



© 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 *REAL – TIME* PENCAMPURAN NUTRISI
KEBUN ANGGUR BERBASIS HMI (*HUMAN MACHINE INTERFACE*)**

TUGAS AKHIR

MUHAMMAD HAEKAL ALFARIZI

2303311015

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



**SISTEM MONITORING *REAL – TIME* PENCAMPURAN NUTRISI
KEBUN ANGGUR BERBASIS HMI (*HUMAN MACHINE INTERFACE*)**

TUGAS AKHIR

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

MUHAMMAD HAEKAL ALFARIZI

2303311015

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



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 Haekal Alfarizi

Nim : 2303311015

Tanda Tangan :

Tanggal : 10 Juni 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 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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Muhammad Haekal Alfarizi

NIM : 2303311015

Program Studi : Teknik Listrik

Judul Tugas Akhir : SISTEM MONITORING REAL -TIME PENCAMPURAN
NUTRISI KEBUN ANGGUR BERBASIS HMI (*HUMAN
MACHINE INTERFACE*)

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Hari Rabu 24 Juni
2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I: Wisnu Hendri Mulyadi, S.T., M.T.
NIP.198201242014041002

Pembimbing II: Ajeng Bening Kusumaningtyas, S.ST., M.Tr.T.
NIP.199405202020122017

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 17 Juli 2026

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T

NIP.197803312003122002



Hak Cipta :

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

KATA PENGANTAR

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

Laporan ini dibuat sebagai salah satu cara penerapan ilmu dan teknologi dalam bidang Teknik Elektro, terutama berkaitan dengan sistem kontrol, otomatisasi, dan pemantauan berbasis HMI. Sistem yang dirancang bertujuan untuk mempermudah proses pemantauan dan pengendalian penyiraman nutrisi pada tanaman anggur secara *real-time*, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemakaian air dan nutrisi serta mendukung pemeliharaan kualitas pertumbuhan tanaman.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Wisnu Hendri Mulyadi, S.T., M.T., dan ibu Ajeng Bening Kusumaningtyas, S.ST., M.Tr.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi yang sangat berharga bagi penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu memanjatkan do'a juga memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis baik moral maupun materil.
3. Seluruh rekan seperjuangan Teknik Listrik 2023 yang telah memberikan dukungan sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir dengan tepat waktu.

Depok, 1 juni 2026

Penulis

Muhammad Haekal Alfarizi



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

Tanaman anggur memerlukan nutrisi yang sesuai agar pertumbuhannya, kualitas buahnya, dan hasil panennya dapat mencapai tingkat optimal. Metode pencampuran nutrisi yang dilakukan dengan tangan sering kali memiliki kekurangan, seperti kesalahan dalam pengukuran, kesulitan dalam memantau keadaan larutan, serta memerlukan waktu dan usaha yang lebih banyak. Dengan demikian, sebuah sistem yang bisa memantau proses pencampuran nutrisi secara langsung dan mudah dioperasikan oleh pengguna sangat dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan segera untuk pencampuran nutrisi di kebun anggur yang berbasis pada HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE). Sistem ini memanfaatkan sensor untuk mengukur parameter penting seperti pH, EC/TDS, tingkat air, dan situasi tangki pencampur. Data yang diperoleh dari sensor akan diolah oleh pengontrol, lalu ditampilkan di layar HMI sehingga operator dapat memeriksa keadaan larutan nutrisi secara langsung. Selain itu, sistem ini juga mampu menunjukkan status operasional pompa, katup, dan proses pencampuran nutrisi. Dengan sistem pemantauan yang berfokus pada HMI ini, penggabungan nutrisi menjadi lebih teratur, tepat, dan efisien. Diharapkan bahwa sistem ini dapat memberikan dukungan kepada para petani atau pengelola kebun anggur dalam meminimalkan kesalahan dalam pencampuran nutrisi secara manual serta meningkatkan kinerja proses fertigasi bagi tanaman anggur.

Kata kunci: HMI, monitoring real-time, pencampuran nutrisi, kebun anggur, sensor pH, EC/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

ABSTRACT

Grapevines require appropriate nutrients to ensure that their growth, fruit quality, and yield reach optimal levels. Manual nutrient mixing methods often have limitations, such as measurement errors, difficulties in monitoring solution conditions, and higher demands on time and labor. Therefore, a system capable of monitoring the nutrient mixing process in real-time and providing user-friendly operation is highly needed. This study aims to develop a real-time monitoring system for nutrient mixing in vineyards based on a HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI). The system utilizes sensors to measure critical parameters such as pH, EC/TDS, water level, and the condition of the mixing tank. Data obtained from the sensors are processed by a controller and then displayed on the HMI screen, allowing operators to monitor the nutrient solution conditions directly. In addition, the system can indicate the operational status of pumps, valves, and the nutrient mixing process. With this HMI-based monitoring system, nutrient mixing becomes more organized, accurate, and efficient. It is expected that this system will assist farmers or vineyard managers in minimizing errors during manual nutrient mixing and improving the effectiveness of fertigation processes for grapevines.

Keywords: HMI, real-time monitoring, nutrient mixing, vineyard, pH sensor, EC/TDS sensor.

**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 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 penelitian.....	2
1.4 Luaran	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Anggur	4
2.2 Nutrisi Tanaman Anggur.....	6
2.3 Pencampuran Nutrisi.....	7
2.4 <i>HUMAN MACHINE INTERFACE</i> (HMI).....	8
2.5 Sensor <i>pH</i>	10
2.6 Sensor <i>TDS</i>	10
2.7 Esp32.....	11
2.8 Pompa Nasional GP125	12
2.9 Selenoid Valve.....	12
2.10 Sensor <i>Turbidity</i>	13
2.11 Power Suplly 5V dan 24 V.....	13
2.12 Mcb dan Fuse	15
2.13 <i>Relay</i> 24 Vdc	16
2.14 Pilot Lamp.....	16



Hak Cipta :

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

2.15 Power Meter	17
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	18
3.1 Rancangan Alat	18
3.1.1 Deskripsi Sistem	18
3.1.2 Cara Kerja Sistem	19
3.1.3 Spesifikasi Sistem	20
3.1.4 Diagram Blok Sistem.....	21
3.1.5 Flowcharts Sistem.....	23
3.2 Realisasi Sistem	24
3.2.1 Realisasi Perangkat Keras	24
3.2.2 Realisasi Perangkat Lunak.....	25
3.2.3 Wiring Sistem.....	26
3.2.4 Realisasi Tampilan <i>HUMAN MACHINE INTERFACE</i> (HMI)	27
3.2.4.1 Halaman Utama.....	28
3.2.4.2 Halaman Monitoring <i>pH</i> dan <i>Turbidity</i>	29
3.2.4.3 Halaman Monitoring suhu dan kelembapan	30
3.2.4.4 Halaman Monitoring setting Suhu	31
3.2.4.5 Halaman Monitoring Manual Control Misting	32
3.2.4.6 Halaman Monitoring Penjadwalan Misting	33
3.2.4.7 Halaman Monitoring Aktuator Nutrisi	34
3.2.4.8 Halaman Monitoring Manual Kontrol Nutrisi	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Pengujian Halaman Manual Control Sistem Nutrisi	37
4.1.1 Deskripsi Pengujian	37
4.1.2 Prosedur Pengujian	37
4.1.3 Data Hasil Pengujian.....	38
4.1.4 Analisis Data / Evaluasi	40
4.2 Pengujian II Halaman Aktuator pada HMI	40
4.2.1 Deskripsi Pengujian	40
4.2.2 Prosedur Pengujian	41
4.2.3 Data Hasil Pengujian.....	42
4.2.4 Analisis Data / Evaluasi	44



© 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

BAB V PENUTUP	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	51
LAMPIRAN.....	52
LAMPIRAN LAYOUT.....	52
LAMPIRAN DESAIN	53
LAMPIRAN DOKUMENTASI.....	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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1HUMAN MACHINE INTERFACE	9
Gambar 2. 2Sensor pH	10
Gambar 2. 3Sensor TDS	10
Gambar 2. 4 Esp 32	11
Gambar 2. 5Pompa.....	12
Gambar 2. 6 Selenoid Valve.....	12
Gambar 2. 7Sensor Turbidity	13
Gambar 2. 8 Power supply 5V	14
Gambar 2. 9 Power supply 24V	14
Gambar 2. 10 mcb.....	15
Gambar 2. 11 Fuse	15
Gambar 2. 12 Relay 4 Channel	16
Gambar 2. 13 Pilot Lamp	16
Gambar 2. 14 Power Meter	17
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	22
Gambar 3. 2 Flowcharts sistem.....	23
Gambar 3. 3 wiring sistem	26
Gambar 3. 4 Halaman menu utama.....	28
Gambar 3. 5 Halaman Monitoring pH dan Turbidity.....	29
Gambar 3. 6 Halaman monitoring suhu dan Kelembapan	30
Gambar 3. 7 HalamanSetting Suhu.....	31
Gambar 3. 8 Halaman Manual Control Misting.....	32
Gambar 3. 9 Halaman Penjadwalan Misting.....	33
Gambar 3. 10 Halaman Aktuator Nutrisi	34
Gambar 3. 11 Manual Kontrol Nutrisi	35
Gambar 4. 1Tampilan Manual Kontrol Nutrisi	38
Gambar 4. 2 Tampilan HMI pada proses pengisian air bersih	42
Gambar 4. 3 Tampilan HMI pada proses pemasukan nutrisi	42
Gambar 4. 4 Tampilan HMI pada proses resirkulasi akhir	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 TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Sistem	20
Tabel 4. 1 Pengujian Manual kontrol Sistem Nutrisi	39
Tabel 4. 2 Hasil pengujian status aktuator pada HMI	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 mengumunkan 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 telah mendorong penerapan sistem otomatisasi dan monitoring untuk meningkatkan efisiensi proses budidaya tanaman. Salah satu penerapan teknologi tersebut adalah pada sistem fertigasi yang digunakan dalam budidaya tanaman anggur. Sistem fertigasi memerlukan pencampuran nutrisi dengan komposisi yang tepat agar tanaman memperoleh unsur hara sesuai dengan kebutuhannya sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan, kualitas buah, dan produktivitas tanaman.

Pada praktiknya, proses pencampuran nutrisi di banyak kebun masih dilakukan secara manual. Metode ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain ketidaktepatan takaran nutrisi, sulitnya memantau kondisi larutan secara *real-time*, serta tingginya ketergantungan terhadap operator. Kesalahan dalam proses pencampuran dapat menyebabkan nilai *pH* dan konsentrasi nutrisi tidak sesuai sehingga menghambat penyerapan unsur hara oleh tanaman

Perkembangan *HUMAN MACHINE INTERFACE* (HMI) memberikan solusi berupa tampilan monitoring yang mampu menyajikan data sensor dan status aktuator secara langsung kepada operator. Dengan HMI, operator dapat memantau nilai *pH*, *TDS/EC*, kekeruhan larutan, level air, serta status pompa dan *solenoid valve* secara *real-time* sehingga proses pengambilan keputusan menjadi lebih cepat dan akurat.

Berdasarkan kondisi tersebut, pada Tugas Akhir ini dirancang dan direalisasikan sistem monitoring *real-time* pencampuran nutrisi kebun anggur berbasis *HUMAN MACHINE INTERFACE* (HMI) menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas monitoring, meminimalkan kesalahan pencampuran nutrisi, serta membantu operator dalam mengawasi proses pencampuran secara lebih efisien.



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 yang telah dijelaskan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring real-time pencampuran nutrisi pada kebun anggur berbasis Human Machine Interface (HMI)?
2. Bagaimana mengintegrasikan ESP32 dengan HMI, relay, pompa, dan solenoid valve sehingga sistem dapat melakukan monitoring dan pengendalian aktuator secara real-time?
3. Bagaimana performa sistem dalam menampilkan status aktuator berupa kondisi ON dan OFF pada HMI selama proses pencampuran nutrisi berlangsung?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan merealisasikan sistem monitoring real-time pencampuran nutrisi berbasis Human Machine Interface (HMI).
2. Mengintegrasikan ESP32 dengan HMI, relay, dan aktuator pada sistem pencampuran nutrisi.
3. Menampilkan status aktuator secara real-time berupa kondisi ON dan OFF melalui HMI.
4. Mengimplementasikan fungsi kontrol manual dan otomatis untuk mengoperasikan pompa serta solenoid valve melalui HMI.
5. Mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan hasil pengujian komunikasi antara ESP32, HMI, dan aktuator.

1.4 Luaran

Luaran yang dihasilkan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Terwujudnya sistem monitoring real-time pencampuran nutrisi berbasis Human Machine Interface (HMI) yang dapat digunakan untuk memantau proses pencampuran nutrisi pada kebun anggur.
2. Terimplementasinya Human Machine Interface (HMI) Nextion Intelligent 7 Inch sebagai media monitoring dan kontrol yang menampilkan status aktuator berupa kondisi ON dan OFF secara real-time serta menyediakan fitur pengoperasian manual dan otomatis.



© 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. Terintegrasinya ESP32 dengan HMI, relay, pompa, dan solenoid valve sehingga proses pengendalian serta pemantauan status aktuator dapat berlangsung secara real-time.
4. Tersedianya sistem monitoring yang mampu menampilkan kondisi kerja pompa, relay, dan solenoid valve secara akurat sehingga memudahkan operator dalam mengawasi proses pencampuran nutrisi.
5. Tersusunnya laporan Tugas Akhir yang memuat proses perancangan, realisasi, pengujian, serta analisis kinerja sistem sebagai dokumentasi ilmiah sesuai pedoman 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

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring *real-time* pencampuran nutrisi kebun anggur berbasis HMI, maka dapat diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Sistem monitoring *real-time* pencampuran nutrisi kebun anggur berbasis HMI telah berhasil diimplementasikan dengan mengintegrasikan ESP32, HMI *Nextion*, sensor *pH*, sensor *EC/TDS*, sensor *turbidity*, *relay* 24 V, *solenoid valve*, pompa National GP-125, *power supply*, MCB, fuse, dan panel kontrol. Sistem ini dapat digunakan untuk membantu operator memantau proses pencampuran nutrisi secara lebih mudah dan terstruktur.
2. Sensor pada sistem berfungsi sebagai pembaca data, sedangkan ESP32 berfungsi sebagai pengolah data dan pengendali aktuator. Data hasil pembacaan sensor dapat ditampilkan pada HMI, sehingga operator dapat mengetahui kondisi larutan nutrisi, seperti kadar *pH*, nilai *EC/TDS*, dan tingkat kekeruhan larutan secara langsung.
3. HMI *Nextion* dapat menampilkan halaman monitoring, halaman nutrisi, halaman misting, halaman aktuator, dan halaman barcode website. Tampilan HMI mempermudah operator dalam melihat nilai parameter dan status kerja sistem tanpa harus melakukan pembacaan data secara manual.
4. Aktuator pada sistem, seperti pompa dan *solenoid valve*, dapat bekerja berdasarkan perintah dari ESP32 melalui *relay*. Pada proses pencampuran, tiga tong nutrisi dapat mengalir secara bersamaan menuju tangki pencampur, kemudian proses resirkulasi dilakukan satu kali pada bagian akhir untuk membantu pencampuran larutan agar lebih merata.
5. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu bekerja secara terintegrasi mulai dari pembacaan sensor, pengolahan data oleh ESP32, penampilan data pada HMI, hingga pengendalian aktuator. Dengan demikian, sistem ini dapat mendukung proses monitoring pencampuran nutrisi kebun anggur secara *real-time*, praktis, dan efisien.



5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan sistem selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

1. Tampilan HMI dan dashboard monitoring sebaiknya dibuat dengan warna teks yang lebih kontras terhadap latar belakang agar nilai parameter lebih mudah dibaca oleh operator. Selain itu, setiap kolom parameter sebaiknya selalu menampilkan nilai aktual agar tampilan tidak terlihat kosong.
2. Pengujian sensor sebaiknya dilakukan dengan pembandingan alat ukur standar agar tingkat akurasi pembacaan *pH*, *EC/TDS*, dan *turbidity* dapat diketahui secara lebih jelas.
3. Sistem dapat dikembangkan dengan penambahan fitur penyimpanan data historis dan grafik analisis secara otomatis, sehingga perubahan nilai sensor dari waktu ke waktu dapat dipantau lebih mudah.
4. Pada bagian aktuator, disarankan untuk menambahkan indikator status yang lebih jelas, baik pada HMI maupun pada panel kontrol, agar operator dapat mengetahui kondisi pompa dan *solenoid valve* secara langsung.
5. Sistem pencampuran nutrisi dapat dikembangkan dengan pengaturan set point yang dapat diubah melalui HMI, sehingga operator dapat menyesuaikan kebutuhan nutrisi berdasarkan fase pertumbuhan tanaman anggur.
6. Untuk penggunaan jangka panjang, perlu dilakukan pengujian ketahanan sistem di lingkungan kebun secara berkala, terutama pada bagian sensor, sambungan pipa, *solenoid valve*, pompa, dan panel kontrol.

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



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

- Abdelmoneim, A. A., Kimaita, H. N., Al Kalaany, C. M., Derardja, B., Dragonetti, G., & Khadra, R. (2025). IoT sensing for advanced irrigation management: A systematic review of trends, challenges, and future prospects. *Sensors*, 25(7), 2291.
- Analog Devices. (2015). DS3231 extremely accurate I2C-integrated RTC/TCXO/crystal: Data sheet.
- Analog Devices. (n.d.). MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487 low-power RS-485/RS-422 transceivers: Data sheet.
- Analog Devices. (n.d.). MAX485 datasheet and product information.
- Arduino. (n.d.). Arduino documentation.
- Arduino. (n.d.). Arduino software.
- California Department of Food and Agriculture. (n.d.). Grapevines: Fertilization guidelines.
- DFRobot. (2019). Gravity: Analog *pH* sensor/meter kit V2 (SKU: SEN0161-V2): Product manual.
- DFRobot. (n.d.). Gravity: Analog *pH* sensor V2 (SKU: SEN0161-V2).
- DFRobot. (n.d.). Gravity: Analog *TDS* sensor/meter for Arduino (SKU: SEN0244).
- DFRobot. (n.d.). Gravity: Analog *turbidity* sensor for Arduino (SKU: SEN0189).
- DFRobot. (n.d.). *Turbidity* sensor SKU: SEN0189: Product manual.
- Espressif Systems. (2025). ESP32 series datasheet (Version 5.2).
- Espressif Systems. (n.d.). Arduino-ESP32 documentation.
- FAO. (2013). Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops: Principles for Mediterranean climate areas.
- Google for Developers. (2026). Google Sheets API overview.
- Google for Developers. (2026). Spreadsheet service: Apps Script.
- Hari, I., et al. (2021). Development of IoT based smart irrigation system with programmable logic controller. *International Journal of Agriculture System*, 9(1), 27-39.



© 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

- International Atomic Energy Agency. (2002). Water balance and fertigation for crop improvement in West Asia (IAEA-TECDOC-1266).
- MEAN WELL. (2012). Switching *power supply* technical manual.
- MEAN WELL. (n.d.). Switching *power supply* manufacturer: Product series.
- Michigan State University Extension. (2013). Soil sampling vineyards and guidelines for interpreting the soil test results.
- Morsi, I., & Mahmoud, M. A. (2024). Smart irrigation system using PLC, SCADA, and fuzzy control.
- Nextion. (2025). Intelligent series introduction.
- Nextion. (2025). NX8048P070-011C datasheet.
- Nsoh, B., Katimbo, A., Guo, H., Heeren, D. M., Nakabuye, H. N., Qiao, X., Ge, Y., Rudnick, D. R., Wanyama, J., Bwambale, E., & Kiraga, S. (2024). Internet of Things-based automated solutions utilizing machine learning for smart and *real-time* irrigation management: A review. *Sensors*, 24(23), 7480.
- Obaideen, K., Yousef, B. A. A., AlMallahi, M. N., Tan, Y. C., Mahmoud, M., Jaber, H., & Ramadan, M. (2022). An overview of smart irrigation systems using IoT. *Energy Nexus*, 7, 100124.
- Omron Europe. (n.d.). MK-S general-purpose *relays*: Data sheet.
- Omron. (n.d.). *Relays*: Product category.
- Roy, R. N., Finck, A., Blair, G. J., & Tandon, H. L. S. (2006). Plant nutrition for food security: A guide for integrated nutrient management. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin* 16.
- Schneider Electric. (n.d.). Acti 9 fuse holder.
- Schneider Electric. (n.d.). Acti9 miniature circuit breaker-MCB.
- Soussi, A., Zero, E., Sacile, R., Trincherro, D., & Fossa, M. (2024). Smart sensors and smart data for precision agriculture: A review. *Sensors*, 24(8), 2647.
- University of California Agriculture and Natural Resources. (n.d.). Grapevine nutrition.
- University of Minnesota Extension. (n.d.). Tissue and soil nutrient testing for cold climate grapes.



© 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

Verdenal, T., et al. (2021). Understanding and managing nitrogen nutrition in grapevine. *OENO One*.

Washington State University Extension. (n.d.). Vineyard nutrient management in Washington State.

Yara. (n.d.). Nutrient solutions for greenhouse crops.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Lulus dari SD Negeri Harapan Baru 2 tahun 2016, SMP Negeri 21 Kota Bekasi tahun 2019, dan Smk Global Prima Islamic School 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 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

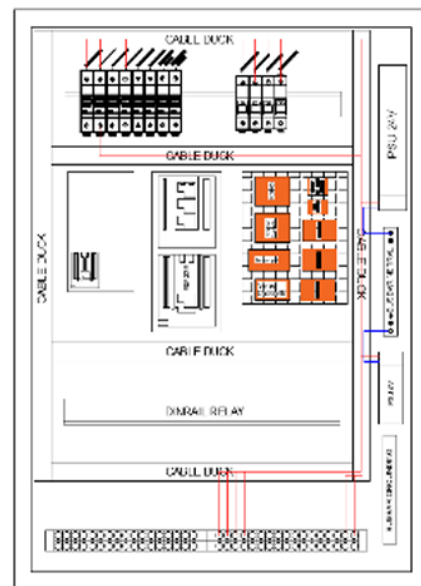
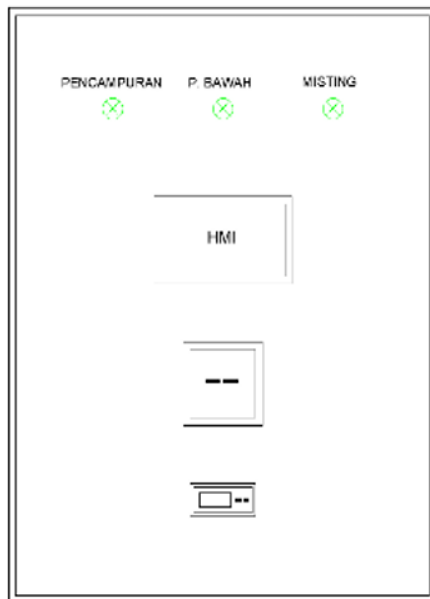


LAMPIRAN

LAMPIRAN LAYOUT

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



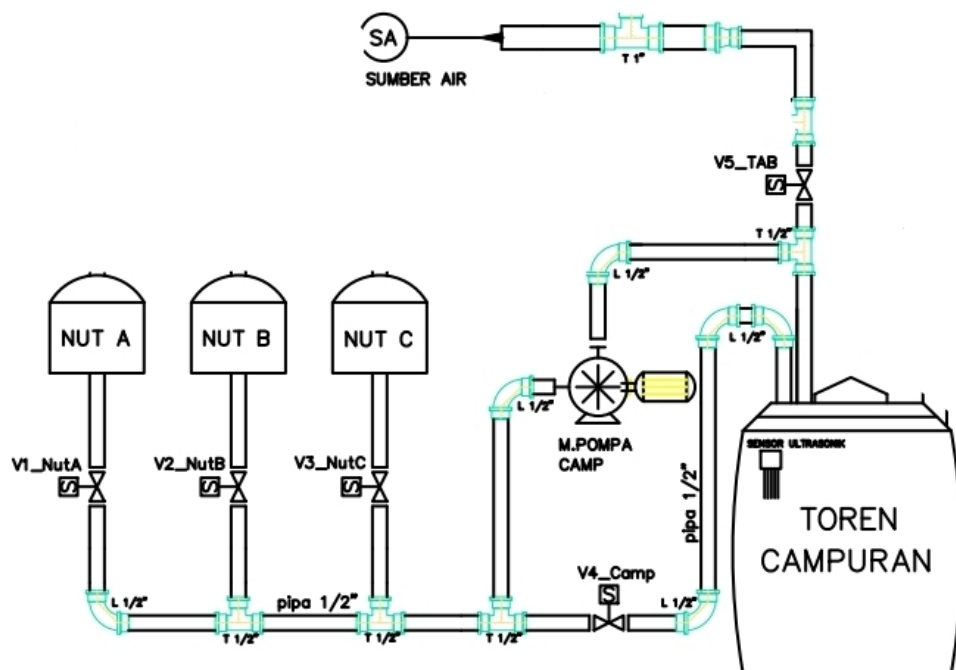


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN DESAIN

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





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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