

SKRIPSI

**ANALISIS TEKNIS SISTEM PENGAIRAN SAWAH
TENAGA SURYA DENGAN KONTROL OTOMATIS
SEBAGAI PENGGERAK POMPA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE AGUNG KARUNIA WASUDEVA

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

SKRIPSI

**ANALISIS TEKNIS SISTEM PENGAIRAN SAWAH
TENAGA SURYA DENGAN KONTROL OTOMATIS
SEBAGAI PENGGERAK POMPA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

I MADE AGUNG KARUNIA WASUDEVA
NIM. 2115234016

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI
REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Made Agung Karunia Wasudeva

NIM : 2115234016

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul Proposal Skripsi : Analisis Teknis Sistem Pengairan Sawah Tenaga Surya
Dengan Kontrol Otomatis Sebagai Penggerak Pompa

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Skripsi ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No.17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 30 Juni 2025
Yang membuat pernyataan



I Made Agung Karunia Wasudeva
NIM. 2115234016

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCOM., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak I Dewa Made Cipta Santosa, S.T., M.Sc., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Wayan Suastawa, ST., MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin. Bapak Dr. Adi Winarta, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas.
4. Bapak I Wayan Gede Santika, S.T., M.Sc., Ph.D, selaku dosen pembimbing utama yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Bapak Ketut Bangse, ST, MT., selaku dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat, dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
6. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulisan hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Buku Skripsi.
7. Kedua orang tua tercinta I Nyoman Adi Santosa, Ni Gusti Ketut Putriasih yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Buku Skripsi ini.
8. Kemudian terima kasih banyak untuk kakak Ni Putu Ayu Chintya Devy dan adik Ni Nyoman Bunga Srilaksmi tercinta yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
9. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Buku Skripsi tahun 2025 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
10. Sahabat-sahabat TRU B, Keluarga besar TRU, Terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, dan motivasi hingga penulis dapat menyelesaikan Buku Skripsi ini.
11. Serta masih banyak lagi piha-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Buku Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademika Politeknik Negeri Bali.

Badung, 30 Juni 2025

I Made Agung Karunia Wasudeva

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis sistem pengairan sawah otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai *transmitter* dan *receiver*, didukung oleh panel surya sebagai sumber energi utama, serta terintegrasi dengan jaringan listrik PLN melalui sistem *automatic transfer switch* (ATS). Sistem ini dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan air dan energi pada lahan seluas 3 hektar di Desa Sidoharjo, Kabupaten Lampung Selatan. Metode penelitian mencakup perhitungan kebutuhan kapasitas pompa, penentuan kapasitas panel surya, perancangan rangkaian elektronik, pemrograman mikrokontroler, serta pengujian lapangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pompa dengan kapasitas 0,052 m³/detik (setara 3.120 L/menit) mampu memenuhi kebutuhan irigasi lahan secara optimal. Sumber energi diperoleh dari sistem panel surya berkapasitas 12,72 kW yang terintegrasi dengan jaringan PLN untuk suplai cadangan ketika intensitas radiasi matahari rendah. Pengendalian sistem dilakukan secara otomatis berdasarkan data sensor ketinggian air yang dikirim dan diterima secara *real-time* melalui komunikasi nirkabel menggunakan modul LoRa E32 yang berkomunikasi tanpa jaringan internet. LoRa adalah teknologi modulasi radio yang dirancang untuk komunikasi nirkabel jarak jauh dengan daya yang sangat rendah sehingga bisa digunakan pada lahan sawah yang tidak terdapat jaringan internet. Integrasi panel surya dan PLN melalui ATS memastikan kontinuitas suplai energi, sementara sistem kontrol otomatis meminimalkan intervensi manual. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini terbukti efektif, hemat energi, ramah lingkungan, serta berpotensi meningkatkan produktivitas pertanian dan mengurangi ketergantungan petani terhadap tenaga kerja manual.

Kata Kunci: Pengairan otomatis, ESP32, panel surya, IoT, irigasi sawah

TECHNICAL ANALYSIS OF SOLAR IRRIGATION SYSTEM WITH AUTOMATIC CONTROL AS PUMP DRIVE

ABSTRACT

This research aims to design and analyze an automated paddy field irrigation system based on the ESP32 microcontroller, functioning as both transmitter and receiver, powered primarily by solar panels and integrated with the national electricity grid (PLN) through an automatic transfer switch (ATS). The system was developed to enhance water and energy management efficiency for a 3-hectare agricultural area in Sidoharjo Village, South Lampung Regency. The research methodology includes calculating the required pump capacity, determining the solar panel capacity, designing the electronic circuit, programming the microcontroller, and conducting field testing. The analysis results show that a pump with a capacity of 0.052 m³/s (equivalent to 3,120 L/min) can optimally meet the irrigation needs of the land. The energy source is supplied by a 12.72 kW solar panel system integrated with PLN to provide backup power during periods of low solar radiation. The control system operates automatically based on water level sensor data transmitted and received in real-time through wireless communication using the LoRa E32 module, which functions without internet access. LoRa is a low-power, long-range radio modulation technology, making it suitable for agricultural areas without internet coverage. The integration of solar panels and PLN through ATS ensures continuous energy supply, while the automated control system minimizes manual intervention. Based on the testing results, the system proved to be effective, energy-efficient, environmentally friendly, and has the potential to increase agricultural productivity while reducing farmers' dependence on manual labor.

Keywords: Automatic irrigation, ESP32, solar panel, IoT, rice field irrigation.

KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji dan syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Esa atas anugerahNya dalam menyelesaikan buku skripsi dengan judul: Analisis Teknis Sistem Pengairan Sawah Tenaga Surya Dengan Kontrol Otomatis Sebagai Penggerak Pompa. Buku Skripsi ini merupakan persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (S.Tr) di Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa Buku Skripsi ini belum sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaankarya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 30 Juni 2025
I Made Agung Karunia Wasudeva

DATAR ISI

Hamalam Judul	ii
Pengesahan oleh Pembimbing.....	iii
Persetujuan Dosen Penguji.....	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	v
Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
Kata Pengantar	x
Datar Isi.....	xi
Daftar Tabel.....	xv
Daftar Gambar.....	xvi
Daftar Lampiran	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Tujuan umum	3
1.4.2 Tujuan khusus.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1 Bagi penulis.....	4
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali	4
1.5.3 Bagi masyarakat	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Energi Listrik	5
2.2 Tanaman Padi	6
2.3 Energi Matahari	6
2.4 Sistem Pengairan Sawah.....	7

2.5	Panel Surya	8
2.5.1	Monokristal (<i>mono-crystalline</i>)	9
2.5.2	Polikristal (<i>poly-crystalline</i>).....	9
2.5.3	<i>Thin film photovoltaic</i> (tfp)	10
2.6	Sistem Panel Surya	10
2.6.1	PLTS (<i>off-grid</i>)	10
2.6.2	PLTS (<i>on-grid</i>)	11
2.6.3	PLTS <i>hybrid</i>	12
2.6.4	Menentukan daya listrik.....	12
2.6.5	Menentukan kapasitas panel surya.....	13
2.7	Komponen utama sistem panel surya	13
2.7.1	SCC (<i>solar charge controller</i>).....	14
2.7.2	Menentukan kebutuhan SCC.....	14
2.7.3	<i>Inverter DC to AC</i>	15
2.7.4	Kebutuhan <i>inverter</i>	15
2.7.5	Baterai	16
2.7.6	Menentukan kapasitas batrai	16
2.7.7	MCB (<i>mini circuit breaker</i>).....	17
2.7.8	Menentukan kapasitas MCB	17
2.8	Pompa	18
2.8.1	Pompa sumur dangkal	18
2.8.2	Pompa sumur dalam.....	19
2.8.3	Menentukan kebutuhan air sawah.....	20
2.8.4	Perhitungan kebutuhan kapasitas pompa	22
2.9	Mikrokontroler ESP32.....	22
2.9.1	Komponen <i>Input</i> dan <i>Output</i>	23
2.10	Perangkat lunak (<i>software</i>)	25
2.10.1	Arduino IDE	26
2.10.2	Blynk	27
2.11	<i>Programing</i>	28
BAB III METODE PENELITIAN		30

3.1	Jenis Penelitian	30
3.1.1	Skematik perencanaan <i>hardware</i> instalasi dilapangan.....	31
3.1.2	Skematik perencanaan <i>hardware</i> instalasi secara simulasi	33
3.1.3	Perancangan <i>software</i>	35
3.2	Alur Penelitian.....	36
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	39
3.4	Penentuan Sumber Data.....	39
3.5	Sumber Daya Penelitian	40
3.6	Instrumen Penelitian.....	40
3.7	Prosedur Penelitian.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		43
4.1	Menentukan Kebutuhan Air Sawah.....	43
4.1.1	Faktor kehilangan air sawah.....	43
4.1.2	Menentukan LPR	43
4.1.3	Menentukan FPR.....	44
4.1.4	Menentukan kebutuhan air pada lahan.....	45
4.2	Perhitungan kebutuhan kapasitas pompa.....	45
4.3	Kebutuhan Perencanaan Sistem PLTS.....	48
4.3.1	Data iradiasi matahari Sidoharjo	49
4.3.2	Kebutuhan energi harian beban 0,75 kW	50
4.3.3	Menghitung daya puncak dan modul surya beban 0,75 kW	53
4.3.4	Menghitung jumlah solar panel beban 0,75 kW	54
4.3.5	perhitungan inverter yang dibutuhkan beban 0,75 kW	55
4.3.6	Perhitungan baterai yang dibutuhkan beban 0,75 kW	56
4.3.7	Perhitungan SCC yang dibutuhkan beban 0,75 kW	57
4.3.8	Kebutuhan energi harian beban hasil perhitungan	58
4.3.9	Menghitung daya puncak dan modul surya beban hasil perhitungan	60
4.3.10	Menghitung jumlah solar panel beban hasil perhitungan	60
4.3.11	Perhitungan inverter yang dibutuhkan beban hasil perhitungan	61
4.3.12	Perhitungan baterai yang dibutuhkan beban hasil perhitungan.....	61
4.3.13	perhitungan SCC yang dibutuhkan beban hasil perhitungan	62

4.4	Desain dan Wiring PLTS	62
4.5	Perancangan Sistem Kontrol Otomatis Skala <i>Prototype</i>	66
4.5.1	Tampilan kontrol aplikasi Blynk IoT	70
BAB V	PENUTUP	71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran	72
DAFTAR PUSTAKA		73
DAFTAR LAMPIRAN		77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Speksifikasi Pompa Air	20
Tabel 2.2 Komponen <i>Input</i>	23
Tabel 2.3 Komponen <i>Output</i> dan Internet	24
Tabel 3.1 Tabel Pelaksanaan	39
Tabel 4.1 Waktu Operasi dan Debit yang Dihasilkan	47
Tabel 4.2 Data Iradiasi Matahari	50
Tabel 4.3 Data Profil Beban Harian Pompa 0,75 kW	51
Tabel 4.4 Spesifikasi Solar Panel	55
Tabel 4.5 Data Profil Beban 6,38 kW	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Energi Listrik.....	5
Gambar 2.2 Tanaman Padi	6
Gambar 2.3 Energi Matahari.....	7
Gambar 2.4 Sistem Pengairan Sawah	8
Gambar 2.5 Panel Surya.....	8
Gambar 2.6 Monokristal	9
Gambar 2.7 Polikristal	9
Gambar 2.8 TFP	10
Gambar 2.9 PLTS (<i>Off-Grid</i>)	11
Gambar 2.10 PLTS (<i>On-Grid</i>)	11
Gambar 2.11 PLTS (<i>Hybrid</i>)	12
Gambar 2.12 SCC	14
Gambar 2.13 <i>Inverter DC To AC</i>	15
Gambar 2.14 Baterai	16
Gambar 2.15 MCB	17
Gambar 2.16 Pompa Sumur Dangkal	19
Gambar 2.17 Pompa Sumur Dalam	19
Gambar 2.18 Mikrokontroler ESP32	23
Gambar 2.19 <i>Rain Drops Sensor</i>	23
Gambar 2.20 LoRa	24
Gambar 2.21 <i>Water Level Sensor</i>	24
Gambar 2.22 Modul Relay	24
Gambar 2.23 LCD	24
Gambar 2.24 Step Down	25
Gambar 2.25 Modem Wi-Fi.....	25
Gambar 2.26 Perangkat Lunak	26
Gambar 2.27 Tampilan <i>Software</i> Arduino IDE	27
Gambar 2.28 Tampilan <i>Software</i> Blynk Android	28
Gambar 2.29 Tampilan Pemrograman	29

Gambar 3.1 Skematik Perencanaan <i>Receiver Hardware</i>	31
Gambar 3.2 Skematik Perencanaan <i>Transmitter Hardware</i>	32
Gambar 3.3 Skematik <i>Prototype Receiver Hardware</i>	33
Gambar 3.4 Skematik <i>Prototype Trasmmitter</i>	34
Gambar 3.5 Bagan Tahap Pelaksanaan	38
Gambar 3.6 <i>Smart Charging</i>	40
Gambar 3.7 Multimeter	41
Gambar 4.1 Grafik Waktu Operasi Beban	47
Gambar 4.2 Lokasi Data Iradiasi Matahari	48
Gambar 4.3 Grafik Data Iradiasi Matahari Global	50
Gambar 4.4 Grafik Energi Harian Pompa 0,75 kW	52
Gambar 4.5 Grafik Energi Harian	59
Gambar 4.6 Ukuran Modul Panel Surya	63
Gambar 4.7 Perancangan PLTS untuk 25 Modul Panel Surya	64
Gambar 4.8 Perancangan untuk 25 Modul Panel Surya	65
Gambar 4.9 Wiring PLTS <i>Off-Grid</i> dan Kontrol Otomatis	65
Gambar 4.10 Wiring PLTS dan Kontrol Otomatis	66
Gambar 4.11 Sistem Simulasi	68
Gambar 4.12 Kontrol Otomatis Skala <i>Prototype</i>	69
Gambar 4.13 Tampilan Blynk IoT	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Koding Arduino IDE <i>Transmitter</i>	77
Lampiran 2 Koding Arduino IDE <i>Receiver</i>	79
Lampiran 3 Perakitan <i>Hardware</i>	86
Lampiran 4 Uji Jarak LoRa E34 EBYT	87
Lampiran 5 Uji Kelayakan Simulasi Pengairan Kontrol Otomatis	95

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara agraris, sebagian besar masyarakat Indonesia menggantungkan hidupnya pada sektor pertanian. Sektor pertanian sangat penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional (Quirinno *et al.*, 2020). Salah satu komoditi dan menjadi pendorong ekonomi nasional adalah tanaman pangan padi. Beras yang dihasilkan dari padi dimasak menjadi nasi merupakan makanan pokok sebagian besar masyarakat Indonesia (Taufik Ari, Absalom Simatupang, 2022).

Salah satu faktor utama dalam keberhasilan sektor pertanian adalah ketersediaan sistem pengairan yang efisien. Menurut Bagus Budianto *et al.* (2020) kebutuhan air terbesar adalah sektor pertanian sekitar 80% dari total kebutuhan air. Untuk mengalirkan air digunakan para petani ada beragam jenis, salah satunya dengan menggunakan pompa bertenaga listrik ataupun bahan bakar fosil yang dapat berdampak buruk terhadap lingkungan dan dapat membuat petani merugi karena pembayaran listrik membengkak, sehingga perlunya dilakukan penelitian analisis teknis untuk memastikan bahwa dengan kemajuan teknologi saat ini dapat mempermudah para petani.

Para petani juga ketergantungan tenaga kerja manual untuk mengoperasikan pompa dan tidak efisien dalam pengelolaan sumber daya. Di sisi lain, perubahan iklim semakin mendorong kebutuhan untuk beralih ke teknologi yang lebih ramah lingkungan dan hemat energi. Kemajuan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah membuka peluang baru dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem pengairan sawah. Implementasi inovatif adalah dengan menggunakan perangkat berbasis mikrokontroler ESP32 dan beberapa komponen penunjang lainnya yang memiliki kemampuan untuk memantau dan mengontrol sistem pengairan secara *real-time* melalui konektivitas internet. Penggunaan mikrokontroler ESP32 memungkinkan pengelolaan pengairan sawah yang lebih presisi berdasarkan data seperti cuaca dan ketinggian air pada lahan (Bagus Budianto *et al.*, 2020).

Selain itu, integrasi solar panel sebagai sumber energi dalam sistem ini memberikan solusi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Ungkapan menurut Ali dan Windarta (2020) solar panel merubah sinar matahari menjadi energi listrik, tidak hanya mengurangi ketergantungan pada energi fosil tetapi juga menjamin sistem ini dapat beroperasi di daerah terpencil yang minim akses listrik.

Dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler ESP32 yang berbasis IoT didukung oleh solar panel dapat digunakan untuk sistem pengairan sawah yang sudah diterapkan dan bisa menjadi pilihan sebagai alat pengontrol jarak jauh untuk petani (Kresna A dan Fuaddina A, 2022). Analisis teknis sistem pengairan sawah ini diharapkan dapat mengatasi berbagai permasalahan yang dihadapi oleh petani, seperti keterbatasan sumber daya air dan efisiensi energi, serta kebutuhan tenaga operasional. Penerapan sistem ini juga mendukung agenda nasional dalam mendorong transformasi digital di sektor pertanian dan mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Bukan hanya sekadar solusi teknis, tetapi hingga upaya untuk meningkatkan kesejahteraan petani, produktivitas hasil tani dan bisa menjawab tantangan global dalam menciptakan pertanian modern yang efisien juga ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah di bawah ini menguraikan masalah yang ingin dipecahkan dalam sektor pertanian dengan analisis teknis sistem pengairan sawah tenaga surya dengan kontrol otomatis.

- a. Berapadebit air yang dibutuhkan sawah seluas 3 ha, kapasitas pompa ideal dan panel surya yang dibutuhkan sebagai sumber energi penggerak pompa?
- b. Bagaimana integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan listrik Perusahaan Listrik Negara (PLN) menggunakan sistem otomatis dengan mikrokontroler ESP32 berbasis *internet of things* (IoT) untuk memberi kemudahan kepada petani dalam mengairi sawahnya?

1.3 Batasan Masalah

Pada penyusunan skripsi ini, penulis membatasi pembahasan hanya pada hal-hal berikut:

- a. Pembahasan akan difokuskan pada implementasi sistem pengairan otomatis, khususnya dalam pengaturan, *monitoring* distribusi air dan listrik yang efisien di sawah.
- b. Pembahasan dibatasi pada kebutuhan pengairan sawah di desa Sidoharjo, irigasi sawah 3 ha hanya didesain berdasarkan bukaan pompa utama.
- c. Analisis hanya difokuskan pada analisis teknis.
- d. Integrasi panel surya dibatasi pada sistem (*Photovoltaic cell*) PV + grid PLN.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan umum dan tujuan khusus sebagai berikut:

1.4.1 Tujuan umum

Tujuan umum dalam penyusunan proposal skripsi ini, antara lain:

- a. Memenuhi salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan Program Pendidikan D4 pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.
- b. Mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selamat mengikuti perkuliahan di Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Utilitas, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali, baik secara teori maupun praktek.

1.4.2 Tujuan khusus

Tujuan khusus dalam penyusunan proposal skripsi ini antara lain:

- a. Menentukan debitair hingga bisa menghitung kapasitas pompa yang dibutuhkan untuk mengairi sawah petani seluas 3 ha atau 30.000 m² di Desa Sidoharjo, Kecamatan Way Panji, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung, Indonesia.
- b. Menghitung kapasitas panel surya yang dibutuhkan sebagai sumber energi penggerak pompa, merancang integrasi panel surya terhubung listrik PLN dan merancang sistem pengairan otomatis dengan mikrokontroler ESP32 untuk memberi kemudahan kepada petani dalam mengairi sawahnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah pengembangan teknologi untuk para petani dalam mengembangkan sistem pengairan sawah dari sistem menggunakan operasi pompa secara manual menjadi otomatis. Otomatisasi dapat dilakukan pada pompa menggunakan mikrokontroler ESP32 guna memantau kinerja pompa, untuk menunjang sumber energinya menggunakan panel surya sebagai.

1.5.1 Bagi penulis

Manfaat bagi penulis, di mana untuk mengembangkan dan menerapkan ilmu–ilmu dari perkuliahan yang didapat selama menempuh ilmu di kampus jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali dan untuk sebagai syarat menyelesaikan pendidikan sarjana terapan program studi Teknologi Rekayasa Utilitas jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

Sebagai sarana pendidikan dan ilmu di bidang energi terbarukan, sistem *plumbing* atau perpipaan dan teknologi pengendali (kontrol).

1.5.3 Bagi masyarakat

Upaya untuk meningkatkan kesejahteraan petani dan produktivitas hasil pertanian, serta menjawab tantangan global dalam menciptakan pertanian modern yang efisien dan ramah lingkungan bagi masyarakat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis teknis sistem pengairan sawah tenaga surya dengan kontrol otomatis untuk di daerah Desa Sidoharjo, Lampung Selatan, penelitian ini menyimpulkan:

- a. Kapasitas pompa dan panel surya untuk lahan 3 ha untuk memenuhi kebutuhan debit air $0,052 \text{ m}^3/\text{detik}$ pada lahan 3 ha, diperlukan dua pompa submersible berkapasitas 2,6 kW (operasi 16 jam/hari) dan 3,8 kW (operasi 14 jam/hari). Total daya 6,38 kW ini mampu mengatasi defisit air musim kemarau, menggantikan pompa eksisting 0,75 kW yang hanya memenuhi 11,76% kebutuhan. Kebutuhan energi dipasok oleh sistem PLTS *automatic transfer switch* (ATS) dengan 125 panel surya 500 Wp (total 62,5 kWp), didukung baterai 48V/9000 Ah, inverter 24 kW, dan 20 SCC 100A. Perhitungan ini mempertimbangkan iradiasi minimum bulan Januari ($2,15 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$), *safety factor* 30%, serta rugi-rugi sistem (siang 22,5%; malam 37,5%).
- b. Sistem pengairan otomatis berbasis ESP32 *prototype* sistem kontrol otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan modul komunikasi LoRa 433MHz (jarak jangkauan 4,7 km) berhasil diimplementasikan. Dua unit ESP32 berfungsi sebagai *transmitter* (dilengkapi sensor LM393 pendeteksi hujan dan RF4 pemantau ketinggian air) dan *receiver* (terhubung ke relay pengendali pompa). Data dipantau *real-time* melalui antarmuka aplikasi Blynk, memungkinkan petani mengaktifkan/menonaktifkan pompa, memantau level air, dan menerima notifikasi cuaca secara jarak jauh. Pengujian fungsional di Lab Kontrol Politeknik Negeri Bali membuktikan keandalan sistem dalam mengintegrasikan akuisisi data, pemrosesan sinyal, dan eksekusi kontrol.

5.2 Saran

a. Validasi Dengan PLTS dan Optimasi Teknis

Uji coba sistem skala penuh dengan menambahkan sistem PLTS dengan penambahan komponen panel surya, SCC, dan Inverter sehingga simulasi ini bisa mendekati situasi nyata di lapangan.

b. Peningkatan Fungsi Kontrol

Integrasikan data prakiraan cuaca BMKG ke aplikasi Blynk guna mengoptimalkan jadwal irigasi otomatis. Kembangkan algoritma prediksi kebutuhan air berbasis AI dengan input data historis iklim dan pertumbuhan padi. Tambahkan pompa cadangan berbasis PLN dengan sistem priority switching otomatis untukantisipasi blackout surya berkepanjangan.

c. Edukasi dan Replikasi Sistem

Adopsi teknologi memerlukan pelatihan praktis bagi petani. Susun panduan pictografis penggunaan aplikasi Blynk dan perawatan panel surya dalam bahasa lokal. Kolaborasi dengan Dinas Pertanian Lampung untuk replikasi sistem di daerah dengan pola tanam serupa (misal: Kabupaten Tulang Bawang).

d. Riset Lanjutan

Penelitian selanjutnya diharapkan pada perhitungan solar panel menggunakan *software*, agar dapat membandingkan metode perhitungan manual hasil perhitungan dengan aplikasi dan untuk perhitungan konsumsi air sebagai landasan perhitungan kapasitas pompa yang mengakibatkan diperlukan kapasitas pompa dan solar panel sangat besar gunakan sistem ini pada lahan kering (contoh: kebun bawang, kebun jeruk dan lain-lain).

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Jaya, S. (2021). *ID: 03 Studi Masa Pakai Baterai Pada Panel Surya Study of Battery Lifetime in Solar Panels*. November 2021, 1–13.
- Afief Amrullah, A., Setyanto, A., & Sudarmawan, S. (2023). Analisis Efisiensi Sistem Smart Charging Eksternal untuk Laptop. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 12(3), 754–766. <https://doi.org/10.30591/smartcomp.v12i3.5044>
- Aji, P., & Roza, I. (2023). Unit Pengendali Sistem Hibrida Panel Surya Dengan PLN Pada Penggunaan Rumah Tinggal. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 8(2), 74–77. <https://doi.org/10.30743/jet.v8i2.7682>
- Al Zukri, P., Nurina Widyaningrum, S., & Aini, Q. (2020). Forecasting Permintaan Pompa Air Dangkal Shimizu Menggunakan Metode Time Series. *Sistemasi*, 9(2), 226. <https://doi.org/10.32520/stmsi.v9i2.694>
- Ali, M., & Windarta, J. (2020). Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Energi Bersih yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(2), 68–77. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.10059>
- Amiluddin. (2023). Peningkatan Kemampuan Menggunakan Alat Ukur Multimeter Dengan Metode Tutor Sebaya Pada Siswa. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 2301–7740, 1–10. <https://jurnal-lp2m.umnaw.ac.id/index.php/JIP/article/download/2329/1367>
- Arungpadang, T. A. R., Hontong, F. A., Tarigan, L., Teknik, J., Fakultas, M., Universitas, T., & Ratulangi, S. (2018). Analisis Kebutuhan Energi Listrik dengan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Tekno Mesin*, 4(2), 84–89.
- Aryza, S., Hermansyah, H., Siahaan, A. P. U., Suherman, S., & Lubis, Z. (2017). Implementasi Energi Surya Sebagai Sumber Suplai Alat Pengering Pupuk Petani Portabel. *It Journal Research and Development*, 2(1), 12–18. [https://doi.org/10.25299/itjrd.2017.vol2\(1\).642](https://doi.org/10.25299/itjrd.2017.vol2(1).642)
- Bagus Budianto, M., Supriadi, A., Hidayat, S., & Salehudin, S. (2020). Model Irigasi Hemat Air Perpaduan System of Rice Intensification (SRI) dengan Alternate Wetting and Drying (AWD) pada Padi Sawah. *Jurnal Teknik Pengairan*, 11(2), 128–136. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2020.011.02.06>
- Fadhil Akkas, M., Raharjo, I., & Sunawar, A. (2022). Perancangan instalasi listrik menggunakan solar cell di cikaracak adventure camp. *Journal of Electrical Vocational Education and Technology (JEVET)*, 7(1).

- Firdaus, Alimuddin Sa'ban Miru, dan A. (2024). Studi Kelayakan Penggunaan Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Di Dusun Poro Desa Bulue Kecamatan Marioriawa Kabupaten Soppeng. *Seminar Nasional Teknik Elektro*, 1(7), 25–30.
- Halim, L. (2022). Analisis Teknis dan Biaya Investasi Pemasangan PLTS On Grid dan Off Grid di Indonesia. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 5(2), 131. <https://doi.org/10.24853/resistor.5.2.131-136>
- Harmini, H., & Nurhayati, T. (2020). Desain Solar Power Inverter pada Sistem Photovoltaic. *Elektrika*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.26623/elektrika.v12i1.1863>
- Ikhwan, M. Z., & Yanwar, A. P. (2022). Komparasi Biaya Oprasional Pompa Air Bahan Bakar Listrik Pada Lahan Irigasi Desa Mulyorejo Bojonegoro. *Teknika*, 17(1), 35. <https://doi.org/10.26623/teknika.v17i1.4310>
- Kamal, K., Tyas, U. M., Buckhari, A. A., & Pattasang, P. (2023). Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi (TEKNOS)*, 1(1), 1–10.
- Kim, Y., Chung, Y. S., Lee, E., Tripathi, P., Heo, S., & Kim, K. H. (2020). Root response to drought stress in rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Molecular Sciences*, 21(4), 12–14. <https://doi.org/10.3390/ijms21041513>
- Kresna A, I., & Fuaddina A, I. (2022). Perancangan Sistem Irigasi Berbasis IoT pada Sawah Padi di Kecamatan Wangon, Kabupaten Banyumas. *LEDGER : Journal Informatic and Information Technology*, 1(3), 1–9. <https://doi.org/10.20895/ledger.v1i3.736>
- Kurniawan, A., Saragih, B., & Hasballah. (2021). Analisa Perancangan Mesin Pompa Air Dangkal Untuk Kebutuhan Skala Rumah Tangga. *Jurnal Teknologi Mesin UDA*, 2(2), 17–21.
- Kurniawan, B., & Romzi, M. (2022). Pembuatan dan Pelatihan Administrator Website pada Dinas Kesehatan Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat (Abdira)*, 2(3), 253–258. <https://doi.org/10.31004/abdira.v2i3.202>
- Lambey, D. S., Amin, N., Pirade, Y. S., & Santoso, R. (2021). Analisis Konsumsi Energi Listrik Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Kantor Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Kabupaten Tojo Una-Una. *Foristek*, 11(2), 108–114. <https://doi.org/10.54757/fs.v11i2.112>

- Nizam, M. N., Haris Yuana, & Zunita Wulansari. (2022). Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 767–772. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>
- Pembangkit, I., & Tenaga, L. (n.d.). *Dos & Don ' ts*.
- Priska Restu Utami, Widyastuti, & Marliza. (2022). Analisa Perhitungan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Taman Markisa Di Wilayah Rt 01/ Rw 08 Kelurahan Mampang, Pancoran Mas, Kota Depok. *Jurnal Abdi Masyarakat Multidisiplin*, 1(2), 42–49. <https://doi.org/10.56127/jammu.v1i2.198>
- Priyionugroho, A. (2014). Analisis kebutuhan air irigasi (studi kasus pada daerah irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(1), 457–470.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10–14. <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>
- Quirinno, R. S., Murtiana, S., & Asmoro, N. (2020). Peran Sektor Pertanian Dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan dan Ekonomi Nasional. *Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 7(2), 408–420. <http://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/nusantara/index>
- Rahmatulloh, W. B., & Heri Andriawan, A. (2024). Rancang Bangun PLTS Menggunakan Sistem Hybrid Pada Rumah Tangga Untuk Mengurangi Ketergantungan Energi Listrik Dari PLN. *Uranus: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains Dan Informatika*, 2(3), 58–72. <https://doi.org/10.61132/uranus.v2i3.207>
- Rakhmawati, P. U., & Muladi, M. N. (2024). *IoT-based Intelligent System for Laboratory Facility Control with Blynk*. 6(1), 315–322. <https://doi.org/10.47065/josh.v6i1.5908>
- Ramadhana, R. R., Iqbal, M. M., Hafid, A., & Adriani. (2022). Analisis Plts on Grid. *Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*, 14(1), 12–25.
- Ramadhan, N. A., & Nufriana, D. A. (2019). Jurnal Ilmiah INTECH: Information Technology Journal of UMUS. *Umus*, 1(02), 1–12.
- Saliban, H. E. T. N., Hasballah, T., & Pardede, S. (2023). *Perencanaan pompa axial submersible untuk*. 4(1), 169–175.
- Saputra, D. (2016). Perbandingan Teknologi System Software, Application Software, Embedded Software Dan Web Applications. *Jurnal Bangkit Indonesia*, 5(1), 74. <https://doi.org/10.52771/bangkitindonesia.v5i1.67>

- Taufik Ari, Absalom Simatupang, I. C. J. (2022). Analisis Teknik Pompa Tanpa Motor dan Penerapannya Untuk Pengairan Lahan Sawah di Desa Tanjung Pering. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 3(1), 10–27. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
- Ummah, M. S. (2019). PERLINDUNGAN TERHADAP BAHAYA HUBUNG SINGKAT (SHORT CIRCUIT) PADA INSTALASI LISTRIK. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Wagyana, A. (2019). Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT). *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 8(2), 238. <https://doi.org/10.36055/setrum.v8i2.6561>