



Penerapan *Predictive Maintenance* pada Penyiraman Otomatis Berbasis ESP32

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Oleh :

Rahmi Alya Siregar
40040621650070

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

2025

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR
PENERAPAN *PREDICTIVE MAINTENANCE* PADA PENYIRAMAN OTOMATIS
BERBASIS ESP32

Nama : Rahmi Alya Siregar

NIM : 40040621650070

Dosen Pembimbing,



Fakhruddin Mangkusasmito , S.T.,M.T

NIP.198908202019031012

Tanggal...04 - 09 - 2015

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T.,M.Kom

NIP.197710012001121002

Tanggal...09 - 09 - 2015

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR
PENERAPAN *PREDICTIVE MAINTENANCE* PADA PENYIRAMAN OTOMATIS
BERBASIS ESP32

Disusun Oleh
Rahmi Alya Siregar
40040621650070

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada :

Hari : Senin

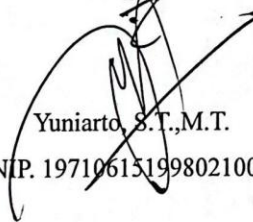
Tanggal : 01 September 2025

Ketua Penguji



Dista Yoel Tadeus, S.T.,M.T
NIP. 198812282015041002

Penguji I



Yuniarto, S.T.,M.T.
NIP. 197106151998021001

Penguji II



Fakhruddin Mangkusasmitho, S.T.,M.T.
NIP.198908202019031012

Mengetahui,
Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T. M.Kom.
NIP. 197710012001121002

SURAT PENYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rahmi Alya Siregar

NIM : 40040621650070

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Judul Tugas Akhir : **Penerapan Predictive Maintenance Pada Penyiraman
Otomatis Berbasis ESP32**

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dituliskan atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 tahun 2010 dan peraturan perundang – undangan yang berlaku.

Semarang, 01 September 2025


Rahmi Alya Siregar

NIM. 40040621650070

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, karya tulis ini penulis persembahkan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Ibunda Tercinta Almh, Hilda Rahmawati yang meskipun telah berpulang ke rahmatullah, namun cinta, doa, dan pengorbanan beliau senantiasa menjadi cahaya dan kekuatan dalam setiap langkah penulis. Semoga Allah SWT menempatkan beliau di tempat terbaik di sisi-Nya. Aamiin.
3. Ayah Tercinta, sosok luar biasa yang telah menjalankan peran ganda sebagai ayah dan ibu dengan penuh kasih sayang, keteguhan hati, dan pengorbanan yang tiada henti. Terima kasih atas cinta, doa, kerja keras, dan semangat yang ayah berikan setiap harinya. Tanpa semua itu, penulis tidak akan sampai pada titik ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan dalam setiap langkah ayah.
4. Bapak Fakhruddin Mangkusasmito, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan masukan berharga dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Adik Tercinta, Ramadhani Ayumi Siregar yang kehadirannya selalu menjadi sumber semangat dan kebahagiaan dalam hidup penulis. Terima kasih atas senyum, candaan, dan perhatian sederhana yang sering kali menjadi penyejuk di tengah lelah dan stres selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
6. Andhika Raka Nurizki yang telah menjadi tempat berbagi cerita, lelah, dan harapan selama proses ini berlangsung. Terima kasih atas kesabaran, perhatian, motivasi, dan cinta yang tak pernah henti diberikan di tengah kesibukan dan tekanan yang penulis alami. Dukunganmu telah menjadi sumber semangat yang luar biasa dan berarti bagi penulis.

7. Sutriyani Lopian selaku teman seperjuangan, yang telah menjadi saksi hidup naik-turunnya mood saat skripsi. Terima kasih sudah jadi tempat curhat, tempat panik bareng, dan selalu mendukung penulis.
8. Widya Putri selaku teman seperjuangan, yang selalu menemani dan mendukung penulis selama penyusunan tugas akhir dan pembuatan alat. Terima kasih selalu mendengarkan keluh kesah penulis dan selalu mendukung penulis.
9. Rekan-rekan Teknik Listrik Industri Angkatan 2021, yang telah bersama-sama berjuang sejak awal masa perkuliahan hingga menyelesaikan pendidikan ini.
10. Seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
11. Diri penulis sendiri, yang telah berusaha dengan penuh semangat, ketekunan, dan kesabaran untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini hingga tuntas.
12. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan menjadi motivasi bagi penulis untuk terus berkarya.

ABSTRACT

Modern agriculture requires an irrigation system that is efficient in water usage while maintaining soil moisture at an optimal level. Conventional irrigation methods, which are still widely used, are often ineffective because they rely on fixed schedules or manual observation without considering the actual environmental conditions. This research aims to design and implement an automatic irrigation system based on ESP32 by applying the Moving Average method as a predictive approach to monitor and estimate soil moisture. The system utilizes a soil moisture sensor as the main parameter for prediction, supported by a temperature and humidity sensor (DHT22), a light intensity sensor (BH1750), and a real-time clock module (RTC DS3231) for environmental monitoring. Sensor data are transmitted and displayed in real-time through the Blynk IoT platform and stored in the ThingSpeak cloud. The system operates by automatically activating the pump when the predicted soil moisture value obtained from the Moving Average calculation is $\leq 43\%$, preventing the soil from reaching a critically dry condition. The test results show that the Moving Average method provides predictions that are close to the actual measurements, with an average error of 2.24%. The system also successfully maintained soil moisture stability within the range of 40–70%, which is considered optimal for plant growth. Therefore, the ESP32-based automatic irrigation system is proven effective in optimizing water usage, maintaining soil moisture, and supporting the implementation of more efficient and sustainable smart agriculture.

Keywords: ESP32, Moving Average, automatic irrigation, predictive maintenance, IoT.

ABSTRAK

Pertanian modern membutuhkan sistem irigasi yang efisien dalam penggunaan air sekaligus mampu menjaga kelembapan tanah pada kondisi optimal. Penyiraman konvensional yang masih banyak digunakan seringkali tidak efektif karena dilakukan berdasarkan jadwal tetap atau pengamatan manual tanpa mempertimbangkan kondisi lingkungan yang sesungguhnya. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman otomatis berbasis ESP32 dengan menerapkan metode Moving Average sebagai pendekatan prediktif untuk memantau dan memperkirakan kelembapan tanah. Sistem ini memanfaatkan sensor kelembapan tanah sebagai parameter utama prediksi, dengan dukungan sensor suhu dan kelembapan udara (DHT22), sensor intensitas cahaya (BH1750), serta modul waktu nyata (RTC DS3231) untuk monitoring lingkungan. Data sensor dikirim dan ditampilkan melalui Blynk IoT platform secara real-time, serta disimpan ke ThingSpeak cloud. Mekanisme kerja sistem adalah menyiram tanaman secara otomatis ketika hasil prediksi Moving Average menunjukkan nilai kelembapan $\leq 43\%$, sehingga tanah tidak mencapai kondisi kering kritis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode Moving Average mampu memberikan nilai prediksi yang mendekati hasil aktual, dengan rata-rata error sebesar 2,24%. Sistem juga terbukti dapat menjaga kelembapan tanah stabil dalam kisaran 40–70%, yang merupakan kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, sistem penyiraman otomatis berbasis ESP32 ini dinilai efektif dalam mengoptimalkan penggunaan air, menjaga kelembapan tanah, serta mendukung penerapan konsep smart agriculture yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Kata kunci: *ESP32, Moving Average, penyiraman otomatis, predictive maintenance, IoT.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Penerapan Predictive Maintenance Pada Penyiraman Otomatis Berbasis ESP32” Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana Terapan di Teknik Listrik Industri, Universitas Diponegoro. Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi sarana untuk meningkatkan kreativitas dan pengetahuan, baik bagi penulis maupun para pembaca. Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis memperoleh banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan hidayah-Nya yang memungkinkan penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Orang tua serta adik tercinta, atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang tiada henti, menjadi semangat bagi penulis dalam menyelesaikan masa pendidikan.
3. Ibuku tersayang, Almh. Hilda Rahmawati yang tidak ada henti-hentinya memberikan kasih sayang dan doa yang mengalir sampai detik ini.
4. Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
6. Bapak Fakhruddin Mangkusasmito, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Saya.
7. Rekan-rekan Teknik Listrik Industri Angkatan 2021, yang telah mendampingi dan berjuang bersama sejak awal masa perkuliahan hingga tahap akhir ini.
8. Seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan pengalaman. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran, kritik, dan masukan yang konstruktif dari para pembaca untuk penyempurnaan karya ini di masa mendatang.

Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menjadi inspirasi bagi semua pihak. Penulis juga berharap agar setiap usaha yang telah dilakukan diridhoi dan diberkahi oleh Allah SWT. Aamiin.

Semarang, 30 April 2025

(Rahmi Alya Siregar)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	Error! Bookmark not defined.
SURAT PENYATAAN KEASLIAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Metode Penyusunan	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	65
2.1 Tinjauan Pustaka	65
2.2 Dasar Teori	67
2.2.1. Penyiraman Otomatis Berbasis Mikrokontroler.....	67
2.2.2. Internet of Things (IoT)	69
2.2.3. Mikrokontroler ESP32	70
2.2.4. Sensor Kelembapan Tanah (<i>Soil Moisture</i> Sensor).....	72
2.2.5. Sensor Suhu dan Kelembapan Udara (DHT22).....	74
2.2.6. Sensor Cahaya BH1750	75
2.2.7. RTC (Real-Time Clock).....	76

2.2.8.	Mosfet dan Pompa Air DC	77
2.2.9.	Adaptor 12 V	79
2.2.10.	<i>Buck Converter</i>	80
2.2.11.	LCD 16x2	82
2.2.12.	Aplikasi Blynk	83
2.2.13.	Analisis Deret Waktu (Time Series)	84
2.2.14.	Kelembapan Tanah Tanaman Cabai	84
2.2.15.	<i>Predictive Maintenance & Control System</i>	86
2.2.16.	<i>Moving Average</i>	88
BAB III PERANCANGAN ALAT		90
3.1.	Diagram Blok	90
3.2.	<i>Wiring Diagram</i>	92
3.2.1	Rangkaian DHT22 ke ESP32	92
3.2.2	Rangkaian BH1750 ke ESP32	93
3.2.3	Rangkaian Soil Moisture ke ESP32	94
3.2.4	Rangkaian Keseluruhan Sistem	96
3.3.	Flowchart Sistem	98
BAB IV PROSES PEMBUATAN ALAT		100
4.1	Pembuatan Perangkat Keras	100
4.2	Alat dan Bahan	101
4.3	Langkah-Langkah Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	102
4.3.1	Pembuatan 3D Penyiraman Melingkar	102
4.3.2	Pembuatan 3D Penyimpanan Air	104
4.3.3	Bentuk Keseluruhan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	105
4.4	Kalibrasi Sensor	108
4.4.1	Kalibrasi Sensor DHT22	108
4.4.2	Kalibrasi Sensor BH1750	110
4.4.3	Kalibrasi Sensor <i>Soil Moisture</i>	111
4.5	Pembuatan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	115
4.5.1	Pembuatan Program pada Arduino IDE	116

4.5.2	Perangkat Lunak Platform Thinkspeak.....	119
4.5.3	Perangkat Lunak Platform Blynk.....	121
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA		124
5.1	Tujuan dan Prosedur Pengukuran dan Pengujian.....	124
5.2	Pengujian Intensitas Cahaya BH1750.....	125
5.3	Pengujian Sensor Suhu DHT22	127
5.4	Pengujian Sensor Soil Moisture	128
5.5	Pengujian Perubahan Kelembapan Alami	128
5.6	Pengujian Pengambilan Data ThinkSpeak.	134
5.7	Perhitungan Data Menggunakan Moving Average	136
5.8	Pengujian Aktuator Pompa.....	141
5.9	Pengujian Predictive Maintenance dalam Sistem Penyiraman	142
5.10	Pemantauan Jarak Jauh Melalui Blynk	147
BAB VI PENUTUP		149
6.1	Kesimpulan	149
6.2	Saran.....	150
DAFTAR PUSTAKA.....		151
LAMPIRAN.....		151

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penyiraman Otomatis	68
Gambar 2. 2 Internet of Things	69
Gambar 2. 3 ESP32	70
Gambar 2. 4 Soil Moisture	72
Gambar 2. 5 Sensor DHT22	74
Gambar 2. 6 Sensor Cahaya BH1750.....	75
Gambar 2. 7 Real-Time Clock	76
Gambar 2. 8 Mosfet.....	77
Gambar 2. 9 Pompa DC	78
Gambar 2. 10 Adaptor 12 V	79
Gambar 2. 11 Buck Converter.....	80
Gambar 2. 12 LCD 16x2	82
Gambar 2. 13 Blynk	83
Gambar 2. 14 Time Series	84
Gambar 2. 15 Predictive Maintenance	86
Gambar 3. 1 Diagram Blok	90
Gambar 3. 2 Wiring Sensor DHT22.....	92
Gambar 3. 3 Wiring Sensor BH1750	93
Gambar 3. 4 Wiring Soil Moisture	94
Gambar 3. 5 Wiring Diagram.....	96
Gambar 3. 6 Flowchart.....	98
Gambar 4. 1 3D Penyiraman Melingkar	102
Gambar 4. 2 Hasil 3D Penyiraman Melingkar	103
Gambar 4. 3 3D Penyimpanan Air	104
Gambar 4. 4 Desain 3D Keseluruhan.....	105
Gambar 4. 5 PCB Komponen.....	106
Gambar 4. 6 Hasil Cetak 3D	108

Gambar 4. 7 Kalibrasi Sensor DHT22	109
Gambar 4. 8 Kalibrasi Sensor BH1750	110
Gambar 4. 9 Alat Ukur Intensitas Cahaya	110
Gambar 4. 10 Nilai ADC Kering	111
Gambar 4. 11 Nilai ADC Basah	113
Gambar 4. 12 Persen Kelembapan Tanah	114
Gambar 4. 13 Pemilihan Board Arduino Ide	116
Gambar 4. 14 Library Arduino Ide	116
Gambar 4. 15 Program Arduino IDE	117
Gambar 4. 16 Program Data ThinkSpeak	118
Gambar 4. 17 Akun ThinkSpeak	119
Gambar 4. 18 Chanel ThinkSpeak	120
Gambar 4. 19 API Key ThinkSpeak	120
Gambar 4. 20 Grafik Data ThinkSpeak	121
Gambar 4. 21 Blynk Website	122
Gambar 4. 22 Datastream Blynk	123
Gambar 4. 23 Widget Blynk	123
Gambar 4. 24 Tampilan Blynk	123
Gambar 5. 1 Pengujian lux	126
Gambar 5. 2 Kalibrasi Sensor Suhu	127
Gambar 5. 3 Kelembapan Udara	134
Gambar 5. 4 Suhu Udara	135
Gambar 5. 5 Intensitas Cahaya	135
Gambar 5. 6 Kelembapan Tanah	135
Gambar 5. 7 Grafik Prediksi Kelembapan	145
Gambar 5. 8 Grafik Kelembapan Tanah	146
Gambar 5. 9 Monitoring Blynk	147

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP-32	71
Tabel 2. 2 Spesifikasi Capacitive Soil Moisture	73
Tabel 2. 3 Pinout Capacitive Soil Moisture.....	73
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor Suhu DHT-22	74
Tabel 2. 5 Pinout DHT-22	75
Tabel 2. 6 Pimout BH1750.....	76
Tabel 2. 7 Pin RTC DS3231	77
Tabel 2. 8 Pinout Mosfet	78
Tabel 2. 9 Pinout Buck Converter	80
Tabel 2. 10 Spesifikasi Buck Converter LM2596	81
Tabel 2. 11 Spesifikasi LCD 16x2.....	82
Tabel 2. 12 Pinout LCD 16x2.....	83
Tabel 2. 13 Batas Aman Kelembapan	85
Tabel 2. 14 Jenis Pemeliharaan	86
Tabel 4. 1 Komponen Penggunaan.....	101
Tabel 4. 2 Alat yang digunakan	101
Tabel 4. 3 Akurasi Sensor DHT22	109
Tabel 5. 1 Pengujian Sensor Cahaya	126
Tabel 5. 2 Pengujian Sensor DHT22	127
Tabel 5. 3 Pengujian Sensor Soil Moisture	128
Tabel 5. 4 Data 2 Hari Tiap 30 Menit.....	129
Tabel 5. 5 Data Moving Average.....	136
Tabel 5. 6 Pengujian Pompa Menyala	141
Tabel 5. 7 Percobaan Penerapan Metode Prediktif.....	142

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tampilan Hasil Alat	151
Lampiran 2 Tampilan Rangkaian PCB.....	151
Lampiran 3 Tampilan Monitoring di Blynk	152
Lampiran 4 Kode Program Pengambilan Data	152
Lampiran 5 Datasheet DHT22	174
Lampiran 6 LCD 16x2	175