



© 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



**SISTEM MONITORING LINGKUNGAN GREENHOUSE
TANAMAN ANGGUR MENGGUNAKAN HMI BERBASIS
ESP32**

Tugas Akhir

Disusun Oleh :

**Tegar Prima Wahid
2303311071**

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

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**SISTEM MONITORING LINGKUNGAN GREENHOUSE
TANAMAN ANGGUR MENGGUNAKAN HMI BERBASIS
ESP32**

Tugas Akhir

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Diploma Tiga**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Disusun Oleh :

Tegar Prima Wahid

2303311071

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

2026



Hak Cipta :

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

Nim : 2303311071

Tanda Tangan :

Tanggal : 17 Juli 2026

**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 : Tegar Prima Wahid

Nim : 2303311071

Program Studi : Teknik Listrik

Judul Tugas Akhir : Sistem Monitoring Lingkungan Greenhouse Tanaman Anggur
Menggunakan HMI Berbasis ESP32

Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang tugas akhir pada 17 Juli 2026 dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing I : Fiqi Mutiah S.T.,M.T.

NIP. 199408162024062003

Pembimbing II: Fatahula, S.T., M.Kom

NIP. 196808231994031001

Depok, 17 Juli 2026

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie 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 penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Sistem Monitoring Lingkungan Greenhouse Tanaman Anggur Menggunakan HMI Berbasis ESP32” dengan baik dan tepat waktu. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kesempatan, serta kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Ibu Muchlisah, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi D3 Teknik Listrik;
3. Ibu Fiqi Mufitah S.T, M.T dan Bapak Fatahula, S.T, M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, perhatian, serta bimbingan selama proses penyusunan Tugas Akhir.
4. Ibu penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, serta bantuan baik secara moral maupun material selama proses penyusunan Tugas Akhir.
5. Teman-teman dan semua pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan alat, pengujian sistem, serta penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Abdul selaku pemilik kebun yang telah membantu saya selama proses pengerjaan Tugas Akhir

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 pengetahuan.

Depok, Juni 2026

Tegar Prima Wahid



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

Greenhouse merupakan lingkungan budidaya yang memerlukan pemantauan suhu dan kelembapan secara berkala untuk mendukung pertumbuhan tanaman anggur. Proses monitoring secara manual dinilai kurang efisien karena memerlukan waktu yang lebih lama dan berpotensi menimbulkan kesalahan dalam pengamatan kondisi lingkungan. Penelitian ini bertujuan merancang dan merealisasikan sistem monitoring lingkungan greenhouse tanaman anggur menggunakan Human Machine Interface (HMI) berbasis ESP32 sehingga informasi kondisi greenhouse dapat ditampilkan secara real-time dan terpusat. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, integrasi sensor suhu dan kelembapan CWT TH02S dengan ESP32 Master melalui komunikasi RS485 Modbus RTU menggunakan modul MAX485, komunikasi data antara ESP32 Master dan ESP32 Slave menggunakan ESP-NOW, komunikasi UART dengan HMI Nextion, serta pengujian kinerja sistem melalui pengujian monitoring suhu, kelembapan, waktu sistem, dan status perangkat greenhouse. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan seluruh parameter monitoring secara real-time pada HMI. Berdasarkan pengujian suhu menggunakan alat ukur pembanding thermograph, diperoleh rata-rata selisih pengukuran sebesar 0,47 °C dengan rata-rata persentase error sebesar 1,72%, sehingga hasil pengukuran masih berada dalam batas toleransi akurasi sensor CWT TH02S. Selain itu, komunikasi RS485 Modbus RTU, ESP-NOW, dan UART berjalan dengan baik sehingga seluruh data monitoring dapat ditampilkan secara terpusat pada HMI. Dengan demikian, sistem yang dirancang mampu mendukung proses monitoring lingkungan greenhouse tanaman anggur secara efektif, akurat, dan mudah diakses oleh pengguna.

Kata kunci: Greenhouse, ESP32, Human Machine Interface, CWT TH02S, Monitoring, RS485 Modbus RTU.



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

ABSTRACT

A greenhouse is a cultivation environment that requires continuous monitoring of temperature and humidity to support the optimal growth of grape plants. Manual monitoring is considered inefficient because it requires more time and may lead to errors in observing environmental conditions. This study aims to design and implement an ESP32-based Human Machine Interface (HMI) monitoring system for a grape greenhouse, enabling environmental information to be displayed in a centralized and real-time manner. The research methodology included hardware and software design, integration of the CWT TH02S temperature and humidity sensor with the ESP32 Master through RS485 Modbus RTU communication using the MAX485 module, wireless communication between the ESP32 Master and ESP32 Slave using the ESP-NOW protocol, UART communication with the Nextion HMI, and system performance testing through temperature monitoring, humidity monitoring, system time synchronization, and greenhouse device status monitoring. The test results showed that the proposed system successfully displayed all monitoring parameters in real time on the HMI. Temperature measurement testing using a thermograph as the reference instrument produced an average measurement difference of 0.47 °C with an average percentage error of 1.72%, indicating that the measurement results remained within the accuracy tolerance of the CWT TH02S sensor. Furthermore, RS485 Modbus RTU, ESP-NOW, and UART communications operated reliably, allowing all monitoring data to be transmitted and displayed successfully on the HMI. Therefore, the proposed system is capable of providing an effective, accurate, and user-friendly solution for real-time environmental monitoring in grape greenhouse applications.

Keywords: *Greenhouse, Environmental Monitoring, ESP32, HMI, CWT TH02S, Grape Plants.*

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

SISTEM MONITORING LINGKUNGAN GREENHOUSE TANAMAN ANGGUR MENGUNAKAN HMI BERBASIS ESP32

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Greenhouse.....	4
2.1.1 Greenhouse Tanaman Anggur.....	5
2.2 Sistem Monitoring.....	6
2.2.1 Monitoring Real-Time	8
2.3 ESP32.....	9
2.3.1 ESP32 S3.....	10
2.3.2 ESP NOW	11
2.3.3 UART.....	12
2.4 Sensor CWT TH02S.....	13
2.4.1 Prinsip Kerja Sensor	15
2.4.2 Komunikasi RS485 Modbus RTU	16
2.5 Modul MAX485	18
2.6 HMI Nextion Intelligent NX8048P070	19



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

2.6.1 Nexion Editor	20
2.7 Cooling Pad	22
2.8 Exhaust Fan	23
2.9 Misting	25
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	28
3.1 Perancangan Sistem	28
3.1.1 Deskripsi Sistem	29
3.1.2 Cara Kerja Sistem	30
3.1.3 Desain Sistem	31
3.1.4 Spesifikasi Alat.....	33
3.1.5 Diagram Blok	34
3.1.6 Flowchart	35
3.2 Realisasi Sistem	37
3.2.1 Perakitan <i>Hardware</i>	37
3.2.2 Pemrograman ESP32 Master.....	38
3.2.3 Pemrograman ESP Slave.....	39
3.2.4 Perancangan ESP NOW	40
3.2.5 Pemrograman Komunikasi UART ke HMI	41
3.2.6 Perancangan HMI	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Monitoring Suhu dan Kelembaban	54
4.1.1 Deskripsi Pengujian	54
4.1.2 Prosedur Pengujian	55
4.1.3 Hasil Pengujian	55
4.1.4 Analisis Hasil.....	57
4.1.5 Kesimpulan Pengujian	57
4.2 Pengujian Komunikasi ESP32 NOW.....	58
4.2.1 Deskripsi Pengujian	58
4.2.2 Prosedur Pengujian	59
4.2.3 Hasil Pengujian	59
4.2.4 Analisis Hasil.....	60
4.2.5 Kesimpulan Pengujian	61
4.3 Pengujian UART Ke HMI	61
4.3.1 Deskripsi Pengujian	61



© 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

4.3.2 Prosedur Pengujian	62
4.3.3 Hasil Pengujian	62
4.3.4 Analisis Hasil.....	67
4.3.5 Kesimpulan Pengujian	67
4.4 Pengujian Aktuator Sistem	68
4.4.1 Deskripsi Pengujian	68
4.4.2 Prosedur Pengujian	68
4.4.3 Hasil Pengujian	69
4.4.4 Analisis Hasil.....	71
4.4.5 Kesimpulan Pengujian	72
BAB V KESIMPULAN	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	78
Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup	78
Lampiran 2. Foto Dokumentasi	79



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 ESP32 S3.....	11
Gambar 2. 2 Komunikasi untuk pertukaran data	12
Gambar 2. 3 Sensor CWT TH02S.....	15
Gambar 2. 4 MAX485	18
Gambar 2. 5 HMI Nextion 7" Intelligent Series NX8048P070	20
Gambar 2. 6 Cooling Pad.....	23
Gambar 2. 7 Exhaust Fan.....	24
Gambar 2. 8 Pompa Misting	26
Gambar 3. 1 Foto Alat.....	32
Gambar 3. 2 Diagram Blok.....	34
Gambar 3. 3 Flowchart	36
Gambar 3. 5 Coding ESP32 Master.....	39
Gambar 3. 6 Coding ESP32 Slave	40
Gambar 3. 7 Komunikasi ESP32 NOW	41
Gambar 3. 8 Halaman Utama.....	47
Gambar 3. 9 Halaman Monitoring Utama	48
Gambar 3. 10 Halaman Setting Suhu.....	49
Gambar 3. 11 Halaman Mode Manual	50
Gambar 3. 12 Halaman Penjadwalan Misting	51
Gambar 3. 13 Halaman Monitoring pH dan Turbidity.....	52
Gambar 3. 14 Halaman Status Valve dan Pompa.....	53
Gambar 4. 1 Serial Monitor ESP32 Master	60
Gambar 4. 2 Gambar Halaman Utama HMI	63
Gambar 4. 3 Halaman Monitoring Suhu.....	64
Gambar 4. 4 Halaman setting suhu	64
Gambar 4. 5 Halaman kontrol manual	65
Gambar 4. 6 Halaman Penjadwalan Misting	65
Gambar 4. 7 Halaman Sensor Nutrisi	66
Gambar 4. 8 Halaman Aktuator Nutrisi	66
Gambar 4. 10 Indikator Cooling Pad ON	70
Gambar 4. 11 Indikator Exhaust Fan ON.....	70
Gambar 4. 12 Indikator Misting ON.....	71



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 3 1 Spesifikasi Alat.....	33
Tabel 3 2 Fungsi Tombol Page 0.....	43
Tabel 3 3 Fungsi Tombol Page 1.....	43
Tabel 3 4 Fungsi Tombol Page 2.....	44
Tabel 3 5 Fungsi Tombol Page 3.....	44
Tabel 3. 6 Fungsi Tombo Pagel 4.....	45
Tabel 3. 7 Fungsi Tombol Page 5.....	45
Tabel 3. 8 Fungsi Tombol Page 6.....	46
Tabel 4 1 Data Hasil Monitoring Suhu	56
Tabel 4 2 Data Pengujian Komunikasi ESP32 NOW	59
Tabel 4 3 Hasil Pengujian UART Ke HMI	62
Tabel 4 4 Data Hasil Monitoring.....	69

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

Perkembangan teknologi di bidang pertanian modern mendorong penerapan sistem otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan tanaman. Salah satu konsep yang berkembang saat ini adalah smart farming, yaitu penerapan teknologi sensor, mikrokontroler, dan sistem monitoring digital untuk membantu proses pengawasan serta pengendalian lingkungan tanaman secara otomatis dan real-time. (Bahyanto, (2022))

Tanaman anggur merupakan salah satu tanaman hortikultura yang memerlukan kondisi lingkungan tertentu agar dapat tumbuh dengan optimal. Faktor suhu dan kelembapan udara sangat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman, kualitas buah, serta ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit. Pada kondisi suhu yang terlalu tinggi, tanaman dapat mengalami stres yang menyebabkan terganggunya proses fotosintesis dan penurunan kualitas pertumbuhan (Direktorat Jenderal Hortikultura, 2023).

Pada greenhouse tanaman anggur, proses pemantauan suhu dan kelembapan masih banyak dilakukan secara manual sehingga kurang efisien dan membutuhkan pengawasan secara terus-menerus. Selain itu, proses penyemprotan pestisida juga masih dilakukan menggunakan metode konvensional yang membutuhkan tenaga kerja lebih banyak dan distribusi cairan yang kurang merata. (Rahman, 2022)

Untuk membantu menjaga kondisi lingkungan greenhouse agar tetap stabil, digunakan sistem cooling pad dan exhaust fan sebagai pendingin ruangan greenhouse. Cooling pad bekerja dengan prinsip evaporative cooling, yaitu proses penurunan suhu udara melalui penguapan air. Udara luar yang masuk melalui cooling pad akan mengalami penurunan suhu sebelum masuk ke dalam greenhouse, sedangkan exhaust fan membantu membuang udara panas dari dalam greenhouse. (Yulianto, 2022)



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

Berdasarkan permasalahan tersebut, dirancang sebuah sistem monitoring dan pengendalian lingkungan greenhouse berbasis ESP32 yang dilengkapi sensor CWT TH02S, Human Machine Interface (HMI), cooling pad, exhaust fan, dan sistem misting pestisida (Budianto, 2022). Sensor CWT TH02S digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan udara secara real-time, sedangkan HMI digunakan sebagai media monitoring dan pengendalian sistem. (Kurniawan, 2023)

Dengan adanya sistem ini diharapkan proses monitoring dan pengendalian lingkungan greenhouse tanaman anggur dapat dilakukan secara lebih efektif, efisien, dan modern. (Prasetyo, 2021)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menampilkan data suhu, kelembapan, waktu sistem, serta status perangkat greenhouse secara real-time pada HMI?
2. Bagaimana merancang sistem monitoring suhu dan kelembapan greenhouse tanaman anggur menggunakan sensor CWT TH02S berbasis ESP32?
3. Bagaimana merancang komunikasi data antara ESP32 master dan ESP32 slave agar informasi greenhouse dapat ditampilkan secara terpusat pada HMI?
4. Bagaimana kinerja sistem monitoring lingkungan greenhouse berbasis ESP32 dalam memantau kondisi lingkungan tanaman anggur secara real-time?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian Sistem Monitoring Lingkungan Greenhouse Tanaman Anggur Menggunakan HMI Berbasis ESP32 adalah sebagai berikut:



© 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. Merancang sistem monitoring suhu dan kelembapan greenhouse tanaman anggur menggunakan sensor CWT TH02S berbasis ESP32.
2. Menampilkan data monitoring lingkungan greenhouse secara real-time pada HMI.
3. Merancang sistem komunikasi data antara ESP32 master dan ESP32 slave sehingga seluruh informasi greenhouse dapat ditampilkan pada satu antarmuka HMI.
4. Menguji kinerja sistem monitoring lingkungan greenhouse agar dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang telah dirancang.

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari hasil tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Terwujudnya sistem monitoring suhu dan kelembapan greenhouse berbasis ESP32 dan HMI.
2. Terwujudnya sistem monitoring suhu, kelembapan, serta status perangkat greenhouse berbasis ESP32 dan HMI.
3. Tersusunnya laporan tugas akhir mengenai sistem monitoring dan pengendalian greenhouse tanaman anggur berbasis ESP32.

**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

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, dan pengujian sistem monitoring lingkungan greenhouse berbasis ESP32 yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem monitoring lingkungan greenhouse berhasil dirancang menggunakan dua buah mikrokontroler ESP32 yang terdiri atas ESP32 Master dan ESP32 Slave. ESP32 Master berfungsi sebagai pusat pengolahan data, pengendalian aktuator, serta komunikasi dengan HMI, sedangkan ESP32 Slave digunakan untuk menangani subsistem pencampuran nutrisi dan mengirimkan data menuju ESP32 Master menggunakan komunikasi ESP-NOW. Pembagian fungsi tersebut memungkinkan sistem bekerja secara terdistribusi sehingga proses monitoring dan pengendalian dapat berjalan dengan lebih efektif.
2. Sensor suhu dan kelembapan CWT TH02S berhasil melakukan pembacaan kondisi lingkungan greenhouse dan mengirimkan data ke ESP32 Master melalui komunikasi RS485 menggunakan protokol Modbus RTU dengan bantuan modul MAX485. Data hasil pembacaan kemudian ditampilkan pada HMI secara real-time melalui komunikasi UART. Berdasarkan hasil pengujian suhu menggunakan alat ukur pembanding berupa thermograph, diperoleh rata-rata selisih pengukuran sebesar 0,47 °C dengan rata-rata persentase error sebesar 1,72%, sehingga hasil pengukuran masih berada dalam batas toleransi akurasi sensor CWT TH02S.
3. Komunikasi ESP-NOW antara ESP32 Master dan ESP32 Slave berhasil diimplementasikan sehingga data dari subsistem pencampuran nutrisi dapat diterima oleh ESP32 Master dan ditampilkan bersama data monitoring greenhouse pada HMI tanpa mengganggu proses komunikasi sistem. Selama proses pengujian tidak ditemukan kegagalan komunikasi maupun kehilangan data, sehingga komunikasi ESP-NOW dapat mendukung pertukaran data secara stabil.



Hak Cipta :

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

4. Human Machine Interface (HMI) Nextion berhasil menampilkan seluruh informasi monitoring sesuai dengan fungsi yang telah dirancang, meliputi halaman utama sebagai pusat navigasi, halaman monitoring greenhouse, halaman pengaturan suhu, halaman kontrol manual, halaman penjadwalan misting, halaman monitoring pH dan turbidity, serta halaman monitoring status valve dan pompa. Selain menampilkan informasi monitoring, HMI juga mampu mengirimkan parameter pengaturan kepada ESP32 Master melalui komunikasi UART sehingga pengguna dapat melakukan pengaturan sistem secara langsung melalui antarmuka HMI.
5. Berdasarkan hasil pengujian secara keseluruhan, sistem monitoring berhasil menampilkan parameter suhu, kelembapan, waktu sistem, serta status aktuator greenhouse yang meliputi cooling pad, exhaust fan, dan misting secara real-time pada HMI. Seluruh komunikasi yang digunakan, yaitu RS485 Modbus RTU, ESP-NOW, dan UART, dapat bekerja dengan baik sehingga proses monitoring berlangsung secara stabil. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai pengukuran suhu memiliki rata-rata persentase error sebesar 1,72% dengan rata-rata selisih sebesar 0,47 °C dibandingkan alat ukur pembanding. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem monitoring memiliki tingkat akurasi yang baik dan layak diterapkan sebagai sistem monitoring lingkungan greenhouse tanaman anggur.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai pengembangan pada penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut.

1. Sistem monitoring dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur data logging sehingga seluruh hasil monitoring suhu, kelembapan, waktu sistem, serta status perangkat dapat tersimpan secara otomatis dan dapat digunakan sebagai bahan analisis perkembangan kondisi greenhouse.
2. Pengujian sistem sebaiknya dilakukan dalam rentang waktu yang lebih panjang serta pada berbagai kondisi cuaca untuk memperoleh karakteristik performa sistem yang lebih lengkap dan mengetahui kestabilan pembacaan sensor dalam jangka panjang.



© 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

3. Menambahkan sensor lingkungan lainnya, seperti intensitas cahaya, kadar karbon dioksida (CO_2), kelembapan tanah, dan sensor kualitas air, sehingga informasi yang diperoleh menjadi lebih lengkap.
4. Mengembangkan algoritma pengendalian otomatis yang lebih adaptif, misalnya menggunakan metode logika fuzzy atau kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), sehingga pengoperasian cooling pad, exhaust fan, dan misting dapat menyesuaikan kondisi lingkungan secara lebih optimal.
5. Mengembangkan subsistem pencampuran nutrisi dan irigasi agar tidak hanya menampilkan informasi monitoring, tetapi juga mampu melakukan pengendalian otomatis berdasarkan nilai pH, turbidity, maupun parameter kualitas larutan lainnya.





DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. (2023). *ASHRAE handbook—HVAC applications*. ASHRAE.
- ComWinTop. (2024). *RS485 Modbus waterproof temperature and humidity sensor (CWT TH02S) user manual*. <https://store.comwintop.com>
- Direktorat Jenderal Hortikultura. (2023). *Pedoman budidaya anggur*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Espressif Systems. (2024). *ESP32-WROOM-32 datasheet*. <https://www.espressif.com>
- Espressif Systems. (2025). *ESP32-S3 series datasheet (Version 2.2)*. <https://www.espressif.com>
- Espressif Systems. (2025). *ESP32-S3 technical reference manual (Version 1.8)*. <https://docs.espressif.com>
- Hakim, L., & Prabowo, A. (2022). Implementasi Internet of Things pada sistem monitoring lingkungan pertanian modern. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 9(3), 120–128.
- International Electrotechnical Commission. (2021). *Environmental conditions and monitoring systems for agricultural facilities*. IEC.
- International Society for Horticultural Science. (2021). *Greenhouse climate control and environmental monitoring*. ISHS Press.
- ITEAD Studio. (2025). *Nextion instruction set*. <https://nextion.tech>
- ITEAD Studio. (2025). *Nextion Editor user guide*. <https://nextion.tech>
- Kadir, A. (2018). *Pemrograman mikrokontroler dan Internet of Things*. Andi.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2022). *Pedoman teknis budidaya hortikultura dalam greenhouse*. Direktorat Jenderal Hortikultura.
- Liu, J., Chen, W., & Zhao, Y. (2022). Real-time greenhouse monitoring system using ESP32 and wireless communication technology. *Journal of Agricultural Informatics*, 13(2), 45–54.

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

- Mazidi, M. A., Naimi, S., & Naimi, S. (2018). *The AVR microcontroller and embedded systems: Using Arduino Uno and Mega 2560*. Pearson.
- Modbus Organization. (2018). *Modbus over serial line specification and implementation guide V1.02*. <https://modbus.org>
- Nelson, P. V. (2020). *Greenhouse operation and management* (8th ed.). Pearson.
- Purnomo, B., & Riyanto, D. (2021). Perancangan sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis HMI pada rumah tanam modern. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 10(4), 201–209.
- Setiawan, H., & Maulana, F. (2022). Implementasi ESP-NOW pada komunikasi data antar ESP32 untuk sistem monitoring terdistribusi. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 10(2), 88–95.
- Siregar, D., & Hidayat, R. (2023). Implementasi komunikasi serial UART pada sistem monitoring berbasis ESP32. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(1), 22–29.
- Texas Instruments. (2023). *I²C communication protocol reference guide*. Texas Instruments Incorporated.
- Widodo, E., & Santoso, B. (2021). Analisis penggunaan *cooling pad* dan *exhaust fan* pada *greenhouse* untuk pengendalian lingkungan tanaman. *Jurnal Teknik Pertanian*, 9(3), 88–95.
- Yulianto, M., & Firmansyah, R. (2022). Pengembangan *Human Machine Interface* (HMI) untuk sistem monitoring berbasis ESP32. *Jurnal Informatika dan Elektronika*, 11(2), 67–74.
- Zhang, Y., Wang, X., & Li, H. (2021). Greenhouse environmental monitoring system based on wireless sensor network technology. *International Journal of Agricultural Engineering*, 15(4), 210–218.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup



Lulus dari SD Negeri 12 Batu Ampar tahun 2017, SMP Negeri 20 Jakarta tahun 2020, dan SMKN 5 Jakarta pada tahun 2023. Sampai saat laporan tugas akhir ini dibuat, penulis merupakan mahasiswa aktif di Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Jakarta

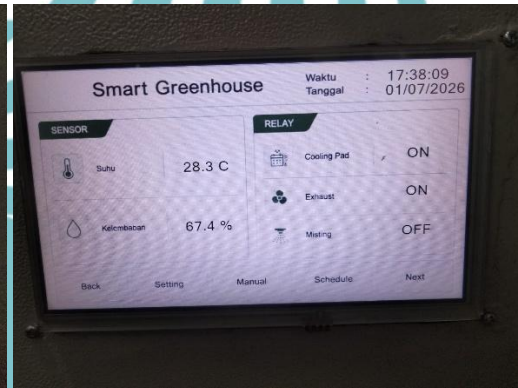
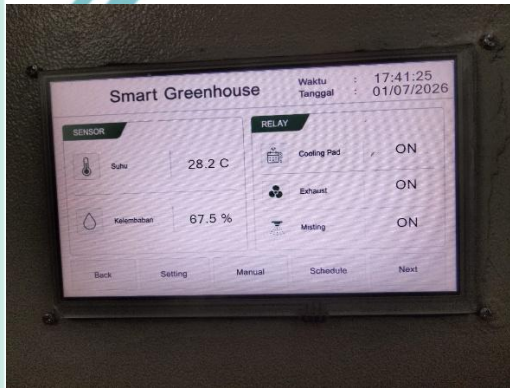
Hak Cipta :

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

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Lampiran 2. Foto Dokumentasi



```

1  #include <WiFi.h>
2  #include <HardwareSerial.h>
3  #include <esp_now.h>
4  #include <ModbusMaster.h>
5  #include "time.h"
6
7  #if __has_include(<esp_arduino_version.h>)
8  #include <esp_arduino_version.h>
9  #endif
10
11 #ifndef ESP_ARDUINO_VERSION_MAJOR
12 #define ESP_ARDUINO_VERSION_MAJOR 2
13 #endif
14
15 // =====
16 // KONFIGURASI PIN
17 // =====
18 // HMI Nextion
19 #define NEXTION_RX 5
20 #define NEXTION_TX 4
21
22 // Sensor CWT TH02S RS485/Modbus RTU
23 #define MAX485_DE_RE 9
24 #define RXD2 11
25 #define TXD2 12
26
27 // Relay aktif LOW
28 #define RELAY_COOLINGPAD 15
29 #define RELAY_EXHAUST 16
30
31
32 // =====
33 // KONFIGURASI WIFI / RTC
34 // =====
35 const char* ssid = "MAKARA";
36 const char* password = "NusaUnggul21";
37 const char* ntpServer = "pool.ntp.org";
38 const long gmtoffset_sec = 7 * 3600;
39 const int daylightOffset_sec = 0;
40
41 // =====
42 // KONFIGURASI CWT TH02S
43 // =====
44 // Umum untuk CWT TH02S: slave 1, 4800 bps, 8N1, function 03,
45 // register 0x0000 humidity, 0x0001 temperature, skala 0.1.
46 const byte CWT_SLAVE_ID = 1;
47 const uint32_t CWT_BAUD = 4800;
48 const uint16_t CWT_START_REGISTER = 0x0000;
49 const uint16_t CWT_REGISTER_COUNT = 2;
50 const bool CWT_SWAP_TEMP_HUM = false;
51
52 // =====
53 // SERIAL
54 // =====
55 HardwareSerial Nextion(2);
56 HardwareSerial RS485Serial(1);
57 ModbusMaster node;
58
59 // =====
60 // DATA

```

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