

***MOBILE TROLLEY SOLAR POWER SYSTEM SEBAGAI
PENYEDIA SUMBER ENERGI REMOTELY OPERATED
VEHICLE***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat menempuh Sarjana Teknik (S.T)



Disusun Oleh:

YUNIAR CALISNA

3332190095

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
2025**

LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut:

Judul : *Mobile Trolley Solar Power System* sebagai Sumber
Energi *Remotely Operated Vehicle*
Nama Mahasiswa : Yuniar Calisna
NPM : 3332190095
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 3 Desember 2024



Yuniar Calisna

3332190095

LEMBAR PENGESAHAN

Dengan ini ditetapkan bahwa Skripsi berikut:

Judul : *Mobile Trolley Solar Power System* sebagai Sumber
Energi *Remotely Operated Vehicle*
Nama Mahasiswa : Yuniar Calisna
NPM : 3332190095
Fakultas/Program Studi : Teknik/Teknik Elektro

Telah diuji dan dipertahankan pada 10 Januari 2025 melalui Sidang Skripsi di
Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon dan dinyatakan
LULUS/~~TIDAK LULUS~~.

Dewan Penguji

Tanda Tangan

Pembimbing I : Dr. Romi Wiryadinata, S.T., M.Eng.

Pembimbing II : Dr. Irma Saraswati, S.Si., M.T.

Penguji I : Imamul Muttakin, S.T., M.Eng. Ph.D

Penguji II : Dr. Agusutrisno, S.Si., M.Sc., Ph.D

.....
.....
.....
.....

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik


Dr. Eng. Rocky Alfanz, S.T., M.Sc.
NTP.198103282010121001

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat iman, Islam serta kesehatan sehingga laporan Skripsi ini dapat diselesaikan. Sholawat serta salam semoga tercurah kepada baginda besar Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, sahabat serta umatnya hingga akhir zaman.

Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya pribadi ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Rocky Alfanz, S.T.,M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Dr. Romi Wiryadinata, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga dan juga pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Skripsi ini.
3. Ibu Dr. Irma Saraswati, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga dan juga pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Skripsi ini.
4. Bapak Cakra Adipura Wicaksana, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu selama masa perkuliahan.
5. Dosen - dosen dan Staff Jurusan Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan serta pengalaman di bidang akademik.
6. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan serta dukungan materiil dan moral.

ABSTRAK

Yuniar Calisna

Teknik Elektro

MOBILE TROLLEY SOLAR POWER SYSTEM SEBAGAI PENYEDIA SUMBER ENERGI REMOTELY OPERATED VEHICLE

Energi terbarukan, khususnya tenaga surya menjadi solusi berkelanjutan dalam memenuhi kebutuhan listrik sekaligus mengurangi dampak lingkungan. Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi surya karena posisinya yang berada di garis khatulistiwa. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) portabel berbasis *mobile trolley* untuk mendukung operasional *Remotely Operated Vehicle* (ROV) di area tanpa akses listrik. Sistem ini dirancang agar mudah dipindahkan dan dapat digunakan tanpa ketergantungan pada jaringan listrik tetap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *mobile trolley solar power* dengan panel surya 2×100 WP berhasil dibuat dan diuji di berbagai permukaan area sekitar kampus FT Untirta. Perangkat ini mampu memantau parameter sumber energi seperti arus, tegangan, suhu, dan intensitas cahaya melalui Blynk. Pengukuran daya tertinggi yang dihasilkan panel surya mencapai 152,82 W dengan intensitas cahaya 62.527,17 lux pada pukul 12.00 WIB di hari ketujuh. Sistem ini menggunakan baterai 12V 80Ah dengan *Solar Charge Controller* (SCC) 12V 50Ah, memungkinkan ROV beroperasi selama 180 menit. Perangkat ini dapat memantau parameter daya seperti arus, tegangan, suhu, dan intensitas cahaya menggunakan aplikasi Blynk.

Kata kunci : *Mobile trolley solar power*, ROV, Blynk, energi terbarukan, IoT

ABSTRACT

Yuniar Calisna

Electrical Engineering

MOBILE TROLLEY SOLAR POWER SYSTEM AS A POWER SUPPLY FOR REMOTELY OPERATED VEHICLE

Renewable energy, particularly solar power, offers a sustainable solution to meet electricity demands while reducing environmental impact. Indonesia holds significant potential for solar energy utilization due to its location along the equator. This study aims to design a portable solar power generation system based on a mobile trolley to support the operation of Remotely Operated Vehicles (ROVs) in areas without access to electricity. The system is designed to be easily movable and can be used independently of a fixed electrical grid. The results show that the mobile trolley solar power system with 2×100 WP solar panels has been successfully designed and tested on various surfaces around the FT Untirta campus. This device is capable of monitoring energy source parameters such as current, voltage, temperature, and light intensity via Blynk. The highest power output measured from the solar panels reached 152.82 W with a light intensity of 62,527.17 lux at 12:00 PM on the seventh day. The system uses a 12V 80Ah battery with a 12V 50Ah Solar Charge Controller (SCC), allowing the ROV to operate for 180 minutes. The device can monitor power parameters such as current, voltage, temperature, and light intensity using the Blynk application.

Keywords: Mobile trolley solar power, ROV, renewable energy, Blynk, IoT

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Energi Matahari	6
2.2. Energi Listrik.....	6
2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	7
2.4. <i>Photovoltaic</i>	8
2.5. <i>Mobile Solar PV Systems</i>	10
2.6. <i>Solar Charger Controller</i>	11
2.6.1 <i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>	12
2.6.2 <i>Maximum Power Point Tracking (MPPT)</i>	12

2.7.	Baterai	13
2.8.	ESP32	14
2.9.	Jenis Sensor untuk Parameter <i>Photovoltaic</i>	14
2.9.1	Sensor suhu DS18B20	14
2.9.2	Sensor BH1750	15
2.9.3	Modul PZEM 017	16
2.9.4	Modul RTC	16
2.10.	Aplikasi Blynk.....	17
2.11.	Radiasi Matahari.....	18
2.12.	Perhitungan Rancangan PLTS.....	18
2.13.	<i>Remotely Operated Vehicle (ROV)</i>	20
2.14.	Kajian Pustaka	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1.	Alur Penelitian.....	23
3.2.	Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.3.	Perhitungan Kebutuhan Panel Surya dan Komponen Lainnya ...	24
3.4.	Blok Diagram Penelitian	25
3.5.	Rancangan Skematik Alat	26
3.6.	Rancangan <i>Mobile Trolley Solar Power</i>	27
3.7.	Peralatan Penelitian	28
BAB IV PEMBAHASAN		34
4.1	Hasil Rancangan Alat.....	34
4.2	Kalibrasi Sensor	35
4.3	Hasil Keluaran Panel Surya	39
4.4	Pengukuran Suhu	42
4.5	Efisiensi Modul Surya.....	44

4.6 Hubungan Intensitas dan Daya <i>Input</i>	44
4.7 Pengujian Baterai	46
BAB V PENUTUP	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN A HASIL PENGUKURAN	57
LAMPIRAN B LISTING PROGRAM	65
LAMPIRAN C PERHITUNGAN	74
LAMPIRAN D DOKUMENTASI	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur modul <i>photovoltaic</i>	8
Gambar 2.2 Perbandingan SCC	12
Gambar 2.3 Baterai VRLA	13
Gambar 2.4 Arsitektur ESP32.....	14
Gambar 2.5 Sensor DS18B20	15
Gambar 2.6 Sensor BH1750	15
Gambar 2.7 Modul PZEM 017	16
Gambar 2.8 RTC	17
Gambar 2.9 Sistem Komunikasi Blynk.....	17
Gambar 2.10 Bentuk Fisik ROV	20
Gambar 3.1 Diagram blok sistem <i>mobile trolley solar power</i>	25
Gambar 3.2 Rancangan skematik alat.....	26
Gambar 3.3 Rancangan alat <i>mobile trolley solar power</i>	27
Gambar 3.4 Panel surya <i>monocrystalline</i>	28
Gambar 3.5 Panel surya <i>polycrystalline</i>	29
Gambar 3.6 SCC tipe MPPT	30
Gambar 3.7 Baterai VRLA 12v 100Ah.....	31
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Alat.....	34
Gambar 4.2 Hasil Perancangan <i>Monitoring PV</i>	34
Gambar 4.3 Hasil Kalibrasi modul PZEM-017	35
Gambar 4.4 Kalibrasi Sensor DS18B20	36
Gambar 4.5 Kalibrasi Sensor BH750.....	37
Gambar 4.6 Hasil Data Logger	38
Gambar 4.7 Tampilan Website dan Tampilan Aplikasi.....	39
Gambar 4.8 Intensitas Radiasi Matahari	40
Gambar 4.9 Daya Panel Surya	41
Gambar 4.10 Suhu Modul Surya.....	43
Gambar 4.11 Efisiensi Modul Surya.....	44
Gambar 4.12 Intensitas Cahaya dan Daya <i>Input</i>	45
Gambar 4.13 Tegangan Baterai.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Konsumsi Energi ROV	24
Tabel 3.2 Spesifikasi panel surya <i>monocrystalline</i> 100 Wp.....	28
Tabel 3.3 Spesifikasi panel surya <i>polycrystalline</i> 100 Wp.....	29
Tabel 3.4 Spesifikasi SCC tipe MPPT.....	30
Tabel 3.5 Spesifikasi Fluke 381.....	32
Tabel 3.6 Spesifikasi Fluke 971.....	32
Tabel 3.7 Spesifikasi Sunche <i>Light Meter</i> HS1010.....	33
Tabel 4.1 Pengujian Baterai untuk ROV.....	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi terbarukan menawarkan solusi yang lebih baik untuk mengurangi dampak perubahan iklim sekaligus memenuhi kebutuhan listrik yang meningkat, sehingga mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Teknologi *photovoltaic* (PV) dan energi angin dianggap sebagai sumber daya yang potensial untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam yang terbatas [1]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menyediakan solusi berkelanjutan yang mendukung pemenuhan kebutuhan listrik masyarakat dengan cara yang ramah lingkungan [2]. Indonesia memiliki peluang besar untuk memanfaatkan energi surya, karena letaknya sebagai negara tropis yang berada di sepanjang garis khatulistiwa, sehingga banyak menerima sinar matahari [3].

Panel surya dibuat dari bahan semikonduktor yang memiliki kutub positif dan negatif dengan cara menyerap sinar matahari untuk diubah menjadi energi listrik. Efek *photovoltaic* adalah suatu proses yang mengubah energi matahari secara langsung menjadi energi listrik [4]. Listrik yang dihasilkan disimpan dalam baterai dan dikendalikan oleh *Solar Charge Controller* (SCC) untuk menghindari pengisian berlebihan yang dapat merusak sistem. Selanjutnya, energi yang tersimpan dalam baterai didistribusikan ke berbagai beban [5]. Penggunaan panel surya sebagai sumber pembangkit listrik dipertimbangkan karena teknologi ini telah terbukti mampu menghasilkan energi listrik dalam jumlah signifikan, bersifat ramah lingkungan, dan termasuk dalam kategori pembangkit energi terbarukan [6]. Perkembangan teknologi pada masa kini sangat cepat, terutama pada teknologi robotika yang dapat mempermudah pekerjaan manusia [7]. Teknologi robotika banyak diterapkan di berbagai aspek kehidupan, seperti di sektor industri, penelitian, pendidikan, dan lainnya [8].

Robot dibagi menjadi dua kelompok umum, yaitu robot manipulator dan robot bergerak. Robot bergerak adalah robot yang dapat berpindah tempat meskipun kadang-kadang juga dilengkapi dengan manipulator. Robot bergerak dikategorikan ke dalam tiga jenis, yaitu robot darat, robot air, dan robot udara [9].

Remotely Operated Vehicle (ROV) adalah kendaraan yang dioperasikan secara langsung oleh manusia dari permukaan air [10]. ROV adalah robot bawah laut yang dirancang untuk mengamati objek di dalam air. Perangkat ini memiliki keunggulan khusus karena memungkinkan orang untuk memeriksa kondisi bawah air tanpa perlu menyelam atau masuk ke dalam air secara langsung [11].

Tujuan pembuatan robot ini adalah untuk merancang kendaraan bawah air yang dapat beroperasi dalam jangka panjang dengan dukungan energi surya. Pemanfaatan potensi ini dapat mengurangi biaya tagihan listrik dan efek negatif penggunaan bahan bakar fosil. Untuk mengurangi efek negatif dari penggunaan bahan bakar fosil, penggunaan energi terbarukan sangat penting [12]. Kinerja panel surya dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu intensitas radiasi matahari, suhu, dan sudut kemiringan pemasangan [13]. Ketidakstabilan daya keluaran adalah salah satu masalah terbesar dalam penggunaan panel surya, dipengaruhi oleh sejumlah variabel, termasuk sudut kemiringan, intensitas sinar matahari, jenis sel *photovoltaic*, dan karakteristik teknis modul. Panel surya biasanya ditempatkan pada posisi tetap tanpa mengubah sudutnya [14]. Sinar matahari yang menyinari sel dengan sudut tegak lurus atau 90° adalah saat modul surya bekerja dengan paling efisien dan optimal [15].

Pemanfaatan PLTS sebagai sumber energi listrik alternatif untuk masyarakat sudah banyak diteliti, contohnya dalam penelitian yang mengkombinasikan panel surya dengan energi angin untuk menghasilkan listrik. Namun, penelitian-penelitian tersebut lebih terfokus pada pemenuhan kebutuhan listrik rumah tangga, sehingga sistem pembangkitan listrik harus dipasang secara permanen di sekitar tempat tinggal [16]. Kondisi ini tidak optimal dan kurang efisien terutama bagi masyarakat yang bekerja di luar rumah, seperti pemilik tempat wisata, nelayan, dan petani. Oleh karena itu, dikembangkan sistem *mobile trolley* yang memudahkan penggunaan, karena alat ini bersifat portabel dan dapat dibawa ke mana saja. Penggabungan panel surya dengan teknologi robotika, seperti *Remotely Operated Vehicle* (ROV), dapat menghasilkan solusi inovatif untuk berbagai kebutuhan, termasuk eksplorasi bawah air. Teknologi ini tidak hanya efisien dan ramah lingkungan, tetapi juga memanfaatkan potensi besar energi surya di Indonesia,

mendukung keberlanjutan, serta berkontribusi pada upaya global dalam melindungi lingkungan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana daya pada ROV digunakan pada tempat yang tidak ada sumber listrik?
2. Bagaimana sumber energi listrik untuk ROV dapat disediakan agar dapat dibawa dan digunakan dengan mudah?

1.3. Tujuan Penelitian

Berikut tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat dan menentukan sistem instalasi panel surya sebagai sumber energi yang sesuai dengan kebutuhan daya untuk mengoperasikan ROV.
2. Merancang *mobile trolley solar power* agar *photovoltaic* dapat dibawa berpindah tempat tanpa membahas aspek perancangan kendaraan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, diantaranya sebagai berikut:

1. Bagi akademisi, dapat memanfaatkan hasil penelitian untuk mengembangkan energi terbarukan tenaga surya di wilayah Banten.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman lebih lanjut tentang potensi penggunaan *mobile trolley solar power* sebagai sumber energi ROV.
3. Bagi pendidikan berkelanjutan, hasil penelitian ini menjadi referensi penelitian dengan memanfaatkan energi matahari secara langsung, diharapkan ROV dapat memiliki akses ke sumber energi yang lebih berkelanjutan dan tidak terbatas, sehingga meningkatkan waktu operasi serta efisiensi kerja di bawah air.
4. Dapat dijadikan sebagai referensi untuk melakukan pengembangan potensi energi tenaga surya yang ramah lingkungan khususnya di daerah dekat pantai, danau atau perairan daerah Banten.

1.5. Batasan Masalah

Agar mendapatkan hasil yang diinginkan, maka batasan masalah untuk penelitian ini sebagai berikut.

1. Penelitian ini difokuskan pada pengujian kemampuan *photovoltaic* dalam menghasilkan daya yang cukup untuk mendukung operasional ROV, namun penelitian ini tidak mencakup aspek perancangan ROV secara keseluruhan.
2. Modul surya yang digunakan adalah jenis 100 WP *monocrystalline* dan 100 WP *Polycrystalline* dan tidak membahas karakteristik berdasarkan jenis *photovoltaic* yang digunakan.
3. Menggunakan aplikasi Blynk dan ESP32.
4. Perancangan dan pembangunan yang dilakukan adalah PLTS *off grid*.
5. Perancangan *mobile trolley* hanya difokuskan pada kemudahan pemindahan *photovoltaic* dan tidak mencakup aspek teknis perancangan kendaraan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan bertujuan untuk menyajikan gambaran mengenai ruang lingkup dalam laporan penelitian yang dibahas. Sistematika penulisan dalam penelitian ini terdiri dari lima bab, isi setiap bab yang dijelaskan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan dasar teori tentang hal yang berhubungan dengan penelitian yaitu menjelaskan tentang energi matahari, energi listrik, pembangkit listrik tenaga surya, *photovoltaic*, *mobile solar PV system*, *solar charger controller*, baterai, ESP32, jenis sensor untuk parameter *photovoltaic*, aplikasi Blynk, perhitungan rancangan pembangkit listrik tenaga surya, ROV, dan kajian pustaka.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini tentang alur penelitian, tempat dan waktu penelitian, penentuan komponen penelitian, peralatan penelitian, persiapan dan perancangan alat, pengujian serta analisis data yang dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai hasil rancangan alat, kalibrasi sensor, hasil data dan menganalisis hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini menjelaskan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam bentuk kesimpulan dan saran sehingga dapat melanjutkan dan mengembangkan penelitian lebih baik berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wang P, Yifan Z, Jiawen L, Ping Y, and Lei H, “Is the secondary consumption of renewable energy sustainable? Empirical evidence from the photovoltaic industry in China,” *Energy Reports*, vol. 8, pp. 6443–6456, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.egyr.2022.04.081.
- [2] Pantoja S.N, Vidal R, and Pastor M.C, “Aesthetic impact of solar energy systems,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 98, pp. 227–238, Dec. 2018, doi: 10.1016/j.rser.2018.09.021.
- [3] Septiady R KD and Musyhar G, “Analisa Pemanfaatan Energi Surya sebagai Sumber Energi pada Mesin Pengeruk Sampah di Kecamatan Wonokerto,” *Jurnal Cahaya Bagaskara*, vol. 3 No.1, Jan. 2018, [Online]. Available: https://jurnal.umpp.ac.id/index.php/cahaya_bagaskara/index
- [4] Sariman and Fitriyani N, “Analisa Pemanfaatan Solar Cell Monocrystalline sebagai Sumber Energi Listrik pada Pompa Air Arus Searah (DC) 12 Volt Berdaya 180 Watt,” *Jurnal Syntax Admiration*, vol. 2, no. 5, pp. 902–918, May 2021, doi: 10.46799/jsa.v2i5.227.
- [5] Indahsari A.T, Arafati A, and Santosa P.B, “Pesawat Bertenaga Surya,” *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 22, no. 2, pp. 161–167, Aug. 2022, doi: 10.23917/emitor.v22i2.19437.
- [6] Harianto K, Sinawati, and Fitria, “Rancang Bangun Perahu Ketinting Listrik Tenaga Matahari Provinsi Kalimantan Utara,” *Sebatik*, vol. 26, no. 2, pp. 807–813, 2022, doi: 10.46984/sebatik.v00i0.2064.
- [7] Farozi I, Maulana R, and Kurniawan W, “Implementasi Sensor Warna Pada Robot Lengan Pemindah Barang Menggunakan Inverse Kinematics,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 7, pp. 7284–7293, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [8] Sambuaga R.C, Gosal P H, and Takumansang E.D, “Robotic Explorer di Manado,” *Jurnal Arsitektur DASENG*, vol. 11, no. 1, pp. 10–20, May 2022.
- [9] Satria D, Wiryadinata R, Caturwati N.K, Haryadi, and Imron R, “Analisa Parameter Hidrodinamika Remotely Operated Vehicle (ROV) Kelas Obervasi,” *ROTASI*, vol. 20, no. 4, pp. 221–225, Oct. 2018.

- [10] Roppon A, Poekel V.C, and Kambey F.D, “Implementasi Kendali PID untuk Kestabilan Penyelaman pada Robot Underwater ROV (Remotely Operated Vehicle),” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, no. 1, 2018.
- [11] Permana C.S.A and Taufiqurrohman M, “Rancang Bangun Alat Untuk Mengukur Kadar Kekeruhan Pada Air Menggunakan Kamera Pada Remotely Operated Vehicle (Rov) Dengan Metode Color Filtering,” *JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER TRIAC*, vol. 7, no. 1, 2020.
- [12] Handayani N A and Ariyanti D, “Potency of Solar Energy Applications in Indonesia Article history,” *International Journal of Renewable Energy Development (IJRED)*, vol. 1, no. 2, pp. 33–38, 2012.
- [13] Mason K, Reno M, Blakely L, Vejdani S, and Grijalva S, “A Deep Neural Network Approach for Behind-the-Meter Residential PV Size, Tilt and Azimuth Estimation,” *Solar Energy*, vol. 196, pp. 260–269, Jan. 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.11.100>.
- [14] Poobalan B, Abdul H.H, Hasnizam H.N, and Chin L.W, “The study of photovoltaic systems performance using various azimuth angles and solar array tilt positions,” in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Jan. 2020. doi: 10.1088/1742-6596/1432/1/012050.
- [15] Sadewo D N, Arifianto T, Sunardi, Moonlight L S, and Wasito B, “Penggunaan Solar Tracker untuk Analisis Pencarian Daya Maksimal pada Panel Surya,” *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, vol. 7, no. 2, Sep. 2022, [Online]. Available: <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/JKTE>
- [16] Randis and Akbar S, “Rancang Bangun Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Portable,” *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 9, no. 1, Apr. 2021.
- [17] Juniarta K.I, Setiawan N.I, and Giriantari I.A.D, “Analisis Sistem Kelistrikan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya ON-GRID Kapasitas 25 KWP di Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Provinsi Bali,” *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 9, no. 1, Mar. 2022, Accessed: Nov. 30, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.24843/spektrum.2022.v09.i01.p13>

- [18] Sampeallo A S, Galla W.F, and Mbakurawang F, “Analisis Kinerja PLTS 25 KWP di Gedung Laboratorium Riset Terpadu Lahan Kering Kepulauan Undana Terhadap Variasi Beban,” *Jurnal Media Elektro*, vol. 7, no. 1, p. 13, Apr. 2018, doi: <https://doi.org/10.35508/jme.v0i0.600>.
- [19] Masnur, “Aplikasi Sistem Pengendali Energi Listrik menggunakan Raspberrypi pada Smart Building,” *Jurnal Sintaks Logika*, vol. 1, no. 2, May 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.umpar.ac.id/index.php/sylog>▪103
- [20] Pujiarini Naurah R and Sudarti, “Potensi Energi Listrik dan Tingkat Keasaman pada Buah Jeruk Nipis dan Belimbing Wuluh,” *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, vol. 8, no. 1, pp. 44–56, Jul. 2021, doi: 10.24252/jft.v8i1.21171.
- [21] Wicaksono M and Bangsa Insani A, “Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Photovoltaic Rooftop pada Gedung Gardu Induk Kantor Pusat PT Pembangkit Jawa Bali,” *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, vol. 4, no. 2, 2022, doi: <https://doi.org/10.30604/jti.v4i2.122>.
- [22] Hajir N, Haddin M, and Suprajtino A, “Analisa Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap dengan Sistem Hybrid di PT. Koloni Timur,” *Elektrika*, vol. 14 No 1, pp. 20–25, 2022.
- [23] Tobing A, Priharti Wahmisari, and Ir. Porman Pangaribuan M.T, “Pencatuan Daya dengan Sumber Energi Fotovoltaik untuk Sistem Otomatisasi Budidaya Tanaman Tomat Power Supply with Photovoltaic Energy Sources for Tomato Cultivation Automation System,” *e-Proceeding of Engineering*, vol. 7, pp. 8662–8678, Dec. 2020.
- [24] Muhamad Z, Riza M, and Oky Sanjaya P, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pos Batas Security PT. Gula Putih Mataram Kabupaten Lampung Tengah,” *Jurnal Teknik Mesin Universitas Bandar Lampung*, vol. 9, pp. 11–21, Apr. 2022.
- [25] Majd E *et al.*, “Wind Flow and Its Interaction with a Mobile Solar PV System Mounted on a Trailer,” *Sustainability (Switzerland)* , vol. 16, no. 5, Mar. 2024, doi: 10.3390/su16052038.

- [26] Bakhtiar and Tadjuddin, “Pemilihan Solar Charge Controller (SCC) Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *Prosiding 4th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2020*, pp. 168–173, 2020.
- [27] Wahidin Naim Fadlan, Yadie Erry, and Putra Marson Ady, “Analisis Perbandingan Solar Charging Controller (SCC) Jenis PWM Dan MPPT Pada Automatic Handwasher with Workstation Bertenaga Surya Politeknik Negeri Samarinda,” *PoliGrid*, vol. 3, no. 1, p. 12, Jun. 2022, doi: 10.46964/poligrid.v3i1.1490.
- [28] Pranata K B, T. Sulistyanto, M. Ghufro, and M. Yusmawanto, “Pengaruh Variasi Arus Pengisian Pengosongan Muatan pada Model Baterai Lead Acid Terhadap Perubahan Efisiensi Energi,” *Jurnal Fisika Flux*, vol. 16, no. 1, Feb. 2019, doi: 10.20527/flux.v15i2.5311.
- [29] Kosasih D P, “Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit Pada Accumulator Terhadap Arus Dan Tegangan,” *MESA JURNAL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SUBANG*, vol. 2, no. 2, p. 33, 2018, [Online]. Available: <https://ejournal.unsub.ac.id/index.php/FTK/article/view/370>
- [30] Wagyaana Agus and Rahmat, “Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT),” *Jurnal Ilmiah Setrum Article In Press*, vol. 8, no. 2, pp. 238–247, Dec. 2019.
- [31] Hendrawan Arjun P.W and Agustini Ni Putu, “Simulasi Kendali dan Monitoring Daya Listrik Peralatan Rumah Tangga Berbasis ESP32,” *ALINIER JURNAL*, vol. 3, no. 1, May 2022.
- [32] Satriya Fahri, Mardiono, and R. Diharja, “Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu Tubuh Untuk Pasien Demam Berdarah Menggunakan Smartphone Berbasis Internet Of Things,” *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, vol. 2, no. 2, pp. 113–118, Sep. 2020, doi: 10.30812/bite.v2i2.914.
- [33] Khuriati A, “Sistem Pemantau Intensitas Cahaya Ambien dengan Sensor BH1750 berbasis Mikrokontroler Arduino Nano,” *Berkala Fisika*, vol. 25, no. 13, pp. 105–110, Jul. 2022.
- [34] Mubarak 'aafi A, Jamaaluddin J, and I. Anshory, “Implementasi Sensor Pzem-017 Untuk Monitoring Arus, Tegangan dan Daya Pada Instalasi Panel Surya dengan Sistem Data Logger Menggunakan Google Spreadsheet dan

- Smartphone,” *Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi dan Teknik Informatika (SNESTIK)*, p. 191, Mar. 2022, doi: 10.31284/p.snestik.2022.2718.
- [35] Rahardjo Pratolo, “Sistem Penyiraman Otomatis menggunakan RTC (Real Time Clock) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali,” *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, no. 1, pp. 143–147, Mar. 2021, [Online]. Available: www.labelektronika.com
- [36] Syukhron Imam, Rahmadewi Reni, and Ibrahim, “Penggunaan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT,” *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, vol. 15, no. 1, Jan. 2021.
- [37] Kusuma D, Sudarti, and Yushadi, “Analisis Pemanfaatan Radiasi Matahari pada Panel Surya Sebagai Sumber Energi Terbarukan,” *Jurnal Fisika dan Pembelajarannya (PHYDAGOGIC)*, vol. 6, no. 2, Apr. 2024, doi: 10.31605/phy.v6i2.3266.
- [38] Apriyadi S, Ery D, Djunaedy, and Sujatmiko Wahyu, “Pengukuran Radiasi Matahari untuk Perhitungan Faktor Matahari,” *e-Proceeding of Engineering*, vol. 6, no. 1, pp. 1204–1211, Apr. 2019.
- [39] Utami P. R, Widyastuti, and Wijayanti M, “Analisa Perhitungan Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Tanaman Markisa di Wilayah RT 01/ RW 08 Kelurahan Mampang, Pancoran MAS, Kota Depok,” *Jurnal Abdi Masyarakat Multidisiplin*, vol. 1, no. 2, pp. 42–49, Aug. 2022.
- [40] Payung Musa and A. Zain, “Rancang Bangun Remotely Operated Vehicle (ROV) untuk Monitoring Kondisi Terumbu Karang di Perairan Bontang,” *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 2, Apr. 2021.
- [41] Gunawan L, Agung A I, M. Widyartono, and S. I. Haryudo, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Portable,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, no. 01, pp. 65–71, 2021.
- [42] Akbar Syaeful and Randis, “Rancang Bangun Sistem Mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Portable,” *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 9, no. 1, 2021.

- [43] Nanda Rizki Aulia, Karyadi, and Roban, "Use of Mini Solar Panels for Battery Charging in the Mini Robot Warehouse," *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 8, no. 1, p. 1, Jan. 2024, doi: 10.22373/crc.v8i1.18472.
- [44] MAJD ALIREZA E *et al.*, "Development of Affordable Mobile Solar Power System for Clean Energy Access," in *Energy and Sustainability X*, WIT Press, Dec. 2023, pp. 191–204. doi: 10.2495/esus230161.
- [45] Shofi Andriansyah Abdus and M. Bachrudin, "Rancang Bangun Water Pump Solar Energy Portable Perairan Sawah Untuk Membantu Petani Kabupaten Probolinggo," *Medika Teknika : Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, vol. 04, no. 2, 2023, doi: 10.18196/mt.v4i.
- [46] Putra Sandro and Ch. Rangkuti, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal," *Seminar Nasional Cendekiawan*, pp. 23.1-23.7, 2016.
- [47] User Manual, "PZEM-017 300V 300A Shunt+USB Cable Car Voltmeter DC Ampere Meter RS485," Jul. 2024. [Online]. Available: <https://en.peacefair.cn/product/786.html>
- [48] "DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer," 2008. [Online]. Available: www.maxim-ic.com
- [49] "Digital 16bit Serial Output Type Ambient Light Sensor IC BH1750FVI," 2011. [Online]. Available: www.rohm.com