien untuk Meningkatkan Mutu Pembelajaran. *Epistemic: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 4(2), 220–237. <https://doi.org/10.70287/epistemic.v4i2.387>
- Dwigista, C. (2022). PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PRINTED CIRCUIT BOARD (PCB) RAMAH LINGKUNGAN MENGGUNAKAN CONDUCTIVE INK. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 11(1), 31. <https://doi.org/10.30591/polektro.v11i1.2882>
- Elsa Amanda Putri, Olif Aulia, Nabila Dwi Isa Melandari, Jessica Mayddy Amanda, & Amanda Dian Rahmawati. (2024). Meningkatkan Produktivitas Budidaya Hidroponik di Lahan Terbatas Menggunakan Metode PDCA. *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 1(2), 93–101. <https://doi.org/10.62951/hidroponik.v1i2.82>



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

- Fahmi, K., Yusrizhar, Y., & Sufardi, S. (2022). Pengaruh Konsentrasi Larutan Hara AB Mix Terhadap Pertumbuhan Sawi Hijau Pada Media Cocopeat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(1), 677–686. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i1.19009>
- Jepri, Hendrayudi, & Salamudin. (2022). Rancang Bangun Sistem Keamanan Kendaraan Sepeda Motor Menggunakan Sidik Jari Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Informatika dan Komputer*, 13(1), 27–33.
- Putra, D. K., Baskoro, F., Kholis, N., & Widodo, A. (2021). Prototype Smart Fire System Menggunakan Solenoid Valve dan Kamera ESP32-CAM Berbasis IoT. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 11(1), 8–16. <https://doi.org/10.26740/jte.v11n1.p8-16>
- Saukani, I., & Triturani, R. (2022). Pengujian power supply switching komputer 12 Volt di laboratorium Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang. *JURNAL ELTEK*, 20(1), 69–74. <https://doi.org/10.33795/eltek.v20i1.340>
- Surya Prasetyo, A., & Hasan, H. (2024). Rancang Bangun Sistem Transfer Layout PCB Berbasis Arduino Uno R3. *Electrical Network Systems and Sources*, 3(2), 92–96. <https://doi.org/10.58466/entries.v3i2.1638>
- Utami, F. R., Riyadi, M. A., & Christyono, Y. (2020). PERANCANGAN CATU DAYA ARUS SEARAH KELUARAN GANDA SEBAGAI PENGGERAK ROBOT LENGAN ARTIKULASI. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 9(3), 418–427. <https://doi.org/10.14710/transient.v9i3.418-427>



Hak Cipta :

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

LAMPIRAN

Lampiran 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Muhammad Zidane Hasan

Anak Pertama dari lima bersaudara. Lahir di Purwakarta, 04 Mei 2004. Lulus dari SDN 1 Citalang pada tahun 2016, SMPN 5 Purwakarta Pada Tahun 2019, SMAN 1 Purwakarta pada tahun 2022. Gelar Diploma Tiga (D3) pada tahun 2025 dari jurusan Teknik Elektro Program Studi Elektronika Industri di Politeknik Negeri Jakarta.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Lampiran 2

Surat Keterangan Kerjasama Tugas Akhir



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

Jalan Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425

Telepon (021) 7863536 Faksimile (021) 7270034

Laman: <http://www.pnj.ac.id> e-pos: humas@pnj.ac.id

Nomor : 3157 /PL3/PK.01.09/2025

20 Maret 2025

Hal : Surat Dinas PKL TE Mencari Data TA
ke Pimpinan PT Kamiko Cipta Solusi

Yth. Dr. Ir. Ajat Jatnika, M.Sc Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) Lembang
Jl. Kayu Ambon No.82, Kayuambon, Kec. Lembang, Kabupaten Bandung Barat,
Jawa Barat 40391

Salam sejahtera. Semoga Bapak dalam keadaan sehat wal'afiat dalam menjalankan aktifitas sehari-hari.

Berkenaan dengan pelaksanaan kurikulum dan salah satu syarat kelulusan mahasiswa Program Studi Elektronika Industri, Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Jakarta. Maka mohon kiranya dapat membantu mahasiswa kami tersebut di bawah ini untuk melaksanakan Mencari Data Tugas Akhir di instansi/perusahaan yang Bapak pimpin:

N a m a	N I M	Program Studi	No. Telepon
Muhamad Firkah Fansuri	2203321001	Elektronika	088223786945
Muhammad Zidane Hasan	2203321006	Industri	

Adapun waktu yang direncanakan pada tanggal **20 Maret 2025** sampai dengan **24 Mei 2025**. Kami mengharapkan kesediaannya memberi informasi melalui email : elektro@pnj.ac.id dalam rentang waktu satu minggu sejak surat ini diterima.

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas bantuan dan kerja samanya kami ucapkan terima kasih.

a.n. Direktur
Wakil Direktur Bidang Kemahasiswaan
u.b. Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002

Tembusan :

1. Direktur;
 2. Wakil Direktur Bidang Akademik;
 3. Kabag. 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3

Dokumentasi

Hak Cipta :

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



Pengujian Sensor TDS dan Delay Solenoid valve untuk dosing larutan (mL)



Tampak luar dan dalam panel



Solenoid valve dan flowsensor pada sistem perpipaan Larutan. Serta probe sensor TDS pada sistem DFT Hidroponik



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Penyerahan alat kepada pihak BBPP Lembang



Selada pada minggu pertama sebelum sistem otomatis diaplikasikan



Selada pada minggu ketiga setelah sistem otomatis diaplikasikan



Lampiran 4

Program Sistem Kontrol Hidroponik

```
#include <Arduino.h>
#include <ModbusMaster.h>
#include <WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <ArduinoJson.h>

// ----- WiFi & Blynk ----- //
char ssid[] = "Hidroponik PNJ";
char pass[] = "PNJ123456";
char server[] = "iot.serangkota.go.id";
int port = 8080;
char auth[] = "7McEYrtzeprV7WY3tgcB2kfox-7TVKf";

// Google Script Web App
const char *scriptURL =
"https://script.google.com/macros/s/AKfycbzNnY4U-
tkWjcvnDqYKvXgJNsL9J8ApbOLC0bYi9nM5EH742BpVoMqvGdhxpPJ0y3InCA/exec";

//pin Hardware
#define BLYNK_PRINT Serial
BlynkTimer timer;
WidgetLED ledBlynk(V4);
#define RXD2 16
#define TXD2 17
#define flowsensor 18
#define relay 13
#define NilaiTDS V0
#define relayindikator V1
#define setpointppm V3
#define totallarutan V5
#define volumepersiklus V6

//Inisialisasi bit untuk modbus
static const uint8_t SLAVE_ID = 1;
static const uint32_t BAUD_RATE = 9600;
static const uint8_t DATA_BITS = 8;
static const char* PARITY = "none";
static const uint8_t STOP_BITS = 1;
ModbusMaster node;

uint32_t calcSerialConfig(uint8_t dataBits, const char* parity,
uint8_t stopBits) {
```

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

```
uint32_t mode;
if (dataBits == 8) {
    if (strcmp(parity, "even") == 0) mode = SERIAL_8E1;
    else if (strcmp(parity, "odd") == 0) mode = SERIAL_8O1;
    else mode = SERIAL_8N1;
} else {
    Serial.println("Invalid data bits, default 8N1");
    mode = SERIAL_8N1;
}

if (stopBits == 2) {
    if (mode == SERIAL_8N1) mode = SERIAL_8N2;
    else if (mode == SERIAL_8E1) mode = SERIAL_8E2;
    else if (mode == SERIAL_8O1) mode = SERIAL_8O2;
}
return mode;
}

// ----- Flow Meter ----- //
volatile int pulseCount = 0;
unsigned long totalMilliLitres = 0;

unsigned int flowMilliLitres = 0;
unsigned long flowOldTime = 0;
const float calibrationFactor = 4.5;

void IRAM_ATTR pulseCounter() {
    pulseCount++;
}

// ----- Relay dan Dosing Control ----- //
int setpointTDS = 0;
bool dosingInProgress = false;
int tdsValue = 0;
const long DOSING_DELAY = 1800000L; // 30 menit (1800000ms)
const long DOSING_DURATION_1 = 1000; // 1 detik untuk >=50%
const long DOSING_DURATION_2 = 2000; // 2 detik untuk >=25% && <50%
long currentDosingDuration = 0;

// ----- Deklarasi Fungsi ----- //
void startDosing(long duration);
void checkFlow();
void readModbusAndSend();
void initiateDosingCheck();
void sendToGoogleSheets();
void stopDosing();
```




Hak Cipta :

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

```
void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Serial.println("\n=== ESP32 Modbus RTU + Flow Meter + Blynk +
Time-based Dosing + Google Sheets ===");

    uint32_t cfg = calcSerialConfig(DATA_BITS, PARITY, STOP_BITS);
    Serial2.begin(BAUD_RATE, cfg, RXD2, TXD2);
    node.begin(SLAVE_ID, Serial2);

    pinMode(flowsensor, INPUT_PULLUP);
    attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(flowsensor), pulseCounter,
FALLING);

    pinMode(relay, OUTPUT);
    digitalWrite(relay, HIGH); // Relay aktif LOW, jadi HIGH = off

    Blynk.begin(auth, ssid, pass, server, port);

    timer.setInterval(2000L, readModbusAndSend);
    timer.setInterval(1000L, checkFlow); // Periksa flow setiap detik
    timer.setInterval(60000L, sendToGoogleSheets);
}

// ----- Loop ----- //
void loop() {
    Blynk.run();
    timer.run();
}

// ----- Setpoint TDS dari Blynk ----- //
BLYNK_WRITE(setpointppm) {
    setpointTDS = param.asInt();
    Serial.print("Setpoint TDS diatur: ");
    Serial.println(setpointTDS);
    if (!dosingInProgress) {
        initiateDosingCheck();
    }
}

// ----- Baca TDS ----- //
void readModbusAndSend() {
    uint8_t result = node.readHoldingRegisters(0, 2);
    if (result == node.ku8MBSuccess) {
        tdsValue = node.getResponseBuffer(1);
        Serial.printf("TDS (Modbus): %d PPM\n", tdsValue);
        Blynk.virtualWrite(NilaiTDS, tdsValue);
    }
}
```



Hak Cipta :

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

```
// Beri peringatan jika TDS > setpoint
if (tdsValue > setpointTDS) {
    ledBlynk.on();
} else {
    ledBlynk.off();
}

if (!dosingInProgress && setpointTDS > 0) {
    initiateDosingCheck();
}
} else {
    Serial.printf("Modbus Error: 0x%02X\n", result);
}
}

// ----- Cek Perlu Dosing ----- //
void initiateDosingCheck() {
    float threshold50 = setpointTDS * 0.5;

    if (tdsValue >= threshold50 && tdsValue < setpointTDS) {
        startDosing(DOSING_DURATION_1); // 1 detik
    }
    else if (tdsValue < threshold50) {
        startDosing(DOSING_DURATION_2); // 2 detik
    }
    else if (tdsValue >= setpointTDS){
        digitalWrite(relay, HIGH); //relay off
    }
}

// ----- Mulai Dosing ----- //
void startDosing(long duration) {
    if (dosingInProgress) return;

    dosingInProgress = true;
    currentDosingDuration = duration;

    digitalWrite(relay, LOW);
    Blynk.virtualWrite(relayindikator, 1); // Status relay ON (V1)
    timer.setTimeout(duration, stopDosing);
}

// ----- Stop Dosing ----- //
void stopDosing() {
    digitalWrite(relay, HIGH); // Matikan relay
    Blynk.virtualWrite(relayindikator, 0); // Indikator relay OFF
    Serial.println(">> Dosing selesai. Matikan solenoid.");
}
```




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 Politeknik Negeri Jakarta

```
Serial.println(">> Menunggu 30 menit...");
timer.setTimeout(DOSING_DELAY, []() {
    Serial.println(">> Waktu tunggu selesai, akan cek ulang TDS.");
    dosingInProgress = false;
});
}

// ----- Monitor Flow ----- //
void checkFlow() {
    if (millis() - flowOldTime >= 1000) { // Hitung flow setiap detik
        noInterrupts();
        int currentPulses = pulseCount;
        pulseCount = 0;
        interrupts();

        // Hitung volume (mL) yang keluar dalam 1 detik
        flowMilliLitres = (1000.0 / calibrationFactor) * currentPulses /
10;
        totalMilliLitres += flowMilliLitres;
        flowOldTime = millis();

        // Kirim ke Blynk: Total Volume (V5) dan Volume per Dosing (V6)
        Blynk.virtualWrite(totallarutan, totalMilliLitres);
        Blynk.virtualWrite(volumepersiklus, flowMilliLitres);
    }
}

// ----- Kirim ke Google Sheets ----- //
void sendToGoogleSheets() {
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
        HTTPClient http;
        http.begin(scriptURL);
        http.addHeader("Content-Type", "application/json");

        StaticJsonDocument<200> doc;
        doc["sensor1"] = tdsValue;
        doc["sensor2"] = flowMilliLitres;
        doc["sensor3"] = totalMilliLitres;
        doc["sensor4"] = digitalRead(relay) == LOW ? "terbuka" :
"tertutup";

        String jsonData;
        serializeJson(doc, jsonData);

        int httpResponseCode = http.POST(jsonData);
        Serial.print("HTTP Response: ");
```



Hak Cipta :

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

```
Serial.println(httpResponseCode);

if (httpResponseCode > 0) {
    String response = http.getString();
    Serial.println("Google Sheets Response:");
    Serial.println(response);
} else {
    Serial.println("Error Sending POST");
}

http.end();
} else {
    Serial.println("WiFi Not Connected");
}
}
```





Lampiran 5

Data Logger pada Web Google Sheet

Tanggal & Waktu	Nilai TDS (PPM)	Volume per siklus (mL)	Total Volume (mL)	Status Solenoid
01/06/2025 13:54:00	42			OFF
01/06/2025 14:04:00	42			OFF
01/06/2025 14:39:00	102	216	216	ON
01/06/2025 14:47:00	170		216	OFF
01/06/2025 14:57:00	159		216	OFF
01/06/2025 15:07:00	158		216	OFF
01/06/2025 15:09:00	159	216	432	ON
01/06/2025 15:14:00	186		432	OFF
01/06/2025 15:24:00	209		432	OFF
01/06/2025 15:34:00	207		432	OFF
01/06/2025 15:44:00	206		432	OFF
01/06/2025 15:44:00	206	215	647	ON
01/06/2025 15:54:00	241		647	OFF
01/06/2025 16:04:00	240		647	OFF
01/06/2025 16:14:00	240		647	OFF
01/06/2025 16:14:00	240	218	865	ON
01/06/2025 16:24:00	266		865	OFF
01/06/2025 16:34:00	265		865	OFF
01/06/2025 16:44:00	263		865	OFF
01/06/2025 16:45:00	263	208	1073	ON
01/06/2025 16:54:00	283		1073	OFF
01/06/2025 17:04:00	282		1073	OFF
01/06/2025 17:14:00	283		1073	OFF
01/06/2025 17:15:00	282	217	1290	ON
01/06/2025 17:24:00	303		1290	OFF
01/06/2025 17:34:00	302		1290	OFF
01/06/2025 17:44:00	307		1290	OFF
01/06/2025 17:45:00	307	198	1488	ON
01/06/2025 17:54:00	329		1488	OFF
01/06/2025 18:04:00	327		1488	OFF

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

01/06/2025 18:14:00	325		1488	OFF
01/06/2025 18:15:00	327	192	1680	ON
01/06/2025 18:24:00	348		1680	OFF
01/06/2025 18:34:00	348		1680	OFF
01/06/2025 18:44:00	345		1680	OFF
01/06/2025 18:45:00	346	200	1880	ON
01/06/2025 18:54:00	382		1880	OFF
01/06/2025 19:04:00	380		1880	OFF
01/06/2025 19:14:00	380		1880	OFF
01/06/2025 19:15:00	379	197	2077	ON
01/06/2025 19:24:00	406		2077	OFF
01/06/2025 19:34:00	404		2077	OFF
01/06/2025 19:44:00	403		2077	OFF
01/06/2025 19:45:00	403	104	2181	ON
01/06/2025 19:54:00	422		2181	OFF
01/06/2025 20:04:00	421		2181	OFF
01/06/2025 20:14:00	380		2181	OFF
01/06/2025 20:15:00	381	108	2289	ON
01/06/2025 20:24:00	400		2289	OFF
01/06/2025 20:34:00	397		2289	OFF
01/06/2025 20:44:00	397		2289	OFF
01/06/2025 20:45:00	397	109	2398	ON
01/06/2025 20:54:00	414		2398	OFF
01/06/2025 21:04:00	413		2398	OFF
01/06/2025 21:14:00	412		2398	OFF
01/06/2025 21:15:00	412	102	2500	ON
01/06/2025 21:24:00	427		2500	OFF
01/06/2025 21:34:00	427		2500	OFF
01/06/2025 21:44:00	427		2500	OFF
01/06/2025 21:45:00	426	101	2601	ON
01/06/2025 21:54:00	440		2601	OFF
01/06/2025 22:04:00	440		2601	OFF
01/06/2025 22:14:00	439		2601	OFF
01/06/2025 22:15:00	439	101	2702	ON



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

01/06/2025 22:24:00	449		2702	OFF
01/06/2025 22:34:00	447		2702	OFF
01/06/2025 22:44:00	446		2702	OFF
01/06/2025 22:45:00	450	104	2806	ON
01/06/2025 22:54:00	456		2806	OFF
01/06/2025 23:04:00	454		2806	OFF
01/06/2025 23:14:00	454		2806	OFF
01/06/2025 23:15:00	453	101	2907	ON
01/06/2025 23:24:00	462		2907	OFF
01/06/2025 23:34:00	462		2907	OFF
01/06/2025 23:44:00	461		2907	OFF
01/06/2025 23:46:00	461	101	3008	ON
01/06/2025 23:54:00	471		3008	OFF
02/06/2025 0:04:00	469		3008	OFF
02/06/2025 0:14:00	471		3008	OFF
02/06/2025 0:16:00	469	103	3111	ON
02/06/2025 0:24:00	477		3111	OFF
02/06/2025 0:34:00	475		3111	OFF
02/06/2025 0:44:00	476		3111	OFF
02/06/2025 0:46:00	476	109	3220	ON
02/06/2025 0:54:00	487		3220	OFF
02/06/2025 1:04:00	485		3220	OFF
02/06/2025 1:14:00	485		3220	OFF
02/06/2025 1:16:00	485	101	3321	ON
02/06/2025 1:24:00	492		3321	OFF
02/06/2025 1:34:00	493		3321	OFF
02/06/2025 1:44:00	492		3321	OFF
02/06/2025 1:46:00	488	103	3423	ON
02/06/2025 1:54:00	482		3423	OFF
02/06/2025 2:04:00	488		3423	OFF
02/06/2025 2:14:00	489		3423	OFF
02/06/2025 2:16:00	482	104	3525	ON
02/06/2025 2:24:00	482		3525	OFF
02/06/2025 2:34:00	485		3525	OFF



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

02/06/2025 2:44:00	486		3525	OFF
02/06/2025 2:46:00	490	100	3625	ON
02/06/2025 2:54:00	482		3625	OFF
02/06/2025 3:04:00	486		3625	OFF
02/06/2025 3:14:00	485		3625	OFF
02/06/2025 3:16:00	484	105	3730	ON
02/06/2025 3:24:00	486		3730	OFF
02/06/2025 3:34:00	481		3730	OFF
02/06/2025 3:44:00	482		3730	OFF
02/06/2025 3:46:00	482	106	3836	ON
02/06/2025 3:54:00	486		3836	OFF
02/06/2025 4:04:00	483		3836	OFF
02/06/2025 4:14:00	482		3836	OFF
02/06/2025 4:16:00	480	100	3936	ON
02/06/2025 4:24:00	481		3936	OFF
02/06/2025 4:34:00	480		3936	OFF
02/06/2025 4:44:00	480		3936	OFF
02/06/2025 4:46:00	479	109	4045	ON
02/06/2025 4:54:00	480		4045	OFF
02/06/2025 5:04:00	480		4045	OFF
02/06/2025 5:14:00	480		4045	OFF
02/06/2025 5:16:00	478	105	4150	ON
02/06/2025 5:24:00	483		4150	OFF
02/06/2025 5:34:00	481		4150	OFF
02/06/2025 5:44:00	483		4150	OFF
02/06/2025 5:47:00	479	106	4256	ON
02/06/2025 5:54:00	480		4256	OFF
02/06/2025 6:04:00	482		4256	OFF
02/06/2025 6:14:00	483		4256	OFF
02/06/2025 6:17:00	479	100	4356	ON
02/06/2025 6:24:00	481		4356	OFF
02/06/2025 6:34:00	481		4356	OFF
02/06/2025 6:44:00	478		4356	OFF
02/06/2025 6:47:00	479	107	4463	ON



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

02/06/2025 6:54:00	482		4463	OFF
02/06/2025 7:04:00	485		4463	OFF
02/06/2025 7:14:00	489		4463	OFF
02/06/2025 7:17:00	488	102	4565	ON
02/06/2025 7:24:00	491		4565	OFF
02/06/2025 7:34:00	485		4565	OFF
02/06/2025 7:44:00	488		4565	OFF
02/06/2025 7:47:00	489	101	4666	ON
02/06/2025 7:54:00	487		4666	OFF
02/06/2025 8:04:00	490		4666	OFF
02/06/2025 8:14:00	493		4666	OFF
02/06/2025 8:17:00	492	104	4770	ON
02/06/2025 8:24:00	494		4770	OFF
02/06/2025 8:34:00	491		4770	OFF
02/06/2025 8:44:00	493		4770	OFF
02/06/2025 8:47:00	490	108	4878	ON
02/06/2025 8:54:00	485		4878	OFF
02/06/2025 9:04:00	493		4878	OFF
02/06/2025 9:14:00	495		4878	OFF
02/06/2025 9:17:00	495	106	4984	ON
02/06/2025 9:24:00	495		4984	OFF
02/06/2025 9:34:00	497		4984	OFF
02/06/2025 9:44:00	498		4984	OFF
02/06/2025 9:47:00	502	100	5084	ON
02/06/2025 9:54:00	497		5084	OFF
02/06/2025 10:04:00	494		5084	OFF
02/06/2025 10:14:00	505		5084	OFF
02/06/2025 10:17:00	502	102	5186	ON
02/06/2025 10:24:00	505		5186	OFF
02/06/2025 10:34:00	508		5186	OFF
02/06/2025 10:44:00	507		5186	OFF
02/06/2025 10:47:00	507	106	5292	ON
02/06/2025 10:54:00	510		5292	OFF
02/06/2025 11:04:00	560		5292	OFF



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

02/06/2025 11:17:00	549	102	5394	ON
02/06/2025 11:24:00	548		5394	OFF
02/06/2025 11:44:00	562		5394	OFF
02/06/2025 11:47:00	563	105	5499	ON
02/06/2025 11:54:00	563		5499	OFF
02/06/2025 12:04:00	562		5499	OFF
02/06/2025 12:14:00	562		5499	OFF
02/06/2025 12:24:00	563		5499	OFF





SOP Penggunaan



TUGAS AKHIR ELEKTRONIKA INDUSTRI

PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN KONTROL KUALITAS AIR PADA TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS IoT

DIRANCANG OLEH:

1. Muhamad Firkah Fansuri (2203321001)
2. Muhammad Zidane Hasan (2203321006)

DOSEN PEMBIMBING:

1. Rika Novita Wardhani S.T., M.T.
2. Dr. Drs Ahmad Tossin Alamsyah S.T., M.T



Alat dan Bahan :

- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1. ESP32 | 8. Stepdown LM2956 12VDC to 5VDC |
| 2. Sensor BGT-D718-TDS | 9. Kabel Awg 22 |
| 3. Flowsensor | 10. Connector pin |
| 4. Solenoid Valve (2 Buah) | 11. Router Wi-Fi |
| 5. Relay | |
| 6. Modul MAX485 | |
| 7. Power Supply 12VDC | |

Prosedur Pengujian :

1. Siapkan bahan dan alat sesuai pada tabel
2. Hubungkan power supply pada terminal dengan lisrik
3. Sambung ESP32 dengan Wi-Fi
4. Buka aplikasi blynk yang terhubung dengan internet
5. Buka web google sheets yang terhubung dengan internet
6. Atur Setpoint pada platform blynk sesuai kebutuhan
7. Sistem akan otomatis melakukan eksekusi kontrol untuk mencapai setpoint PPM
8. Monitoring dapat dilakukan pada platform Blynk maupun Google sheet
9. Jika terkendala error, maka lakukan reset esp32 ataupun cabut dan sambungkan kembali power.

Hak Cipta :

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

Lampiran 7

Poster



PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAN KONTROL KUALITAS AIR PADA TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS IoT

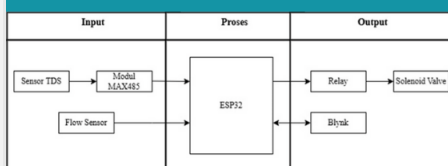
Pendahuluan

Pertanian hidroponik adalah metode budidaya tanpa tanah yang menggunakan larutan nutrisi sebagai media tumbuh, di mana kualitas larutan, khususnya nilai TDS, sangat menentukan keberhasilan tanaman. Pemantauan dan penyesuaian TDS yang masih dilakukan secara manual sering kali kurang efisien. Untuk itu, dirancang sistem otomatis berbasis ESP32 yang dilengkapi sensor TDS, flow sensor, dan solenoid valve untuk mengatur injeksi larutan pekat secara berkala. Data dikirim ke Google Sheets dan Blynk setiap 10 menit serta saat solenoid aktif, sehingga pengguna dapat memantau kondisi nutrisi secara real-time. Sistem ini mendukung pengelolaan nutrisi hidroponik secara presisi dan minim intervensi manual.

Tujuan

- Mendapatkan informasi unsur hara tanah secara akurat dan waktu nyata memungkinkan penentuan kebutuhan nutrisi tanaman dengan lebih tepat.
- Mendukung peningkatan hasil pertanian yang berkelanjutan melalui metode yang efisien dan ramah lingkungan.

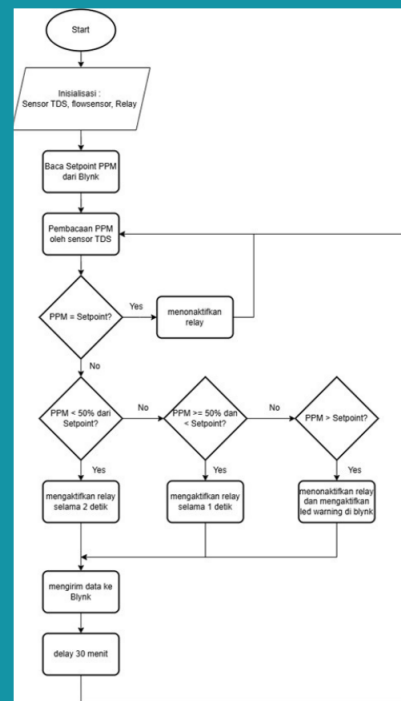
Blok Diagram



Cara Kerja Alat

Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor TDS dan flow sensor untuk memantau konsentrasi dan volume larutan nutrisi. Setiap 30 menit, ESP32 mengaktifkan solenoid valve untuk menambahkan larutan pekat, lalu membaca kembali nilai TDS. Jika masih di bawah setpoint, proses injeksi diulang pada siklus berikutnya. Data TDS, volume, dan status solenoid dikirim otomatis setiap 10 menit ke Google Sheets dan Blynk, sehingga pengguna dapat memantau kondisi nutrisi tanaman secara real-time melalui smartphone.

Flow Chart



Hak Cipta :

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