

**RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI SISTEM
MONITORING DAN PENGAIRAN OTOMATIS BERBASIS
MODUL ESP32-WROOM-32U PADA JARINGAN SUMUR BOR
PRODUKSI BERPROTOKOL *MQTT* PADA PERTANIAN PADI DI
DESA MARGOMULYO KABUPATEN TUBAN**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh derajat Sarjana S-1
Program Studi Fisika



Disusun oleh :
Ichwanul Kirom
19106020048

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2026



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1952/Un.02/DST/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN PENGAIRAN OTOMATIS BERBASIS MODUL ESP32-WROOM-32U PADA JARINGAN SUMUR BOR PRODUKSI BERPROTOKOL MQTT PADA PERTANIAN PADI DI DESA MARGOMULYO KABUPATEN TUBAN

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ICHWANUL KIROM
Nomor Induk Mahasiswa : 19106020048
Telah diujikan pada : Selasa, 18 Agustus 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6a86c05cd26f0



Penguji I

Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a868eeb4a134



Penguji II

Andi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6a8685ee1eb1a



Yogyakarta, 18 Agustus 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a87bb0356701

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ichwanul Kirom
NIM : 19106020048
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Rancang Bangun Dan Implementasi Sistem Monitoring Dan Pengairan Otomatis Berbasis Modul Esp32-Wroom-32u Pada Jaringan Sumur Bor Produksi Berprotokol Mqtt Pada Pertanian Padi Di Desa Margomulyo Kabupaten Tuban.” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 7 Agustus 2026

Penulis



NIM. 19106020048



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : ICHWANUL KIROM
NIM : 19106020048
Judul Skripsi : Rancang Bangun Dan Implementasi Sistem Monitoring Dan Pengairan Otomatis Berbasis Modul Esp32-Wroom-32u Pada Jaringan Sumur Bor Produksi Berprotokol Mqtt Pada Pertanian Padi Di Desa Margomulyo Kabupaten Tuban.

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 12 Agustus 2025

Pembimbing

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.

NIP: 19780510 200501 1 003

INTISARI

Fenomena *El Nino* merupakan anomali suhu permukaan laut di Samudra Pasifik Ekuator yang memicu penurunan curah hujan secara drastis di wilayah Indonesia. *El Nino* menyebabkan musim kemarau menjadi jauh lebih panjang dan lebih kering dari biasanya. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kurangnya ketersediaan air dan manajemen pengairan pada pertanian tadah hujan di wilayah Tuban Jawa Timur. Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang, membuat, dan menguji sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis modul esp32-wroom-32u pada jaringan sumur bor produksi berprotokol *MQTT* pada pertanian padi Di Desa Margomulyo Kabupaten Tuban. Penelitian ini dijalankan melalui tiga tahapan, yakni perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem yang telah dibuat. Tahapan perancangan menggunakan Fritzing untuk membuat skema rangkaian sistem. Tahapan pembuatan dimulai dengan mempersiapkan alat dan bahan, pembuatan perangkat keras, dan pembuatan perangkat lunak. Tahapan pengujian sistem meliputi pengujian untuk mendapatkan nilai uji kesesuaian fungsionalitas dan presisi sistem. Hasil yang didapat dari sistem *monitoring* dan pengairan otomatis ini adalah untuk kesesuaian fungsionalitas didapat 100%, sedangkan nilai presisinya 99,22%. Melalui hasil yang didapat dapat disimpulkan bahwa sistem *monitoring* dan pengairan otomatis yang telah dibuat sudah memenuhi standar alat ukur di Indonesia.

Kata kunci: Esp-32-WROOM-32U, Sensor Tanah RS485, Sensor Ultrasonik RS485, *MQTT*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRACT

The El Niño phenomenon is a sea surface temperature anomaly in the Equatorial Pacific Ocean that triggers a drastic reduction in rainfall across Indonesia. El Niño causes the dry season to become significantly longer and drier than usual. This research is motivated by the lack of water availability and irrigation management in rainfed agriculture in the Tuban region, East Java. The objective of this study is to design, construct, and test an automatic monitoring and irrigation system based on the ESP32-WROOM-32U module within a production borehole network using the MQTT protocol for rice farming in Margomulyo Village. This research was conducted through three stages: system design, construction, and testing. The design stage utilized Fritzing to create the circuit schematic. The construction stage began with preparing tools and materials, assembling hardware, and developing software. The system testing stage included evaluations to determine the functional suitability and precision values of the system. The results obtained from this automatic monitoring and irrigation system demonstrated a 100% functional suitability rate and a precision value of 99.22%. Based on these results, it can be concluded that the developed automatic monitoring and irrigation system meets the measurement tool standards in Indonesia.

Keywords: Esp-32-WROOM-32U, Sensor Tanah RS485, Sensor Ultrasonik RS485, MQTT

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

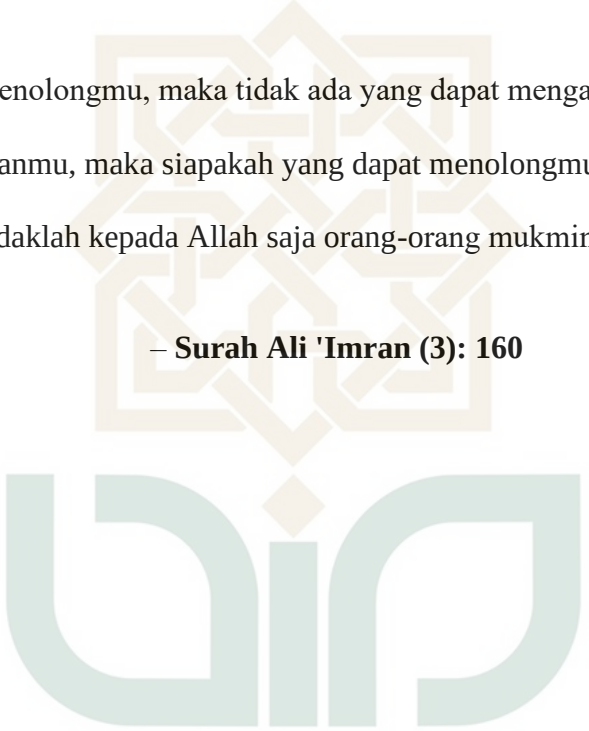
MOTTO

“Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya. Dan sesungguhnya usahanya itu kelak akan diperlihatkan (kepadanya).”

– **Surah An-Najm (53): 39–40**

“Jika Allah menolongmu, maka tidak ada yang dapat mengalahkanmu. Dan jika Dia membiarkanmu, maka siapakah yang dapat menolongmu setelah itu? Karena itu, hendaklah kepada Allah saja orang-orang mukmin bertawakal.”

– **Surah Ali 'Imran (3): 160**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

Allah SWT

Nabi Muhammad SAW

Bapak Muksin, Ibu Warsini dan Ibu Sri Rahayu

Istri Alya Wahyu Rahma Dinanty

Kakak Ida Laeli Yatin

Kakak Khoirul Anwar

Teman Fisika 2019

SC Fisika Instrumentasi



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil ‘Alamiin, puji syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wata’ala yang telah memberikan rahmat, nikmat, serta hidayah - Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING DAN PENGAIRAN OTOMATIS BERBASIS MODUL ESP32-WROOM-32U PADA JARINGAN SUMUR BOR PRODUKSI BERPROTOKOL MQTT PADA PERTANIAN PADI DI DESA MARGOMULYO KABUPATEN TUBAN”** dengan baik. Sholawat serta salam tak lupa tercurahkan kepada uswatun khasanah Nabi Muhammad Shalallahu ‘alaihi Wasallam beserta keluarga, sahabat, dan umatnya yang insya Allah akan diberi syafa’at oleh beliau di Yaumul Qiyamah.

Tugas akhir ini merupakan suatu bentuk kewajiban penulis sebagai mahasiswa oleh mahasiswa Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan guna menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) serta mendapatkan gelar sarjana. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak pihak terkait demi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi kedepannya. Penyusunan dan pelaksanaan tugas akhir ini penulis mendapat dukungan dari berbagai pihak. Karenanya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ketiga orang tua, ibu Warsini, Ibu Sri Rahayu dan Bapak Muksin yang telah memberikan doa dan dukungan.

2. Alya Wahyu Rahma Dinanty selaku istri saya yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan kesabaran ketika mengerjakan skripsi ini. Semoga senantiasa dimudahkan segala urusannya serta sehat selalu.
3. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Prof. Dr. Dra. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Ibu Dr. Widayanti, S.Si. M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan skripsi ini. Semoga senantiasa dimudahkan segala urusannya dan keberkahan selalu tercurah kepada beliau. Terimakasih banyak atas waktu dan kesabaran yang diberikan dalam memberikan bimbingan, nasehat, serta motivasi yang tiada hentinya.
7. Bapak Dr Thoqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik. Semoga senantiasa dimudahkan segala urusannya dan keberkahan selalu tercurah kepada beliau. Terimakasih banyak atas waktu dan kesabaran yang diberikan dalam memberikan bimbingan, nasehat, serta motivasi yang tiada hentinya.
8. Seluruh Dosen Fisika maupun Dosen non-Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bimbingan berserta ilmunya. Semoga mendapat balasan yang lebih baik dari Allah Subhanahu Wata'ala.

9. Shanty, Faiz, Laili, dan Alifa yang selalu memberikan bantuan dan motivasi dalam penulisan skripsi ini. Terima kasih atas waktu dan usaha yang telah diberikan selama ini.
10. Teman-teman Prodi Fisika 2019 UIN Sunan Kalijaga yang luar biasa.
11. Serta semua pihak yang memberikan bantuan dan dukungan dalam proses penulisan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis juga memohon maaf apabila dalam penulisan tugas akhir ini terdapat banyak kekurangan dan kesalahan baik dalam sistematika penyusunan isi hingga proses yang telah dilaporkan ini dikarenakan adanya keterbatasan kemampuan penulis. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun bagi para pembaca.

Yogyakarta, Maret 2026

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
INTISARI	iv
ABSTRACT	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
1 BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Studi Pustaka	8
2.2 Landasan Teori	11
2.2.1 Sistem Monitoring.....	11
2.2.2 Sistem Kendali	13
2.2.3 Mikrokontroler	14
2.2.4 Mikrokontroler ESP32-WROOM-32U.....	15
2.2.5 Sensor.....	16
2.2.6 Soil Moisture Sensor	18
2.2.7 Sensor Ultrasonik	20
2.2.9. MAX RS485 (<i>Modul Transceiver TTL to RS485</i>)	23
2.2.10. Antena Rubber Duck 2.4 GHz	24
2.2.8 Internet of Things	25
2.2.9 Message Queuing Telemetry Transport	26

2.2.10	Kesesuaian Fungsionalitas Sistem	28
2.2.11	Presisi	29
2.2.12	Wawasan Islam Tentang Ilmu Pengetahuan dan Teknologi	32
3	BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	35
3.2.1	Alat Perancangan Sistem.....	35
3.2.2	Alat dan Bahan Pembuatan Sistem	36
3.2.3	Alat Pengujian Sistem.....	37
3.3	Prosedur Penelitian.....	37
3.3.1	Perancangan Sistem	37
3.3.2	Pembuatan Sistem	39
3.3.3	Pengujian Sistem.....	46
3.4	Sistematika Pembahasan Hasil Penelitian	52
3.4.1	Sistematika Pembahasan Hasil Perancangan dan Pembuatan Sistem..	52
3.4.2	Pembahasan hasil pengujian sistem	52
4	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1	Hasil Penelitian.....	54
4.1.1	Hasil Perancangan Sistem.....	54
4.1.2	Hasil Pembuatan Sistem.....	54
4.1.3	Hasil Pengujian Sistem	58
4.2	Pembahasan	61
4.2.1	Pembahasan hasil perancangan dan pembuatan sistem	61
4.3	Integrasi Interkoneksi	67
5	BAB V PENUTUP.....	69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran	70
	DAFTAR PUSTAKA.....	72
6	LAMPIRAN.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat perancangan sistem	35
Tabel 3.2 Alat pembuatan sistem	36
Tabel 3.3 Bahan pembuatan sistem.....	36
Tabel 3.4. Alat pengujian sistem.....	37
Tabel 3.5 Pengambilan data keberhasilan kontrol pengairan.....	48
Tabel 3.6 Pengambilan data keberhasilan penerimaan sensor kelembapan.....	48
Tabel 3.7 Pengambilan data sensor ultrasonik terhadap objek	48
Tabel 3.8 Pengambilan data konektivitas internet	49
Tabel 3.9 Pengambilan data kesesuaian fungsionalitas broker MQTT.....	49
Tabel 3.10 Hasil pengujian fungsionalitas sistem.....	49
Tabel 3.11 Pengambilan data presisi repeatability Sensor Tanah RS485.....	51
Tabel 3.12 Pengambilan data presisi repeatability Sensor Ultrasonik485	51
Tabel 3.13 Hasil pengujian presisi repeatability	51
Tabel 4.1 Hasil pengujian fungsionalitas sistem.....	60
Tabel 4.2 Pengambilan data presisi repeatability Sensor Tanah RS485.....	60
Tabel 4.3 Pengambilan data presisi repeatability Sensor Ultrasonik485	60
Tabel 6.1 Pengambilan data keberhasilan kontrol pengairan.....	86
Tabel 6.2 Pengambilan data keberhasilan penerimaan sensor kelembapan.....	86
Tabel 6.3 Pengambilan data sensor ultrasonik terhadap objek	87
Tabel 6.4 Pengambilan data konektivitas internet	88
Tabel 6.5 Pengambilan data fungsionalitas broker MQTT	88

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ESP32-WROOM-32U.....	16
Gambar 2.2 Grafik keluaran sensor	17
Gambar 2.3 Soil moisture sensor Modbus RS485	20
Gambar 2.4 Modul sensor ultrasonik SR485	22
Gambar 2.5 Power Supply 220 AC- 5 DC	23
Gambar 2.6 MAX RS485 (Modul Transceiver TTL to RS485)	24
Gambar 2.7 Antena Rubber Duck 2.4 GHz	25
Gambar 2.8 Skema pengiriman protokol MQTT (Atmoko, 2019)	28
Gambar 2.9 Hubungan antara presisi dan akurasi.....	29
Gambar 3.1 Diagram blok sistem	38
Gambar 3.2 Diagram alir program	42
Gambar 3.3 Skema Pengujian Sistem	47
Gambar 4.1 skema rangkaian subsistem akuisisi data	54
Gambar 4.2 Perangkat keras sistem	56
Gambar 4.3 Rangkaian kontaktor pada sumur bor.....	56
Gambar 4.4 Penggunaan Arduino IDE dalam pengkodean sistem.....	57
Gambar 4.5 Penyambungan sistem dengan broker MQTT Client.....	58



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data *Food and Agriculture Organization (FAO)*, produksi padi di Indonesia telah meningkat pesat selama tiga tahun terakhir yaitu mencapai 54,65 juta ton pada 2020. Menjadikan Indonesia sebagai negara ketiga terbesar di dunia dalam produksi beras, namun pada periode 2021/2022 Indonesia mengalami penurunan produksi menjadi 34,5 juta ton. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatatkan pada tahun 2023 produksi padi sebesar 53,63 juta ton gabah kering giling (GKG), mengalami penurunan sebanyak 1,12 juta ton atau 2,05% dibandingkan produksi padi pada tahun 2022. Penurunan produksi terjadi disekitar wilayah sentra, seperti Provinsi Sulawesi Selatan, Jawa Barat, dan Jawa Tengah. Hal ini mengkonfirmasi dampak kekeringan (fenomena *El Nino*) terhadap luas panen dan produksi padi nasional. Fenomena *El Nino* berpengaruh kuat terhadap iklim di Indonesia, berkurangnya curah hujan dan terjadinya kemarau panjang adalah dampak langsung yang dapat memicu masalah lain pada sektor pertanian seperti gagal panen dan melemahnya ketahanan pangan (Safitri & Suryanto, 2015). Salah satu upaya penting dalam menghindari fenomena el-nino pada sektor pertanian adalah dengan memperhitungkan peran air yang berperan penting dalam menentukan hasil pertanian.

Tanaman padi (*Oryza sativa L.*) merupakan komoditas pangan utama di Indonesia yang menjadi sumber pemenuhan kebutuhan energi dan stabilitas ekonomi nasional (Irawan, 2016). Padi termasuk dalam famili

Poaceae yang memiliki tingkat adaptasi tinggi terhadap berbagai kondisi ekosistem lahan sawah maupun lahan kering di Indonesia (Utama, 2015).

Sistem perakaran padi yang dilengkapi jaringan *aerenkima* memungkinkan tanaman tetap mendapatkan suplai oksigen meski berada dalam kondisi tanah tergenang (Pramono dkk, 2018). Perubahan iklim dan dinamika cuaca yang ekstrem sering kali mengganggu pola tanam, yang berdampak pada risiko gagal panen dan melemahnya ketahanan pangan (Safitri dkk, 2015).

Air merupakan salah satu sumber daya vital bagi kehidupan manusia, terutama dalam sektor pertanian (Candra & Maulana, 2019). Salah satu permasalahan efisiensi yang kerap dihadapi dalam praktik pertanian adalah penggunaan air yang tidak terukur, kurangnya pemantauan keadaan tanaman, dan keterlambatan dalam merespons kebutuhan air tanaman. Kondisi ini menimbulkan inefisiensi, baik dari sisi penggunaan air yang berimbas pada kualitas hasil pertanian (Candra & Maulana, 2019). Mengingat, saat ini kebutuhan pangan sedang meningkat akibat adanya program makan bergizi gratis (MBG) yang menjadi salah satu program unggulan dari pemerintah Indonesia yang hadir ditengah terbatasnya lahan produktif (Fauziah dkk., 2024). Hal ini menjadi tantangan bagi para akademisi untuk melahirkan solusi pertanian modern yang mampu diaplikasikan secara nyata, salah satunya melalui pemanfaatan *Internet of Things (IoT)*.

Untuk mempermudah pemantauan lahan dan pengaturan penggunaan air pada pertanian, pengembangan teknologi *IoT* dapat dimanfaatkan

(Prabowo dkk., 2023), *Internet of Things* memungkinkan integrasi antara perangkat keras, sensor, dan sistem komunikasi untuk menghasilkan sebuah sistem otomasi yang cerdas (Umam dkk., 2023). Salah satu penerapan *IoT* yang dapat diaplikasikan adalah sistem *monitoring* lahan dan kontrol pengairan. *Monitoring* lahan memungkinkan pengelola pertanian untuk dapat melihat informasi keadaan aktual dari lahan dalam kurun waktu tertentu sedangkan kontrol pengairan membantu pengelola lahan untuk melakukan tindakan pemeliharaan yang diperlukan dimana keduanya memiliki tujuan yang sama yaitu menunjang efektivitas pertanian (Sulaeman dkk, 2021). Salah satu perangkat *IoT* yang banyak digunakan adalah modul ESP32-WROOM-32U, yaitu mikrokontroler dengan konektivitas Wi-Fi dan bluetooth, papan pengembangan berbagai fitur dan fleksibel dengan harga relatif murah. Modul ini telah banyak diaplikasikan dalam banyak otomatisasi mulai dari sistem *monitoring*, kendali jarak jauh, dan lain-lain akibat kemampuan komunikasi yang handal (Prabowo dkk., 2023).

Dalam *monitoring* pertanian otomatis, terdapat beberapa parameter penting yang harus dipantau agar proses *monitoring* berjalan optimal. Salah satu parameter utama adalah kelembapan tanah. Kelembapan tanah perlu dijaga dalam kisaran tertentu agar tanaman mendapat pasokan air yang cukup. Sebagai contoh dalam tanaman padi, kelembapan tanah merupakan parameter paling penting agar tanaman tumbuh optimal (Yahwe, 2016). Studi tentang irigasi air pada tanaman padi menyebutkan bahwa batas kelembapan tanah mencapai sekitar 70% dari *Soil Moisture Capacity (SMC)* yang digunakan

sebagai patokan agar tanah tidak kering dan menjaga pertumbuhan padi. Selain menggunakan sensor tanah, penelitian ini juga memanfaatkan sensor ultrasonik guna mendukung efisiensi air dalam bidang pertanian, sehingga pemborosan air di bidang pertanian dapat diminimalisir.

Protokol yang dapat diterapkan pada sebuah sistem *IoT* salah satunya adalah protokol *MQTT* yang memiliki kepanjangan *Message Queuing Telemetry Transport*. *MQTT* merupakan sebuah protokol jaringan *machine to machine* ringan yang berbasis *publisher-subscriber* yang dirancang untuk sebuah koneksi dengan keterbatasan spesifikasi mesin atau keterbatasan *bandwidth* jaringan sehingga bisa berjalan pada sistem berdaya rendah dan *traffic* data ringan (Sulistyo & Prasetyo, 2022). Protokol ini bertipe dua arah sehingga komunikasi tidak hanya berfokus pada mesin saja namun juga berlaku sebaliknya (Umam dkk, 2023).

Berdasarkan pemaparan di atas, penelitian ini hendak mengembangkan sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis modul *esp32* berprotokol *MQTT*. Sistem *monitoring* terdiri dari sensor kelembaban tanah, dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi tinggi air. Sistem pengairan terdiri dari *solenoid valve* yang dapat dikendalikan secara otomatis maupun manual lewat protokol komunikasi *MQTT*.

Proses pengembangan sistem memerlukan beberapa tahapan mulai dari perancangan, pembuatan, dan pengujian agar sistem yang dihasilkan berfungsi sebagaimana mestinya. Pengujian yang dilakukan meliputi uji kesesuaian fungsionalitas seluruh sensor pada sistem, dan uji konektivitas

protokol *MQTT*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem *monitoring* dan pengairan otomatis dalam memantau kondisi lahan pertanian.

Sebelum dilakukan pembuatan sistem, perlu dilakukan perancangan sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis modul ESP32-WROOM-32U berprotokol *MQTT* terlebih dahulu. Perancangan dilakukan dengan tujuan untuk memberikan gambaran tentang bagaimana sistem dibuat, sehingga proses pembuatan sistem selanjutnya akan lebih mudah, efisien dan meminimalisir kesalahan. Dari penelitian ini diharapkan dapat dihasilkan sebuah sistem *monitoring* dan pengairan otomatis yang berpotensi menunjang efektivitas pertanian.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah pada penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Bagaimana rancangan sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis ESP32-WROOM-32U berprotokol *MQTT*?
2. Bagaimana hasil pembuatan sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis ESP32-WROOM-32U berprotokol *MQTT*?
3. Bagaimana kinerja sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis ESP32-WROOM-32U berprotokol *MQTT*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tiga tujuan. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis ESP32-WROOM-32U berprotokol *MQTT*.
2. Membuat sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis ESP32-WROOM-32U berprotokol *MQTT*.
3. Menguji sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis ESP32-WROOM-32U berprotokol *MQTT*.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut.

1. Sensor yang digunakan dalam sistem *monitoring* adalah sensor ultrasonik A02YY4W V2 RS 485 dan sensor kelembapan tanah Modbus RS 485.
2. *Board* mikrokontroler yang digunakan dalam sistem detektor adalah ESP32-WROOM-32U.
3. Parameter pengujian sistem ini adalah uji kesesuaian fungsionalitas, dan uji presisi keterulangan (*repeatability*) sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis ESP32-WROOM-32U berprotokol *MQTT*.
4. Sistem ini hanya terdiri dari kontrol pengairan otomatis menggunakan Sumur Bor, *monitoring* kelembapan tanah, dan *monitoring* ketinggian air.
5. Pengujian dilakukan dalam drum 200 L, Kotak berisi tanah (meniru lingkungan padi) dan gelas berukuran 8 cm.

1.5 Manfaat Penelitian

Hadirnya sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis ESP32-WROOM-32U berprotokol *MQTT* bermanfaat untuk:

1. Memperoleh sistem yang dapat diaplikasikan pada pertanian untuk menunjang efektivitas pertanian.
2. Memberikan solusi *monitoring* lahan sederhana melalui integrasi antar sensor dengan penggunaan sistem yang fleksibel.
3. Menjadi referensi bagi penelitian dan pengaplikasian pengembangan sistem *monitoring* dan otomatisasi pertanian berbasis *Internet of Things*.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis ESP32-WROOM-32U berprotokol *MQTT*. Penelitian ini berhasil dilakukan, berdasarkan hasil penelitian beserta pembahasannya dapat ditarik Kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis ESP32-WROOM-32U berprotokol *MQTT* berhasil dirancang menggunakan Fritzing. Hasil dari perancangan sistem berupa skema rangkaian sistem.
2. Sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis ESP32-WROOM-32U berprotokol *MQTT* berhasil dibuat. Hasil pembuatan berupa perangkat keras dan perangkat lunak sistem. Perangkat keras sistem ini terdiri dari subsistem akuisisi data dan pengontrol pengairan yang meliputi mikrokontroler ESP 32, sensor kelembapan dan suhu tanah RS485, sensor ultrasonik RS485 untuk mendeteksi ketinggian air, serta aktuator kontrol pengairan. Sementara itu, perangkat lunak sistem dibagi menjadi tiga subsistem utama, yaitu: Subsistem akuisisi data dan kontrol, yang terdiri dari program pembacaan nilai sensor tanah dan ketinggian air serta logika otomatisasi pengairan. Subsistem komunikasi data, yang bertugas mentransmisikan data melalui konektivitas internet

menggunakan protokol *broker MQTT*. Subsistem penampil data (*client*), yang terdiri dari program untuk menerima, mengolah, dan menampilkan data pemantauan parameter tanah serta status ketinggian air secara *real-time* kepada pengguna.

3. Sistem *monitoring* dan pengairan otomatis berbasis ESP32-WROOM-32U berprotokol *MQTT* berhasil diuji. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai uji kesesuaian fungsionalitasnya sebesar 100 % dan nilai presisi dari sensor tanah dan sensor ultrasonik masing-masing sebesar 99,22% dan 100 %. Hasil tersebut menunjukkan bahwa untuk tingkat kesesuaian fungsionalitas dari sistem *monitoring* dan pengairan otomatis yang dibuat sudah dikategorikan bagus, dan untuk nilai presisi dari masing masing sensor sudah menyentuh standar alat ukur di Indonesia.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dan diperbaiki atas kekurangan yang ada untuk pengembangan penelitian selanjutnya. Berikut beberapa saran dari peneliti terhadap penelitian yang dapat dilakukan selanjutnya.

1. Memastikan pemasangan dan penempatan sensor tanah serta sensor ultrasonik terpasang secara stabil dan tegak lurus terhadap objek/permukaan air untuk menghindari potensi gangguan (*noise*) pembacaan sinyal akibat getaran atau posisi sensor yang miring.

2. Menggunakan alat ukur standar industri/kalibrasi pembanding (seperti *soil moisture meter* standar atau penggaris ukur manual) untuk mengukur tingkat akurasi secara lebih spesifik pada parameter kelembapan, suhu tanah, dan ketinggian air.
3. Penggunaan *actuator/alarm* tambahan seperti *buzzer* atau fitur *push notification* (misalnya via Telegram/WhatsApp Bot) dapat ditambahkan pada sistem sehingga apabila ketinggian air sumur bor atau kelembapan tanah berada di bawah ambang batas (*threshold*) tertentu, sistem dapat memberikan peringatan dini (*early warning*) secara otomatis.
4. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan sistem penyimpanan data berbasis *database cloud* (*data logging*) serta pembuatan tampilan antarmuka (*dashboard*) berbasis web atau aplikasi *mobile* yang lebih intuitif, sehingga riwayat data pemantauan sumur bor dapat dianalisis secara historis dan diakses dengan lebih mudah melalui berbagai perangkat *smartphone* maupun komputer secara *real-time*.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Adhim, M. F., dan Dewi, G. S. 2024. Sistem Monitoring IoT Smart Farm Berbasis Web dengan Integrasi Template Dashboard Bootstrap dan Laravel 10. *COMSERVA : Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, **Vol.4, No.7 : 1973–1981**. dari <https://doi.org/10.59141/comserva.v4i7.2595>.
- Alansanda, R. H., dan Julian, E. S. 2018. Prototipe Sistem Keamanan Pintu dan Gerbang Rumah Berbasis Android. *JETri*, **Vol.15 No.2** : 171–186.
- Allu, N., dan Toding, A. 2018. *Sistem Kendali (Teori dan Contoh Soal Dilengkapi dengan Penyelesaian Menggunakan Matlab)*. Penerbit Deepublish, Yogyakarta.
- Arasada, B., dan Suprianto, B. 2017. Aplikasi Sensor Ultrasonik untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*, **Vol.6 No.2** : 137–145.
- Candra, J. E., dan Maulana, A. 2019. Penerapan Soil Moisture Sensor Untuk Desain System Penyiram Tanaman Otomatis. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial Dan Teknologi (SNISTEK)*, **No.2** : 109–114.
- Fauziah, N., Munazilin, A., dan Santoso, F. 2024. Rancang Bangun Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, **Vol.8 No.3** : 1464–1473. dari <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i3.4343>.
- Firmansyah, V., Nuriska, F., Mulyana, T., Firmansyah, D. A., Yasri, B., Muslim, A., Gianto, Nandang Gunawan, T. W., dan Sutanto, W. 2024. Rancang Bangun Prototipe Pemantau Temperatur Ruang Penyimpanan Anak Timbangan Standar di Unit Metrologi Legal Kabupaten Bandung Barat. *Cendekia Niaga: Journal of Trade Development and Studies*, **Vol.8 No.2** : 102–109.
- Gracetantiono, A. 2021. Implementasi Widgets Builder Untuk Monitoring Kinerja Sistem Komputer Dengan Menggunakan Rainmeter. *Jurnal Informasi Dan Bisnis*, **Vol.10 No.1** : 1–9.
- Haidar, L. R. 2023. Rancang Bangun Alat Ukur Kelembapan Tanah Menggunakan Sensor Soil Moisture pada Duku Tambakroto. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, **Vol.2 No.1** : 70–78. dari <https://doi.org/10.51903/juisi.v2i1.573>.
- Irawan, T. 2016. *Transformasi Struktural dan Pertumbuhan Ekonomi: Tinjauan Teoritis dan Evidensi Empiris*. Penerbit Pustaka Setia, Bandung.

- Janna, M., Mitrayana, dan Widyaningrum, R. 2022. Pengaruh Pemberian Agen Kontras Pewarna Sintetik pada Jaringan Biologis terhadap Hasil Pencitraan Fotoakustik. *Indonesian Journal Of Applied Physics (IJAP)*, **Vol.12 No.2** : 176–187. dari <https://doi.org/10.13057/ijap.v12i2.57219>.
- Kaburuan, E. R., Jayadi, R., dan Harisno. 2019. A Design of IoT-based Monitoring System for Intelligence Indoor Micro-Climate Horticulture Farming in Indonesia. *Procedia Computer Science*, **No.157** : 459–464. dari <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.001>.
- Maniar, E. D., Kurniawan, S., Isnen, M., dan Ridwan, A. 2021. ELTI Jurnal Elektronika, Listrik dan Teknologi Informasi Terapan Perancangan Human Machine Interface (HMI) Pada Modul Praktikum Sistem HMI Berbasis PLC Omron CP1E Jurnal Teknik Elektro Jambi NA20DRA. *Jurnal Teknik Elektro Jambi*, **Vol.3 No.1** : 28–33.
- Prabowo, M. C. A., Janitra, A. A., dan Wibowo, N. M. 2023. Sistem Monitoring Hidroponik Berbasis IoT Dengan Sensor Suhu, pH, dan Ketinggian Air Menggunakan ESP8266. *TECNOSCIENZA*, **Vol.7 No.2** : 312–323. dari <https://doi.org/10.51158/tecnoscienza.v7i2.894>.
- Pratama, N., Kevin, M., dan Setiawan, G. 2021. Rancang Bangun Sistem Pengontrol Kelembapan Tanah Pertanian Sayur Pakcoy dan Sawi. *Jurnal Otomasi Kontrol Dan Instrumentasi*, **Vol.13 No.2** : 101–108. dari <https://doi.org/10.5614/joki.2021.13.2.5>.
- Puspa, F., Fahrurrozi, I., Satya, T. P., Setyawan, G., Fauzan, M. R., dan Admoko, M. D. 2019. Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, **Vol.15 No.2** : 36–39. dari <https://doi.org/10.12962/j24604682.v15i2.4393>.
- Riyanto. 2014. *Validasi dan Verifikasi Metode Uji Sesuai Dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian Dan Kalibrasi*. Deepublish, Yogyakarta.
- Safitri, A., dan Suryanto, S. 2015. Dampak Perubahan Iklim terhadap Produksi Padi pada Lahan Rawan Kekeringan di Kabupaten Purworejo. *Buletin Ekonomi*, **Vol.13 No.1** : 109–126.
- Sulaeman, F. S., dan Permana, I. H. 2021. Sistem Monitoring Penerapan Rencana Anggaran Biaya Berbasis Web. *Jurnal IKRA-ITH Teknologi*, **Vol.5 No.1** : 24–31.
- Sulasno, dan Saleh, R. 2020. Desain dan Implementasi Sistem Monitoring Sumber Daya Server Menggunakan Zabbix 4.0 (Design and Implementation of A Server Resource Monitoring System Using Zabbix 4.0). *JUITA: Jurnal Informatika*, **Vol.8 No.2** : 187–196. dari <https://doi.org/10.30595/juita.v8i2.6886>.

- Sulistyo, A., dan Prasetyo, D. 2022. Sistem Pemantauan Otomatis Pada Ruang Mesin Kapal: Evaluasi dan Implementasi Teknologi Sensor Digital. *Jurnal Teknik Kelautan*, **Vol.39 No.2** : 78–89. dari <https://doi.org/10.1234/jtk.2022.39.2.78>.
- Syarif, M. 2025. *Rancang Bangun Sistem Pengairan Otomatis berbasis IoT dengan Model Prototype di Desa Tangkisan*.
- Umam, M. S., Wibowo, S. A., dan Pranoto, Y. A. 2023. Implementasi Protokol MQTT Pada Aplikasi Smart Garden Berbasis Iot (Internet Of Things). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, **Vol.7 No.1** : 899–906. dari <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.6131>.
- Wagya, A. 2019. Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT). *Jurnal Ilmiah Setrum*, **Vol.8 No.2** : 238–247. dari <https://doi.org/10.36055/setrum.v8i2.6561>.
- Wiranata, L. F. 2021. Pengukuran Laju Aliran Udara dalam Pipa secara Simultan dengan Transduser Ganda Ultrasonik. *Indonesian Physical Review*, **Vol.4 No.1** : 15–22. dari <https://doi.org/10.29303/ipr.v4i1.75>.
- Yahwe, C. P. 2016. Rancang Bangun Prototype System Monitoring Kelembapan Tanah Melalui SMS Berdasarkan Hasil Penyiraman Tanaman. *SemanTIK*, **Vol.2 No.1** : 97–110.