



© 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



RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK PADA GREENHOUSE

TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

INTAN AULIA CHAMILA

2203311063

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
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



**RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK PADA
GREENHOUSE**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu untuk memperoleh gelar Diploma Tiga

Intan Aulia Chamila

2203311063

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Intan Aulia Chamila
NIM : 2203311063
Program Studi : Teknik Listrik
Tanda Tangan :

Tanggal : 19 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 HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Intan Aulia Chamila
NIM : 2203311063
Program Studi : Teknik Listrik
Judul Tugas Akhir : Sistem *Smart Farming* untuk Media Hidroponik Pada *Greenhouse*
Sub Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Hidroponik Pada *Greenhouse*

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

Pembimbing 1 : Muchlishah, S.T., M.T. ()
NIP. 198410202019032015

Pembimbing 2 : Silowardono, S.T., M.Si. ()
NIP. 196205171988031002

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 8 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murle Dwiyaniti, S. T., M.T
NIP. 19780331200312200



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, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat waktu. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Diploma III di Politeknik Negeri Jakarta. Tugas Akhir ini berjudul “Rancang Bangun Sistem Hidroponik Pada *Greenhouse*”.

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

1. Bapak Silowardono, S.T., M.Si. dan Ibu Muchlishah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, serta pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Jakarta;
3. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan berupa dukungan material dan moral;
4. Teman-teman terkhusus dari TL-D 22 yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

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

Depok, 19 Juni 2025
Penulis

Intan Aulia Chamila



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

ABSTRAK

Pengujian ini bertujuan untuk merancang serta merealisasikan sistem kontrol hidroponik pada greenhouse berbasis PLC dan ESP32. Permasalahan yang dibahas yakni bagaimana cara membangun sistem untuk hidroponik yang efisien dalam mengatur kualitas larutan nutrisi untuk tanaman hidroponik, serta apakah rancangan yang telah dibuat terealisasi dengan sangat baik. Sistem ini menggunakan PLC GLOFA G7M-DR30U sebagai kontrol utama dalam sistem hidroponik dan ESP32 sebagai alat pemroses data dari sensor pH, sensor TDS dan sensor Ultrasonik. Rancang Bangun untuk sistem pengoperasian kontrolnya ini terdapat dua mode, yakni mode manual dan mode auto yang dikendalikan dengan selector switch pada pintu panel. Untuk metode pengujian yang dilakukan meliputi perancangan panel, instalasi komponen, perakitan, dan pengujian wiring, yang dilakukan baik tanpa maupun dengan tegangan. Pengujian dilakukan dengan menganalisis tegangan pada beban yang diukur dan dibaca oleh multimeter. Hasil dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa tegangan berada dalam batas toleransi yang sesuai dengan standar PUIL dan IEC, serta untuk nilai error dalam pembacaan sensor pH dan sensor TDS masih dalam batas toleransi yang dapat diterima yang dimana tidak melebihi $\pm 13\%$. Untuk nilai resistansi hasil penelitian ini diperoleh nilai antara 0,1–0,2 Ohm. Nilai ini masih berada di bawah batas toleransi maksimal 1 Ohm, yang Dimana biasanya jika sudah lebih dari 0,4 Ohm pemasangan kabel ada yang kendur. Sistem kontrol hidroponik ini dapat bekerja dengan stabil dan akurat, serta dapat dikembangkan lebih lanjut untuk pemantauan berbasis IoT. Dengan demikian, sistem hidroponik ini dapat diterapkan sebagai solusi otomatisasi pertanian modern berbasis teknologi kelistrikan.

Kata Kunci: ESP32, Greenhouse, Hidroponik, pH, PLC, TDS.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

ABSTRACT

This study aims to design and implement a hydroponic control system in a greenhouse based on PLC and ESP32. The main problem addressed is how to build an efficient system for managing the quality of nutrient solutions in hydroponic cultivation, and whether the designed system can be realized effectively. The system uses a GLOFA G7M-DR30U PLC as the main controller and an ESP32 as the data processor for the pH sensor, TDS sensor, and ultrasonic sensor. The control operation of the system features two modes: manual and automatic, which are selected using a selector switch mounted on the panel door. The testing method includes panel design, component installation, assembly, and wiring tests conducted both with and without voltage. Testing was carried out by analyzing the voltage at the load using a multimeter. The results showed that the voltage remained within the tolerance limits specified by PUIL and IEC standards. Furthermore, the error values in pH and TDS sensor readings were within acceptable tolerance levels, not exceeding $\pm 13\%$. The resistance values obtained during the testing ranged from 0.1 to 0.2 Ohms, which is below the maximum tolerance limit of 1 Ohm. Typically, resistance values above 0.4 Ohms indicate loose cable connections. This hydroponic control system operates stably and accurately and has the potential to be further developed into an IoT-based monitoring system. Therefore, this hydroponic system can serve as a modern, electrically-driven agricultural automation solution.

Key words: *ESP32, Greenhouse, Hydroponics, pH, PLC, TDS*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Rancang Bangun	4
2.2 Hidroponik	4
2.3 <i>Greenhouse</i>	5
2.4 Tanaman Kangkung	6
2.5 ESP32	7
2.6 Arduino IDE	8
2.7 Sensor	9
2.8 <i>Programmable Logic Controller (PLC) GLOFA G7M-DR30U</i>	11
2.9 <i>Miniature Circuit Breaker (MCB)</i>	12
2.10 <i>Power Supply</i>	13
2.11 <i>Relay Board 5V</i>	14
2.12 <i>Converter DC to DC LM2596</i>	14
2.13 <i>LCD 5V</i>	15
2.14 <i>Pompa Air 24V DC</i>	15
2.15 <i>Kabel</i>	16
2.16 <i>Selector Switch LA38-20X3</i>	19
2.17 <i>Push Button LA38-11BN</i>	20
2.18 <i>Pilot Lamp LED</i>	20
2.19 <i>Terminal Block</i>	21
2.20 <i>Solenoid Valve 24V DC</i>	22
2.21 <i>Penentuan Komponen</i>	22
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	24
3.1 Perancangan Alat	24
3.1.1 Deskripsi Alat	25
3.1.2 Cara Kerja Alat	26
3.1.3 Spesifikasi Alat	28
3.1.4 Diagram Blok	37
3.2 Realisasi Rancang Bangun	38
3.2.1 Perancangan Desain Hidroponik	39
3.2.2 <i>Layout Panel Sistem Hidroponik</i>	40



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

3.2.3 <i>Wiring</i> Sistem Hidroponik	42
3.2.4 Perhitungan Arus.....	43
3.2.5 Pemilihan Komponen.....	45
BAB IV PEMBAHASAN.....	47
4.1 Pengujian <i>Wiring</i> Sistem Hidroponik Tanpa Tegangan.....	47
4.1.1 Deskripsi Pengujian.....	47
4.1.2 Prosedur Pengujian.....	47
4.1.3 Data Hasil Pengujian.....	47
4.1.4 Analisis Data / Evaluasi	49
4.2 Pengujian <i>Wiring</i> Sistem Hidroponik Bertegangan	49
4.2.1 Deskripsi Pengujian.....	50
4.2.2 Prosedur Pengujian.....	50
4.2.3 Data Hasil Pengujian.....	50
4.2.4 Analisis Data	52
BAB V PENUTUP.....	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	62
LAMPIRAN	63

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 KHA Penampang Kabel Instalasi Berdasarkan PUIL 2011.....	18
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat	29
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian <i>Wiring</i> Tanpa Tegangan.....	47
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian <i>Wiring</i> Bertegangan Dengan <i>Supply</i> AC 220V	50
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian <i>Wiring</i> Bertegangan Dengan <i>Supply</i> DC 24V	51
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian <i>Wiring</i> Bertegangan dengan <i>Supply</i> DC 5V	52
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian <i>Wiring</i> Bertegangan dengan <i>Supply</i> DC 3,3V	52



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.....	5
Gambar 2. 2 <i>Greenhouse</i>	6
Gambar 2. 3 Tanaman Kangkung	7
Gambar 2. 4 ESP32	7
Gambar 2. 5 Arduino IDE	8
Gambar 2. 6 <i>Sensor pH DFRobot Meter Kit V2 KB2004</i>	9
Gambar 2. 7 <i>Sensor TDS DFRobot SEN-0244</i>	10
Gambar 2. 8 Sensor Ultrasonik HC-SR04	11
Gambar 2. 9 <i>Programmable Logic Controller GLOFA G7M-DR30U</i>	12
Gambar 2. 10 MCB Schneider 4A	13
Gambar 2. 11 <i>Power Supply 24 Volt</i>	13
Gambar 2. 12 <i>Relay Board 5V 6 Channel</i>	14
Gambar 2. 13 LM2596	15
Gambar 2. 14 LCD 5V	15
Gambar 2. 15 Pompa Air 24V DC	16
Gambar 2. 16 Kabel AWG 20	17
Gambar 2. 17 Kabel AWG 26	17
Gambar 2. 18 Kabel NYAF 1,5mm	19
Gambar 2. 19 <i>Selector Switch</i>	19
Gambar 2. 20 <i>Push Button LA38-11BN</i>	20
Gambar 2. 21 <i>Pilot Lamp LED AD16-22DS</i>	21
Gambar 2. 22 <i>Terminal Block</i>	21
Gambar 2. 23 <i>Solenoid Valve 24V DC</i>	22
Gambar 3. 1 Rancangan <i>Greenhouse</i> Tampak Atas	24
Gambar 3. 2 Rancangan <i>Greenhouse</i> Tampak Dalam	25
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Manual Sistem Hidroponik	27
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Otomatis Sistem Hidroponik	28
Gambar 3. 5 Diagram Blok Sistem Hidroponik	38
Gambar 3. 6 Desain Hidroponik	39
Gambar 3. 7 Realisasi Hidroponik	40
Gambar 3. 8 <i>Layout</i> Panel Sistem Hidroponik.....	40
Gambar 3. 9 Realisasi Panel Sistem Hidroponik Tampak Depan.....	41
Gambar 3. 10 Realisasi Panel Sistem Hidroponik Tampak Dalam.....	41
Gambar 3. 11 Wiring Diagram Sensor, ESP32, dan Relay.....	42
Gambar 3. 12 <i>Wiring</i> Diagram PLC Pada Sistem Hidroponik	43



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 Kerangka <i>Greenhouse</i>	63
Lampiran 2 Membuat Kabel <i>Female - Male</i> Dari Kabel AWG 26.....	63
Lampiran 3 Membuat Desain Kerangka Panel	63
Lampiran 4 Menentukan Tata Letak Komponen Pada Panel.....	64
Lampiran 5 Pengujian Kinerja Komponen.....	64
Lampiran 6 Proses Pengujian Larutan Nutrisi dengan pH Meter	64
Lampiran 7 Proses Pengujian Larutan Nutrisi dengan TDS Meter.....	65
Lampiran 8 Pengujian Resistansi Pada <i>Wiring</i> Tanpa Tegangan	65
Lampiran 9 Realisasi Hidroponik	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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada peningkatan populasi global juga peningkatan kebutuhan pangan di era *modern* mendorong munculnya banyak inovasi dalam bidang pertanian. Salah satunya, yaitu berkembangnya sistem hidroponik yang memungkinkan tanaman tumbuh tanpa menggunakan tanah, tetapi dengan menggunakan larutan air yang dicampurkan dengan larutan nutrisi juga pH yang dibutuhkan oleh tanaman (Gruda, 2019). Sistem ini memiliki keunggulan dalam efisiensi penggunaan air, pengontrolan larutan nutrisi yang presisi serta memiliki kemampuan yang sangat cocok untuk diterapkan di lingkungan manapun.

Sistem hidroponik mulai banyak diterapkan pada *greenhouse*. *Greenhouse* atau rumah kaca itu sendiri merupakan struktur yang memungkinkan untuk melakukan kontrol pada lingkungan yang lebih baik, seperti pengaturan suhu, pengaturan kelembapan serta perlindungan terhadap cuaca ekstrim maupun serangan hama (Niswar, 2024). Penggunaan sistem hidroponik pada *greenhouse* ini mampu meningkatkan hasil panen hingga sekitar 30% jika dibandingkan dengan metode konvensional, dengan konsumsi air yang juga lebih hemat sebanyak 70% (Ramadhan et al., 2015). Integrasi antara sistem hidroponik dengan *greenhouse* juga merupakan kombinasi yang sangat potensial dalam peningkatan produktivitas pertanian secara berkelanjutan.

Untuk mencapai efisiensi yang maksimal, maka diperlukan suatu sistem berbasis teknologi otomasi berbasis *smart farming* yang dapat memantau serta mengendalikan parameter-parameter penting secara *real-time*. *Smart farming* digunakan untuk mengintegrasikan antara sensor, ESP32, serta *Programmable Logic Controller* atau biasa disebut PLC. Penggunaan sensor untuk memonitoring kandungan nutrisi dan pH secara otomatis dapat meningkatkan kualitas serta konsistensi dalam pertumbuhan tanaman secara signifikan (Hutasoit, 2023). Penggunaan PLC sebagai sistem kontrol utama dalam *greenhouse* ini pun dapat mendukung otomasi industri pertanian, karena memungkinkan proses penyiraman, pemberian larutan nutrisi dan juga



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

pemantauan parameter lingkungan yang dapat dilakukan secara otomatis dengan daya tahan, kecepatan, serta akurasi yang lebih unggul dibandingkan dengan mikrokontroler biasa (Aprianto, 2024).

Sebagaimana latar belakang tersebut, pada penelitian tugas akhir ini memiliki tujuan untuk merancang serta membangun sistem hidroponik pada *greenhouse*, berbasis teknologi otomatis dengan harapan, mampu meningkatkan efisiensi, akurasi pengontrolan nutrisi serta kualitas hasil budidaya tanaman secara keseluruhan. Maka daripada itu, penulis mengambil judul “Rancang Bangun Sistem Hidroponik Pada *Greenhouse*” dalam penelitian kali ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

- Bagaimana konsep rancang bangun pada sistem hidroponik pada *greenhouse* dapat terealisasi?
- Komponen apa saja yang digunakan pada rancang bangun sistem hidroponik pada *greenhouse*?
- Bagaimana hasil *commissioning* pada alat sistem hidroponik pada *greenhouse*?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai yaitu:

- Dapat mendesain struktur sistem hidroponik pada *greenhouse* dengan sesuai.
- Mengetahui komponen apa saja yang digunakan dalam sistem hidroponik.
- Memastikan bahwa rangkaian sudah benar dan sesuai dengan *wiring* proses panel sistem hidroponik.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, terdapat batasan masalah agar pembahasan lebih fokus dan terarah. Batasan tersebut yaitu:

- Tanaman yang ditanam pada alat ini merupakan tanaman kangkung.
- Kontrol utama alat ini merupakan PLC dan ESP32.
- Aktuator yang dikontrol adalah sensor pH, sensor TDS dan sensor ultrasonik.



© 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

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari penulis ini yaitu:

- a. Alat dan sistem kontrol hidroponik.
- b. Laporan Tugas Akhir.
- c. Dokumentasi sistem.
- d. Data pengujian sistem.



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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, dan pengujian yang telah dilakukan pada sistem hidroponik pada *greenhouse*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem *Smart Farming* pada media hidroponik telah berhasil dirancang serta direalisasikan dengan menggunakan kombinasi antara ESP32 dan PLC Glofa G7M-DR30U, yang berfungsi untuk membaca, mengendalikan parameter-parameter penting pada hidroponik (seperti sensor pH, TDS, serta ketinggian air) secara otomatis maupun manual.
2. Perancangan sistem kontrol dan panel kelistrikan telah dilakukan dengan mempertimbangkan aspek keamanan, kompatibilitas komponen, serta efisiensi *wiring* sesuai standar kelistrikan yang berlaku termasuk penggunaan kabel berdasarkan KHA sesuai PUIL 2011.
3. Pengujian *wiring* sistem hidroponik, baik tanpa tegangan maupun dengan tegangan menunjukkan hasil bahwa seluruh komponen terhubung dengan baik serta bekerja sesuai dengan fungsinya.
4. Berdasarkan pengujian *wiring* tanpa tegangan, seluruh komponen dinyatakan terhubung dengan baik. Pengukuran resistansi berada di kisaran 0,1–0,2 Ohm, masih jauh di bawah ambang batas toleransi maksimal 1 Ohm sebagaimana diatur dalam IEC 60364-6, sehingga menunjukkan bahwa sambungan *wiring* sesuai dan tidak terdapat *open circuit* maupun sambungan longgar.
5. Hasil pengujian *wiring* dengan tegangan menunjukkan bahwa tegangan pengukuran pada Tegangan AC 220V memiliki rata-rata error tertinggi sebesar 6,09%, namun nilai ini masih dalam batas toleransi sistem tegangan PLN, yang berkisar $\pm 10\%$. Pada rangkaian DC 5V menunjukkan deviasi cukup besar (rata-rata error 3,35%), terutama pada ESP32 yang menunjukkan error tinggi (12,8%), kemungkinan disebabkan oleh noise atau kebutuhan suplai yang kurang stabil. Untuk rangkaian DC 24V memiliki performa terbaik dengan rata-rata error hanya 0,26%. Ini menunjukkan bahwa *wiring* dan distribusi



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

tegangan 24V sangat stabil dan baik. Dan untuk tegangan DC 3,3V menunjukkan error rata-rata 0,685%, yang juga tergolong rendah dan dapat diterima untuk sensor analog seperti pH dan TDS. Hal ini menandakan bahwa seluruh komponen berada dalam batas toleransi sesuai dengan yang diatur dalam PUIL 2011, PUIL 2021, dan standar IEC.

Secara keseluruhan, sistem ini berhasil direalisasikan serta dapat digunakan sebagai prototipe sebagai pengembangan lebih lanjut dalam penerapan teknologi otomasi di bidang pertanian modern pada *greenhouse*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, berikut merupakan beberapa saran yang dapat dijadikan acuan sebagai pengembangan sistem selanjutnya:

1. Integrasi IoT dan *cloud monitoring* dapat ditambahkan agar pengguna dapat memantau data sensor secara jarak jauh melalui internet, sehingga sistem menjadi lebih fleksibel dan modern.
2. Penambahan sistem proteksi kelembapan (*waterproofing*) akan sangat disarankan, mengingat sistem ini digunakan di dalam *greenhouse* yang kondisi komponen listrik.
3. Melakukan pengujian lebih lanjut dalam jangka panjang untuk mengetahui ketahanan dan konsistensi kerja sensor dan sistem, terutama terhadap nutrisi atau perubahan lingkungan di *greenhouse*.



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

- Aditya, L., Suryantoro, W. (2023). RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI SEMI OTOMATIS PINTU AIR BENDUNGAN DENGAN MINI HOIST PA200 BERBASIS PLC OMRON CP1E-E20SDR-A. *Jurnal Elektro* Vol. 12, No. 2.
- Alfian, R., Stefanie, A., Saragih, Y. (2024). ANALISA KINERJA SENSOR UNTUK PENGUKURAN KUALITAS AIR PADA HIDROPONIK SISTEM NUTRIENT FILM TECHNIQUE. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, Vol. 6, No. 1.1.
- Ambarwati, D., Abidin, Z. (2021). Rancang Bangun Alat Pemberian Nutrisi Otomatis Pada Tanaman Hidroponik. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*.
- Apriyanto, A., Setiawan, F. S., Nulloh, M. N. D., Hidayat, S., Vernandez, A. B., (2024). Sistem Pengontrol Suhu Pada Perkebunan Hidroponik Berbasis PLC dan Internet OF Things Guna Mengatasi Permasalahan Perkebunan. *Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial*.
- Astari, R., Iqbal, R. (2002). Kualitas Air dan Kinerja Unit Pengolahan Instalasi Pengolahan Air Minum ITB.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011)*. Jakarta: BSN
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2020)*. Jakarta: BSN.
- Dyah, N. R., Amin, S., Avi, M. (2020). GREENHOUSE SEBAGAI WADAH PENELITIAN HORTIKULTURA PADA BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TANAMAN PANGAN DI PEMALANG. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Arsitektur*.
- Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom., M.Si., MM. 92022). RANGKAIAN DASAR ELEKTRONIKA. *Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik*, 8(1), 1-63.
- Gruda, N. S. (2019). Increasing Sustainability of Growing Media Constituents and Stand-Alone Substrates in Soilless Culture Systems. *Journal of Agronomy*.
- Harum, C., Harmadi, Wildian. (2016). Pengembangan Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) Berbasis Mikrokontroler dengan Beberapa Variasi dan Bentuk Sensor Konduktivitas. *Jurnal Fisika Unand*.



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

- Hayusman, L. M. (2020). DASAR INSTALASI TENAGA LISTRIK. *POLIBAN PRESS*.
- Hermawan, R., Abdurrohman. (2020). PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS PADA ALARM SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN NodeMcu LoLiN V3 DAN MEDIA TELEGRAM. *Jurnal Infotronik* Vol. 5, No. 2.
- Hutasoit, Y. G., Kusuma, Y. B. (2023). Optimalisasi Pemanfaatan Otomasi Greenhouse Dan Hydroponic Dalam Meningkatkan Produksi Dan Keberhasilan Terhadap Pertanian Budidaya Pakcoy Di PT Inamas Sintesis Teknologi. *Jurnal Kajian dan Penelitian Umum*.
- Indah, M., F. (2020). Kinerja Topologi Flayback pada SMPS (Switch Mode Power Supply). *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*.
- International Electrotechnical Commission. (2016). *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements* (IEC 60204-1:2016). IEC.
- International Electrotechnical Commission. (2016). *Inspection shall include all particular requirements for special installations or locations* (IEC 60364-6, 6.4.3:2016). IEC.
- International Electrotechnical Commission. (2017). *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests* (IEC 61131-2:2017). IEC.
- Jain, P. (2015). Design and Implementation of Automatic Hydroponics System using ARM Processor. *International Journal of Advanced Research in Electrical Electronics and Instrumentation Engineering*.
- Kurriawan Budi Pranata, M.Si., Chandra Sundaygara, M.Pd. (2018). Buku Ajar Mata Kuliah Elektronika Dasar 1. *UNIVERSITAS KANJURUHAN MALANG*.
- Latifah, Irman, Ruskardi. (2021). Penentuan Tipe Miniature Circuit Breaker 4A Untuk Instalasi Rumah Tinggal Melalui Pengujian Kinerjanya. *ELIT JOURNAL (Electrotechnics And Information Technology)*.
- Lazuardi Bagas Megantara, Karnoto, Tejo Sukmadi. (2018). PERANCANGAN INSTALASI LISTRIK SISTEM PEMILIHAN KABEL DAN PEMUTUS PADA RUMAH POMPA BANDARA AHMAD YANI SEMARANG



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

MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6. *TRANSIENT*, VOL. 7, NO. 4.

Maulana, F. E., Nurlaela, L. (2024). KONFIGURASI MIKROKONTROLER STM32 UNTUK MEMBACA PUSH BUTTON DENGAN ARDUINO IDE PADA PROTOIPE SMART CHARGER DI PT. PASIFIK SATELIT NUSANTARA. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika (JATI)*, Vol. 8, No. 4.

Mukhtar, A., Hermana, R., Burhanudin, A., & Setyoadi, Y. (2023). SENSOR DA AKTUATOR: KONSEP DASAR DAN APLIKASI. *Widina Media Utama*.

Murdiyantoro, R. A., Izzinnahadi, A., Armin, E. U. (2021). Sistem Pemantauan Kondisi Air Hidroponik Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*.

Nababan, P., Andromeda, T., Alvin, Y. A. S. (2020). PERANCANGAN SISTEM MONITORING HIDROPONIK NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN WEB SERVER THINGSPEAK. *Transient*, Vol. 9, No. 4.

Niswar, M. (2024). Design and Implementation of an Automated Indoor Hydroponic Farming System based on the Internet of Things. *International Journal of Computing and Digital Systems*.

Panji, H., Mira, O., Ali, M. (2022). RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN KONTROL TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT). *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*.

Prasetya, M. H., Wardoyo, A. S. (2022). Rancang Bangun Safety Device dan Rangkaian Kontrol untuk Mesin Pengupas Kabel. *Jurnal Instrumentasi dan Teknologi Informatika (JITI)*.

Putra, S. K., Baskoro, F., Kholis, N., Widodo, A. (2022). Prototype Smart Fire System Menggunakan Solenoid Valve dan Kamera ESP32-CAM Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 11, No. 1.

Ramadhan, H., Tusi. A., Suhandy, D., Zulkarnain, I. (2015). Rancang Bangun Sistem Hidroponik Pasang Surut Untuk Tanaman Baby Kailan (*Brassica*



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

oleraceae) Dengan Media Tanam Serbuk Serbuk Kelapa. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*.

Rahmattullah, A. G., Hendrayudi. Eka, T. (2017). MODUL LATIH MODBUS RS-485. *Politeknologi*, Vol. 16, No. 2.

Santosa, S. P., Nugroho, R. M. W. (2021). RANCANG BANGUN ALAT PINTU GESER OTOMATIS MENGGUNAKAN MOTOR DC 24 V. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*.

Santoso, S. P., Wijayanto, F. (2022). RANCANG BANGUN AKSES PINTU DENGAN SENSOR SUHU DAN HANDSANITIZER OTOMATIS BERBASIS ARDUINO. *Jurnal Elektro*, Vol. 10, No. 1.

Siti, N. S., Kirom, M. R., & Indra, W. F. (2018). Pengaruh Kontrol Nutrisi Pada Tumbuhan Kangkung dengan Metode Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT). *E-Proccedding of Engineering*.

Siswanto, A., Sitepu, R., Lestariningsih, D., Agustine, L., Gunadhi, A., Andyardja, W. (2020). MEJA TULIS ADJUSTABLE DENGAN KONSEP SMART FURNITURE. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*.

Sururuzzaman, M. F., Munadi, R., & Irawan, A. I. (2020). Analisis Performansi Protokol MQTT Pada Sistem Kontrol Hidroponik Tanaman Pakcoy. *E-Proceedings of Engineering*.

Syamsbeta, I. A., Sungkono. Pracoyo, A. (2021). Sistem Otomatisasi Perawatan Hidroponik Pada Tanaman Kangkung Berbasis IoT. *Jurnal Elkolind*, Vol. 8, No. 3.

Tri, N. A., Ganjar, F. P., Arra, J. (2022). SENSOR ULTRASONIK SEBAGAI SENSOR JARAK. *Jurnal Tera*.

Ulum, B., Ekayasah, I. T., Widyayuniar, N., Putra, P. A., Taufikurrahman, Iriani. (2022). OPTIMALISASI TANAMAN HIDROPONIK KANGKUNG DAN SAWI MANIS DENGAN SISTEM DFT SEBAGAI UPAYA PENCEGAHAN STUNTING. *KARYA; Jurnal Pengabdian Masyarakat*, Vol. 2, No. 2,

Wagya, A., & Rahmat. (2019). Prototype Modul Praktik Untuk Pengembangan Aplikasi Internet Of Things (IOT). *Jurnal Ilmiah Setrum*.



© 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

Yosua, P., Santoso, D. B., Stefanie, A. (2021). Rancang Bangun Automatic Washing and Drying System untuk Mesin Pencuci Cylinder Block Motor. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*.

Zulkifli, Rosnina, Khaidir, Martina, Riani. (2023). Budidaya Hidroponik Tanaman Kangkung Dengan Sistem NFT (Nutrient Film Technique) Bagi Masyarakat DesaHandson Technology. (2021). I2C Serial Interface 1602 LCD Module. *User Guide*. Lancang Garam Kecamatan Banda Sakti Kota Lhokseumawe. *Jurnal Malikussaleh Mengabdi*.





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 RIWAYAT HIDUP

L-1 Daftar Riwayat Hidup



Intan Aulia Chamila

Lahir di Bogor pada tanggal 27 April 2003. Penulis merupakan anak sulung dari tiga bersaudara. Lulusan dari SD Negeri Pondok Rumpit 1, Kota Bogor pada tahun 2015, SMP PGRI 6, Kota Bogor pada tahun 2018, dan SMK Penerbangan Angkasa Bogor pada tahun 2021. Gelar Diploma Tiga (D3) diperoleh pada tahun 2025 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Jakarta.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

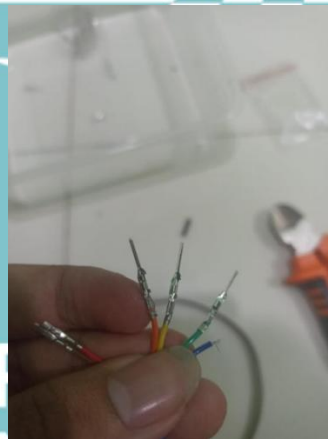
Hak Cipta :

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

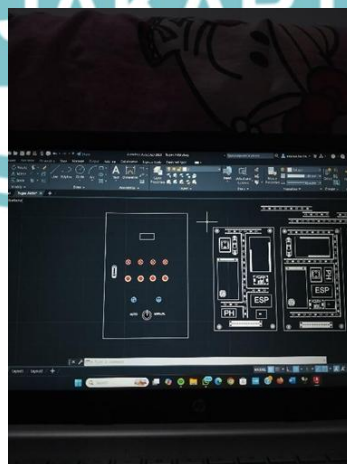
LAMPIRAN



Lampiran 1 Kerangka *Greenhouse*



Lampiran 2 Membuat Kabel *Female - Male* Dari Kabel AWG 26



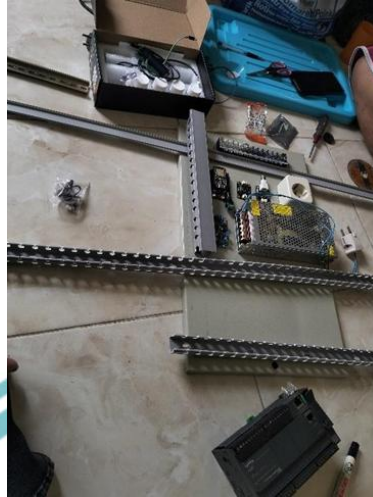
Lampiran 3 Membuat Desain Kerangka Panel



© 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



Lampiran 4 Menentukan Tata Letak Komponen Pada Panel



Lampiran 5 Pengujian Kinerja Komponen



Lampiran 6 Proses Pengujian Larutan Nutrisi dengan pH Meter



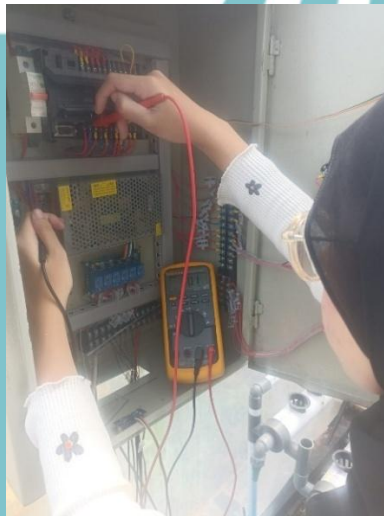
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

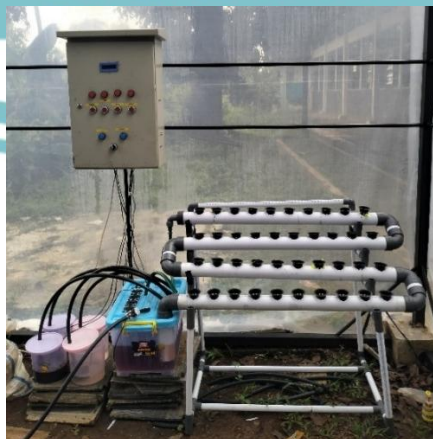
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Lampiran 7 Proses Pengujian Larutan Nutrisi dengan TDS Meter



Lampiran 8 Pengujian Resistansi Pada *Wiring* Tanpa Tegangan



Lampiran 9 Realisasi Hidroponik