

SKRIPSI

**MONITORING DAN KONTROL *MISTING NOZZLE*
PENYIRAMAN PADA TANAMAN SIMBAR DAN
ANGGREK BERBASIS PANEL SURYA DENGAN
*INTERNET of THINGS (IoT)***



Oleh :

I Gusti Ngurah Putra Isya Bija

2115344007

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Perawatan tanaman membutuhkan penyiraman yang tepat waktu dan sesuai kebutuhan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau kelembaban tanah dan konsumsi daya listrik secara real-time. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor kelembaban tanah untuk mendeteksi kadar air pada media tanam, serta modul PZEM-017 untuk mengukur tegangan, arus, dan daya listrik yang digunakan. Data yang diperoleh dikirimkan ke platform Firebase dan divisualisasikan melalui antarmuka dashboard yang memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan dan pengambilan keputusan. Terdapat dua mode operasi, yaitu otomatis dan manual. Pada mode otomatis, sistem akan menyiram tanaman jika kelembaban di bawah ambang batas yang ditentukan. Sementara pada mode manual, pengguna dapat mengendalikan penyiraman melalui tombol kontrol. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dalam mengontrol penyiraman sesuai kondisi tanah serta mencatat penggunaan daya secara akurat. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penyiraman tanaman serta menjadi solusi dalam pengelolaan energi pada sistem pertanian pintar.

Kata kunci: Internet of Things, penyiraman otomatis, kelembaban tanah, pemantauan daya, ESP32, Firebase.

ABSTRACT

Plant care requires watering that is timely and based on actual needs. This research aims to design and develop an automatic plant watering system based on the Internet of Things (IoT) that can monitor soil moisture and electrical power consumption in real time. The system uses an ESP32 microcontroller as the main controller, a soil moisture sensor to detect water content in the planting medium, and a PZEM-017 module to measure voltage, current, and power consumption. The collected data is sent to the Firebase platform and visualized through a dashboard interface that makes it easier for users to monitor and make decisions. The system has two operating modes: automatic and manual. In automatic mode, the system waters the plants when soil moisture falls below a predetermined threshold. In manual mode, users can control watering through control buttons. Test results show that the system works properly in controlling watering according to soil conditions and recording power usage accurately. This system is expected to improve the efficiency of plant watering and serve as a solution for energy management in smart farming systems.

Keywords: Internet of Things, automatic watering, soil moisture, power monitoring, ESP32, Firebase.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1. <i>Internet of Things</i>	6
2.2.2. NodeMCU ESP32.....	7
2.2.3. Beban Pemakaian	8
2.2.4. Baterai <i>Lithium Iron Phosphate</i> (LiFePO ₄)	8
2.2.5. <i>Solar Charger Controller</i>	9
2.2.6. Panel Surya.....	10
2.2.7. Modul <i>Relay</i>	12
2.2.8. MCB (<i>Miniature Circuit Breaker</i>)	13
2.2.9. <i>Soil Moisture Sensor</i>	13
2.2.10. <i>Solenoid Valve</i>	14
2.2.11. LCD TFT	14
2.2.12. Sensor PZEM-017.....	15
2.2.13. Desain <i>Misting Nozzle</i>	16
2.2.14. Pompa DC 12v 100Psi.....	17
2.2.15. Step-Down dc 12V-5V.....	17
2.2.16. Simbar (<i>Platycerium</i>)	18
2.2.17. Anggrek.....	19

2.2.18.	<i>Firestore</i>	20
2.2.19.	<i>Flutter</i>	20
BAB III METODE PENELITIAN		22
3.1.	Jenis Data yang Digunakan	22
3.2.	Metode Pengumpulan Data yang Digunakan.....	22
3.3.	Rancangan Sistem.....	23
3.3.1.	Rancangan <i>Hardware</i>	23
3.4.	Rancangan <i>Software</i>	34
3.4.1.	Rancangan Database.....	34
3.5.	Pembuatan Alat.....	35
3.5.1.	Langkah Pembuatan Alat	35
3.5.2.	Alat dan Bahan	36
3.6.	Analisa Hasil Penelitian	37
3.7.	Hasil Yang Diharapkan	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1	Hasil Implementasi Sistem	40
4.1.1	Implementasi <i>Hardware</i>	40
4.1.2	Implementasi <i>Software</i>	42
4.2	Hasil Pengujian Sistem.....	51
4.2.1	Pengujian Komponen dan Sensor	51
4.2.2.	Pengujian Alat	58
4.2.3.	Pengujian Aplikasi.....	59
4.2.4.	Hasil Pengujian Penyiraman Manual dan Otomatis.....	59
4.3.	Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian.....	61
4.3.1	Analisa Implementasi Sistem.....	62
4.3.2	Analisa Pengujian Sistem	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		63
5.1.	Kesimpulan.....	63
5.2.	Saran.....	63
JADWAL KEGIATAN		65
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN.....		68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Internet of Things</i>	7
Gambar 2. 2 NodeMCU ESP32	7
Gambar 2. 3 Baterai lithium iron phosphate (LiFePO ₄) & BMS.....	9
Gambar 2. 4 <i>Solar charger controller</i>	10
Gambar 2. 5 Panel Surya	11
Gambar 2. 6 <i>Relay</i>	12
Gambar 2. 7 MCB.....	13
Gambar 2. 8 <i>Soil moisture sensor</i>	14
Gambar 2. 9 <i>Solenoid valve</i>	14
Gambar 2. 10 LCD TFT	15
Gambar 2. 11 Sensor PZEM-017	16
Gambar 2. 12 Desain <i>misting nozzle</i> & corong fokus	16
Gambar 2. 13 Pompa DC 12V 100Psi	17
Gambar 2. 14 Step-Down DC.....	17
Gambar 2. 15 <i>Platycerium grande</i>	19
Gambar 2. 16 Anggrek dendrobium	20
Gambar 2. 17 Logo <i>firebase</i>	20
Gambar 2. 18 Logo flutter	21
Gambar 3. 2 Blok diagram sistem kelistrikan	25
Gambar 3. 3 Wiring diagram perancangan perangkat.....	26
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> sistem.....	27
Gambar 3. 5 Rancangan alat	29
Gambar 3. 6 Posisi dan penataan tanaman simbar & anggrek	30
Gambar 3. 7 Tampak depan	31
Gambar 3. 8 <i>Misting nozzle</i>	31
Gambar 3. 9 Tampak belakang	32
Gambar 3. 10 Tampak samping kanan.....	32
Gambar 3. 11 Tampak samping kiri.....	33
Gambar 3. 12 Panel kontrol	33
Gambar 3. 13 Rancangan database di firebase.....	34
Gambar 3. 14 Rancangan tampilan pada aplikasi	35
Gambar 4. 1 Tampak depan hasil rancangan	40

Gambar 4. 2 Box panel alat IoT	41
Gambar 4. 3 Corong fokus <i>misting nozzle</i>	42
Gambar 4. 4 Program Inisialisasi Perangkat	43
Gambar 4. 5 Program Konfigurasi Wifi, <i>Firebase</i> , dan <i>Spreadsheet</i>	44
Gambar 4. 6 Program Konfigurasi Pin.....	44
Gambar 4. 7 Keseluruhan Program Sistem dan Setup LCD TFT	47
Gambar 4. 8 Program Inisialisasi Sensor PZEM 017.....	48
Gambar 4. 9 Tampilan Data Pada <i>Spreadsheet</i>	49
Gambar 4. 10 <i>Firebase Console</i>	50
Gambar 4. 11 Dashboard Aplikasi <i>Growsync</i> Berbasis Flutter.....	50
Gambar 4. 12 Tampilan di LCD TFT	55
Gambar 4. 13 pengukuran arus	56
Gambar 4. 14 Pengukuran tegangan baterai	56
Gambar 4. 15 (A)Simbar disiram secara otomatis, (B) simbar disiram secara manual	60
Gambar 4. 16 (A)Angrek disiram secara otomatis, (B) Anggrek disiram secara manual	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Beban pemakaian.....	8
Tabel 3. 1 Keterangan wiring diagram	26
Tabel 3. 2 Alat-alat yang digunakan	36
Tabel 3. 3 Komponen yang digunakan	36
Tabel 3. 4 Bahan yang digunakan.....	37
Tabel 3. 5 Pengambilan data hasil percobaan	38
Tabel 4. 1 Perbandingan hasil pengujian	52
Tabel 4. 2 Tabel Akurasi Sensor.....	53
Tabel 4. 3 Tabel pengujian PZEM-017 dengan Tang ampere dc UT210E	55
Tabel 4. 4 Hasil Analisis Menggunakan Metode Statistik Deskriptif	58
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Sensor PZEM-017 Monitoring Listrik.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan di Indonesia sangat beragam dan memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Keanekaragaman tumbuhan di hutan membantu proses daur ulang zat, menjaga aliran energi, serta mencegah erosi tanah dan mendukung fotosintesis. Selain itu, keberagaman tumbuhan juga berfungsi dalam menjaga daerah aliran sungai dan kestabilan iklim. Salah satu jenis hutan terbesar di Indonesia adalah hutan hujan tropis, yang memiliki kelembaban tinggi dan mendapatkan curah hujan hingga 2000 mm per tahun[1]. Hutan ini juga menjadi habitat bagi berbagai jenis tumbuhan epifit, salah satunya adalah *Platyserium*, atau yang lebih dikenal sebagai Simbar (Simbar Menjangan) serta berbagai spesies anggrek (*Orchidaceae*).

Simbar merupakan tanaman epifit yang tumbuh menempel di pohon atau dinding tanpa merusak inangnya. Pertumbuhan simbar tumbuh dengan rentang kelembaban sebesar 50% – 80%[1]. Tumbuhan ini memiliki daun unik berbentuk menyerupai tanduk rusa dan berperan penting dalam menjaga kelembaban udara serta mendukung keanekaragaman hayati. Selain berperan dalam ekosistem, simbar juga memiliki nilai estetika tinggi dan sering digunakan sebagai tanaman hias [2].

Selain simbar, anggrek juga merupakan tumbuhan epifit yang banyak ditemukan di hutan tropis Indonesia. Anggrek dikenal karena keindahan bunganya, beragam bentuk dan warna, serta kemampuannya beradaptasi di berbagai lingkungan. Sebagian besar anggrek menempel pada pohon tanpa menjadi parasit, sementara lainnya hidup di tanah atau bebatuan. Akar anggrek dilapisi velamen untuk menyerap kelembaban, dan bunganya memiliki *labellum* yang menarik penyerbuk. Salah satu genus populer adalah *Dendrobium*, dengan lebih dari 1.500 spesies yang memiliki *pseudobulb* sebagai cadangan air dan nutrisi. Selain memperindah ekosistem, anggrek berperan dalam menjaga keseimbangan habitat dan interaksi dengan penyerbuk.[3]

Hutan dan keanekaragaman tumbuhan, sektor pertanian juga memiliki peran penting dalam keberlanjutan lingkungan dan perekonomian Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021, sebanyak 37,02% penduduk Indonesia bekerja di sektor pertanian[4]. Sebagai negara agraris, Indonesia sangat bergantung pada sektor pertanian sebagai sumber penghasilan dan ketahanan pangan. Salah satu faktor utama dalam keberhasilan pertanian adalah ketersediaan air, yang berperan penting dalam menjaga

kesuburan tanaman dan keberlanjutan lahan pertanian. Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya alam, termasuk ekosistem hutan dan keanekaragaman tumbuhan, menjadi hal yang sangat penting dalam mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan. Dengan keseimbangan antara kelestarian hutan dan pertanian, ketahanan lingkungan di Indonesia dapat tetap terjaga dengan baik.[5].

Sistem yang otomatis sangat memungkinkan suatu kendali terhadap penyiraman yang tepat waktu demi mendukung pertumbuhan tanaman simbar dan anggrek. Sistem penyiraman konvensional yang masih banyak digunakan sering kali kurang efisien karena dilakukan secara manual tanpa mempertimbangkan kondisi lingkungan seperti kelembaban tanah dan cuaca akan memakan banyak waktu dan tenaga. Hal ini dapat menyebabkan pemborosan air dan tenaga yang tidak efektif [6]. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang dapat mengoptimalkan penggunaan air dengan teknologi otomatis yang efisien.

Pemanfaatan energi terbarukan seperti tenaga surya (PLTS) dalam sistem penyiraman menjadi solusi yang potensial untuk mengatasi keterbatasan listrik dan meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Selain itu, Prinsip kerjanya berfokus pada konversi energi matahari menjadi energi listrik melalui panel surya atau sel surya. Teknologi sel surya mengubah energi cahaya matahari menjadi listrik tanpa menghasilkan gas rumah kaca, menjadikan pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi yang ramah lingkungan[7]. Sistem Monitoring dan Kontrol *misting nozzle* dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan air berdasarkan parameter kelembaban tanah dan kondisi lingkungan lainnya.

Teknologi *Internet of Things* (IoT) menyediakan solusi untuk meningkatkan efisiensi. Dengan integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT), pengguna dapat memantau dan mengontrol sistem penyiraman dari jarak jauh melalui aplikasi berbasis internet memungkinkan pengaturan yang lebih fleksibel dan efisien [8]. Selain itu, penggunaan panel surya sebagai sumber energi utama membuat sistem ini lebih ramah lingkungan, karena energi yang digunakan berasal dari sumber terbarukan, serta berkelanjutan, mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi konvensional.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini berfokus pada perumusan masalah yang perlu diselesaikan untuk mencapai tujuan yang diharapkan yaitu:

1. Bagaimana perancangan sistem *misting nozzle* yang terintegrasi dengan PLTS untuk

- penyiraman tanaman simbar dan anggrek?
2. Bagaimana penerapan IoT untuk mengontrol dan memonitor sistem *misting nozzle*?
 3. Bagaimana efektivitas sistem *misting nozzle* berbasis PLTS dan IoT dalam meningkatkan efisiensi penyiraman untuk mendukung pertumbuhan tanaman?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan fokus, batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem yang dirancang hanya menggunakan panel surya sebagai sumber energi utama untuk penyiraman tanaman simbar, anggrek dan pengoperasian sistem IoT.
2. Monitoring dan kontrol dilakukan melalui sistem berbasis IoT yang terhubung dengan perangkat *mobile*.
3. Penelitian ini hanya membahas aspek teknis terkait perancangan dan pengujian sistem *misting nozzle* berbasis panel surya, tidak mencakup analisis ekonomi atau aspek kebijakan energi.
4. Pengujian sistem dilakukan dalam kondisi lingkungan terbatas, khususnya pada skala penyiraman simbar dan anggrek dengan area kecil, untuk mengukur keandalannya

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah diatas, adalah:

1. Dapat merancang dan mengembangkan sistem *misting nozzle* berbasis panel surya untuk taman yang ramah lingkungan.
2. Mengimplementasikan teknologi IoT untuk monitoring dan kontrol sistem *misting nozzle* penyiraman tanaman secara otomatis melalui perangkat *mobile*.
3. Menganalisa efektivitas sistem *misting nozzle* berbasis PLTS dan IoT dalam meningkatkan efisiensi penyiraman serta mendukung pertumbuhan optimal tanaman simbar dan anggrek.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan solusi alternatif dalam pemanfaatan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.
2. Membantu masyarakat dalam mendapatkan sumber energi listrik yang praktis

dan fleksibel untuk berbagai keperluan di luar ruangan.

3. Meningkatkan efisiensi penggunaan energi dengan adanya sistem monitoring dan kontrol berbasis IoT.
4. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan sistem energi terbarukan berbasis teknologi IoT.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem Monitoring dan Kontrol *Misting Nozzle* Penyiraman pada Tanaman Simbar dan Anggrek Berbasis Panel Surya dengan *Internet of Things* (IoT), maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem *misting nozzle* berhasil dirancang dan terintegrasi dengan PLTS (panel surya) sebagai sumber energi utama, sehingga mampu menyuplai kebutuhan daya sebesar 75 Wh per hari. Panel surya 50 Wp dan baterai LiFePO₄ 12V 25Ah dapat mendukung operasional pompa DC (12 V) dan *solenoid valve* (15 W) secara efisien, dengan pemantauan konsumsi daya menggunakan sensor PZEM-017 yang mencatat arus maksimal sebesar 1.21 A dan daya sebesar 15.9 W saat semua beban aktif.
2. Penerapan *Internet of Things* (IoT) melalui mikrokontroler ESP32 memungkinkan monitoring dan kontrol penyiraman secara otomatis dan manual berbasis aplikasi mobile menggunakan Firebase dan Flutter. Sensor soil moisture mendeteksi kondisi media tanam secara real-time, dan sistem otomatis menyiram jika kelembaban turun di bawah ambang batas. Untuk tanaman Simbar, sistem aktif pada kelembaban <55% dan berhenti di >70%, sedangkan untuk Anggrek aktif di <40% dan berhenti saat >70%.
3. Sistem menunjukkan efektivitas dalam penggunaan dan pengendalian air penyiraman otomatis. Hasil pengujian kelembaban menunjukkan nilai konsisten antara alat analog dan digital, misalnya pada tanaman Simbar kondisi kering terbaca 25% (sama untuk kedua alat), dan lembab 55%. Untuk tanaman Anggrek, kondisi kering tercatat 8% (analog) dan 10% (digital), sementara kondisi lembab 75% pada keduanya, dengan rata-rata selisih hanya 0.5%, sehingga sensor digital terbukti layak digunakan dalam sistem penyiraman berbasis IoT.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian agar sistem dapat dikembangkan lebih baik di masa mendatang, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan:

1. Disarankan untuk menggunakan sensor kelembaban tanah tipe kapasitif untuk mendapatkan akurasi yang lebih tinggi dan tahan terhadap korosi.
2. Penambahan fitur notifikasi melalui Telegram atau *WhatsApp* dapat memberikan

informasi lebih cepat kepada pengguna jika terjadi kondisi darurat, seperti air habis atau pompa tidak menyala.

3. Sistem dapat dikembangkan menjadi multi-zona, sehingga bisa digunakan untuk beberapa jenis tanaman sekaligus dengan pengaturan ambang batas kelembaban yang berbeda.
4. Penggunaan pelindung tambahan pada komponen elektronik sangat disarankan untuk melindungi sistem dari air hujan atau panas matahari secara langsung.
5. Penambahan lampu LED otomatis dapat diterapkan sebagai penerangan tambahan di malam hari atau sebagai indikator status alat (aktif/nonaktif), terutama jika digunakan di area yang minim cahaya.
6. Pemasangan sensor hujan yang terhubung ke penutup otomatis di bagian atas tanaman dapat mencegah air hujan berlebih saat kondisi hujan deras dan menjaga kelembaban tanah tetap optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Majid, A. Ajizah, dan S. Amintarti, “Keragaman Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Taman Biodiversitas Hutan Hujan Tropis Mandiangin,” *SST*, vol. 7, no. 2, hlm. 102, Jun 2022, doi: 10.36722/sst.v7i2.1117.
- [2] I. D. P. Darma dan I. N. Peneng, “Fern inventorization in Laiwangi-Wanggameti National Park, East Sumba, Waingapu, NTT,” *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, vol. 8, no. 3, Art. no. 3, Apr 2007, doi: 10.13057/biodiv/d080316.
- [3] Z. Ulinuha dan N. Farid, “Pengaruh kelembaban media terhadap pertumbuhan dan evapotranspirasi lima varietas anggrek dendrobium,” *AGX*, vol. 14, no. 1, hlm. 96–103, Mar 2023, doi: 10.35891/agx.v14i1.3014.
- [4] I. W. B. Darmawan, I. N. S. Kumara, dan D. C. Khrisne, “Smart Garden Sebagai Implementasi Sistem Kontrol Dan Monitoring Tanaman Berbasis Teknologi Cerdas,” *spektrum*, vol. 8, no. 4, hlm. 161, Jan 2022, doi: 10.24843/SPEKTRUM.2021.v08.i04.p19.
- [5] K. Affandi, “Rancang Bangun Smart Garden Berbasis Internet Of Thing (IoT) dengan Bot Telegram,” 2019.
- [6] Y. H. P. , Suhardi Dedi Triyanto, “Sistem Pemantauan Dan Pengendalian Nutrisi, Suhu, Dan Tinggi Air Pada Pertanian Hidroponik Berbasis Website,” *Coding j. komp'ût. dan aplikasi*, vol. 6, no. 3, Sep 2018, doi: 10.26418/coding.v6i3.29041.
- [7] L. A. Gunawan, A. I. Agung, M. Widyartono, dan S. I. Haryudo, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Portable,” *Jurnal teknik elektro*, vol. 10, no. 1, hlm. 65–71, 2021, doi: 10.26740/jte.v10n1.p65-71.
- [8] A. Selay dkk., “Internet Of Things,” *Karimah Tauhid*, vol. 1, no. 6, Art. no. 6, Des 2022, doi: 10.30997/karimahtauhid.v1i6.7633.
- [9] A. Nugroho dkk., “Implementasi Pertanian Cerdas Berbasis Iot Pada Kelompok Tani Teger 02 Desa Mangunsari,” *Jurnal Abdi Insani*, vol. 10, no. 4, hlm. 2801–2810, Des 2023, doi: 10.29303/abdiinsani.v10i4.1267.
- [10] R. E. Budiani, J. D. Irawan, dan D. Rudhistiar, “Sistem Monitoring Dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai Berbasis Internet Of Things (Iot),” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 8, no. 2, Art. no. 2, Apr 2024, doi: 10.36040/jati.v8i2.9149.
- [11] N. Latif, “Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Soil Moisture dan Sensor Suhu,” *JIKOM*, vol. 7, no. 1, hlm. 16–20, Apr 2021, doi: 10.35329/jiik.v7i1.180.
- [12] “Internet of Things (IoT): Pengertian, Cara Kerja dan Contohnya.” Diakses: 6 Februari 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.cloudcomputing.id/pengetahuan-dasar/iot-pengertian-contohnya>
- [13] A. Sanaris dan I. Suharjo, “Prototype Alat Kendali Otomatis Penjemur Pakaian Menggunakan NodeMCU ESP32 Dan Telegram Bot Berbasis Internet of Things (IOT),” *Journal Of Information System And Artificial Intelligence*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Nov 2020.
- [14] B. Anto, E. Hamdani, dan R. Abdullah, “Portable Battery Charger Berbasis Sel Surya,” *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 11, no. 1, Art. no. 1, Apr 2014, doi: 10.17529/jre.v11i1.1991.
- [15] P. W. Nugroho, “Studi Implementasi Small Plts Off Grid Berbasis Baterai Lifepo4 Pada Rumah Tinggal Daya Tenaga Surya 200 W,” 2019.
- [16] L. A. Salam, H. Widarto, dan R. Soebiantoro, “Rancang Bangun Catudaya Tenaga Surya Portable Untuk Penerangan Perahu Nelayan Tradisional Kapasitas 1000 Watt

- Hour,” *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, vol. 7, no. 3, hlm. 10795–10803, Jul 2024, doi: 10.31004/jrpp.v7i3.32023.
- [17] B. Pamuji dan N. Utami, “Pembangkit Listrik Tenaga Surya Portable Untuk Penerangan Kolam Budidaya Ikan (Studi Kasus : Kolam Warga Desa Jembrana, Kecamatan Waway Karya, Lampung Timur),” *Electrician : Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 17, no. 3, Art. no. 3, Sep 2023, doi: 10.23960/elc.v17n3.2512.
 - [18] P. K. Tiyas dan M. Widyartono, “Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya,” *Jurnal teknik elektro*, vol. 9, no. 1, 2020, doi: 10.26740/jte.v9n1.p%p.
 - [19] D. Ramschie, L. Wenas, R. Katuuk, dan A. Ramschie, “Implementasi Sistem Proteksi Dan Automatic Transfer Switch (ATS) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS),” 2023.
 - [20] I. L. Laksono, D. P. Kynta, M. Fadli, dan V. Wijaya, “Pemantauan Kelembaban tanah Berbasis IoT Menggunakan Sensor Soil Moisture,” vol. 5, no. 1, 2024.
 - [21] M. I. Hasani dan S. Wulandari, “Implementasi Internet of Things (IoT) Pada Sistem Otomatisasi Penyiraman Tanaman Berbasis Mobile,” *ILKOMNIKA*, vol. 5, no. 3, Art. no. 3, Des 2023, doi: 10.28926/ilkomnika.v5i3.573.
 - [22] A. M. A. Farizi dan M. Widyartono, “Monitoring Energi Listrik Generator Tenaga Surya Portabel Berbasis IoT Untuk Kebutuhan Listrik Didaerah Bencana,” *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 12, no. 2, hlm. 92–97, Jul 2023, doi: 10.26740/jte.v12n2.p92-97.
 - [23] A. Swandi, S. Rahmadhanningsih, dan S. Viridi, “Menganalisis Hubungan Debit Pompa Listrik Submersible Dc 12 Volt Terhadap Ketinggian Penampungan Air Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek,” *JPF*, vol. 9, no. 2, hlm. 83, Sep 2021, doi: 10.24252/jpf.v9i2.20710.
 - [24] A. Makruf, R. Rahmadhani, P. S. Ningsih, W. Jayaditama, dan N. R. Alham, “Pengukuran Tegangan, Arus, Daya pada Prototype PLTS Berbasis Mikrokontroller Arduin Uno,” *SainETIn : Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri*, vol. 5, no. 1, hlm. 8–16, Des 2020, doi: 10.31849/sainetin.v5i1.4370.
 - [25] A. Alfani, A. Nurlaila, dan N. Herlina, “Keanekaragaman Jenis Dan Karakteristik Habitat Anggrek (Orchidaceae) Di Kawasan Bukit Mayana Kabupaten Kuningan,” *JFE*, vol. 6, no. 2, hlm. 62–78, Jan 2024, doi: 10.25134/jfe.v6i2.9051.