

SKIRPSI

**RANCANG BANGUN ALAT PERAGA PRAKTEK
PANEL TENAGA SURYA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KOMANG DIAR SWAHITA

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ALAT PERAGA PRAKTEK
PANEL TENAGA SURYA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KOMANG DIAR SWAHITA

NIM. 2015234053

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT PERAGA PRAKTEK PANEL TENAGA SURYA

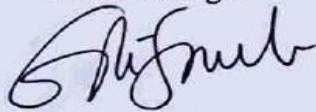
Oleh

I KOMANG DIAR SWAHITA
NIM. 2015234053

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Skripsi
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh

Pembimbing I



I Wayan Gede Santika,
ST.,M.Sc.,Ph.D.
NIP. 197402282005011002

Pembimbing II



Ida Bagus Gde Widiantara, ST.MT
NIP. 197204282002121001

Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN
RANCANG BANGUN ALAT PERAGA PRAKTEK PANEL
TENAGA SURYA

Oleh

I KOMANG DIAR SWAHITA
NIM. 2015234053


Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat
dicetak sebagai buku Skripsi pada hari/tanggal : Rabu/28 Agustus 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

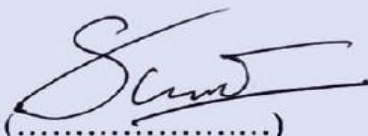
Penguji I : Prof. I Dewa Made Cipta Santosa, S.T,
M.Sc, Ph.D

NIP. : 197212211999031002


(.....)

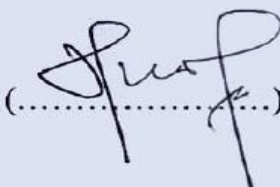
Penguji II : I Gede Artha Negara, S.T., M.T.

NIP. : 198006142006041004


(.....)

Penguji III : Dr. Ir. I Made Suarta, MT

NIP. : 196606211992031003


(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Komang Diar Swahita

NIM : 2015234053

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Alat Peraga Praktek Panel Tenaga Surya

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

Badung, 28 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



I Komang Diar Swahita

NIM. 2015234053

UCAPAN TERIMA KASIH

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

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T.,M.T , selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, S.T.,M.T , selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas.
5. Bapak I Wayan Gede Santika, ST.,M.Sc.,Ph.D, selaku dosen pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan, dorongan, arahan dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Bapak Ida Bagus Gde Widiantara, ST.MT, selaku dosen pembimbing 2 yang selalu dukungan, arahan dan semangat kepada penulis dalam pembuatan Skripsi ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam menyelesaikan Buku Skripsi ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis baik materi ataupun dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Buku Skripsi ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk kakak dan kedua adik tercinta yang telah memberikan dukungan serta perhatian kepada saya.

10. Teman-teman seperjuangan yang telah membantu dalam menyelesaikan Buku Skripsi serta banyak memberikan masukan serta perhatian kepada saya.
11. Serta masih banyak lagi pihak-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, 28 Agustus 2024

I Komang Diar Swahita

ABSTRAK

Cell surya merupakan sebuah perangkat yang bisa mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek *photovoltaic*. Energi surya *photovoltaic* merupakan teknologi yang digunakan untuk memanfaatkan energi matahari menjadi arus searah dengan piranti semikonduktor yang biasa disebut sebagai panel surya (*sollar cell*).

Dalam rancang bangun ini memiliki tujuan mengetahui rancangan alat peraga panel surya. Proyek penelitian ini menyelidiki tentang cara mengurangi jejak karbon dan dampak lingkungan dengan menggantikan sumber energi fosil ke energi terbarukan yang bersih dan ramah lingkungan. Jenis penelitian yang digunakan adalah Rancang Bangun Alat Peraga Praktek Panel Tenaga Surya. Dengan merangkai 4 solar *cell* berjenis *monocrystalline silicon*, dimana setiap solar *cell* nya memiliki nilai daya maksimum (P_m) sebesar 160W dengan tegangan pada daya maksimum (V_{mp}) sebesar 18.15V DC dan memiliki arus pada daya maksimum (I_{mp}) sebesar 8.8A.

Alat peraga ini dirancang untuk mengedukasi dan memperagakan konsep-konsep dasar dari teknologi panel tenaga surya, termasuk cara kerja, efisiensi, dan aplikasi praktisnya dalam menghasilkan energi listrik dari sinar matahari. Pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa alat peraga ini dapat secara efektif mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dan memberikan pemahaman mengenai prinsip-prinsip dasar energi terbarukan.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka di dapat hasil data sistem tenaga surya dari rangkaian paralel dan rangkaian seri. Menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari berpengaruh signifikan terhadap kinerja panel, dengan output daya meningkat dari peningkatan intensitas cahaya.

Kata kunci: *tenaga surya, rancang bangun, alat peraga, konsumsi energi*

DESIGN AND CONSTRUCTION OF SOLAR POWER PANEL PRACTICAL PROPERTIES

ABSTRACT

A solar cell is a device that can convert sunlight energy into electrical energy using the photovoltaic effect process. Photovoltaic solar energy is a technology used to utilize solar energy into direct current with semiconductor devices commonly referred to as solar panels.

In this design, the aim is to know the design of the solar panel props. This research project investigates how to reduce the carbon footprint and environmental impact by replacing fossil energy sources with clean and environmentally friendly renewable energy. The type of research used is the Design and Construction of Solar Power Panel Practice Tools. By assembling 4 monocrystalline silicon solar cells, each solar cell has a maximum power value (P_m) of 160W with a voltage at maximum power (V_{mp}) of 18.15V DC and a current at maximum power (I_{mp}) of 8.8A .

This teaching aid is designed to educate and demonstrate the basic concepts of solar panel technology, including how it works, efficiency and practical applications in producing electrical energy from sunlight. Tests carried out show that this teaching aid can effectively convert solar energy into electrical energy and provide an understanding of the basic principles of renewable energy.

Based on the tests that have been carried out, data on the solar power system from parallel and series circuits can be obtained. Shows that sunlight intensity has a significant effect on panel performance, with power output increasing from increasing light intensity.

Keywords : *solar power, design, demonstration tool, energy consumption*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “Rancang Bangun Alat Peraga Praktek Panel Tenaga Surya” tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 28 Agustus 2024
I Komang Diar Swahita

DAFTAR ISI

Halaman Judul Depan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Persetujuan.....	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	v
Ucapan Terima Kasih.....	vi
Abstrak	viii
<i>Abstract</i>	ix
Kata Pengantar	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.4.1. Tujuan umum.....	2
1.4.2. Tujuan khusus.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.5.1. Manfaat bagi penulis	3
1.5.2. Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali	3

1.5.1. Manfaat bagi pihak umum.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	4
2.1.1. Pembangkit listrik tenaga surya <i>on grid</i>	5
2.1.2. Pembangkit listrik tenaga surya <i>off grid</i>	6
2.1.3. Pembangkit listrik tenaga surya <i>hybrid</i>	6
2.1.4. Jenis jenis panel surya	7
2.1.5. <i>Solar charger controller</i>	9
2.1.6. Baterai atau aki	10
2.1.7. <i>Miniature circuit breaker (MCB)</i>	13
2.1.8. Mikrokontroler ESP 32.....	13
2.1.9. <i>Software</i> arduino IDE	15
2.1.10. <i>Module TTL (Transistor Transistor Logika)</i>	16
2.1.11. <i>Step-down LM2596 DC</i>	17
2.1.12. Kabel <i>jumper</i>	18
2.1.13. <i>Breadboard</i>	18
2.1.14. PZEM-017 DC <i>Communication Module</i>	19
2.1.15. Rangkaian seri panel surya.....	20
2.1.16. Rangkaian paralel panel surya.....	21
2.1.17. Prinsip kerja PLTS.....	21
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Jenis penelitian	23
3.1.1 Desain atau pemodelan.....	23

3.1.2	Jenis panel surya dan spesifikasinya	25
3.1.3	Skema rangkaian paralel dan seri	26
3.2	Alur Penelitian.....	28
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	29
3.3.1.	Lokasi pembuatan proyek akhir	29
3.3.2.	Waktu pembuatan proyek akhir.....	29
3.4	Sumber Daya Penelitian	29
3.5	Instrumen Penelitian.....	30
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1.	Hasil Penelitian.....	31
4.1.1.	Perhitungan spesifikasi panel surya.....	31
4.1.2.	Proses perancang panel tenaga surya.....	33
4.2.	Pembahasan	39
4.2.1	Hasil pengujian.....	40
BAB V	PENUTUP.....	57
5.1.	Kesimpulan.....	57
5.2.	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Konsumsi energi	31
Tabel 4. 2 Hasil perhitungan kapasitas	33
Tabel 4. 3 Komponen panel surya.....	33
Tabel 4. 4 Data dari rangkaian paralel	40
Tabel 4. 5 Data dari rangkain seri	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema PLTS <i>on grid</i>	5
Gambar 2. 2 Skema PLTS <i>off grid</i>	6
Gambar 2. 3 Skema PLTS <i>hybrid</i>	7
Gambar 2. 4 Panel surya <i>monocrystalline</i>	8
Gambar 2. 5 <i>Polycrystalline</i>	8
Gambar 2. 6 <i>Thin film</i> fotovoltaik	9
Gambar 2. 7 <i>Solar Charge Controller</i>	10
Gambar 2. 8 Baterai PLTS	11
Gambar 2. 9 <i>Miniature circuit breaker</i>	13
Gambar 2. 10 <i>Mikrokontroller ESP32</i>	14
Gambar 2. 11 <i>Software arduino uno</i>	16
Gambar 2. 12 Modul TTL.....	17
Gambar 2. 13 <i>Step-down DC</i>	17
Gambar 2. 14 Kabel <i>jumper</i>	18
Gambar 2. 15 <i>Breadboard</i>	19
Gambar 2. 16 <i>Module PZEM-017</i>	20
Gambar 2. 17 Rangkaian seri	21
Gambar 2. 18 Rangkaian paralel.....	21
Gambar 3. 1 Rangka desain rancangan	23
Gambar 3. 2 Tampak Depan Desain Rancang	24
Gambar 3. 3 Solar Panel Monocrystalline Silicon	25
Gambar 3. 4 Skema rangkaian paralel	26
Gambar 3. 5 Skema rangkaian seri	26
Gambar 3. 6 Alur Pemikiran	28
Gambar 3. 7 Tabel pelaksanaan perancangan	29
Gambar 3. 8 Multi meter.....	30

Gambar 4. 1 Sistem kelistrikan panel surya.....	35
Gambar 4. 2 Proses perakitan sistem monitoring.....	37
Gambar 4. 3 Grafik tegangan rangkaian paralel	44
Gambar 4. 4 Grafik arus rangkaian paralel	45
Gambar 4. 5 Grafik daya rangkaian paralel	46
Gambar 4. 6 Grafik tegangan rangkaian seri	50
Gambar 4. 7 Grafik arus rangkaian seri	51
Gambar 4. 8 Grafik daya rangkaian seri	52
Gambar 4. 9 Grafik Tegangan Seri dan Pararel	53
Gambar 4. 10 Grafik Arus Seri dan Paralel	54
Gambar 4. 11 Grafik Daya Seri dan Paralel.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi memegang peran yang sangat krusial dalam kehidupan manusia, sehingga memastikan ketersediaannya menjadi prioritas utama. Hingga kini, minyak bumi masih menjadi sumber energi utama yang digunakan, namun sayangnya, minyak bumi termasuk kategori energi yang tidak dapat diperbarui. Oleh karena itu, pencarian sumber energi alternatif sangatlah penting guna menjamin pasokan energi yang berkelanjutan. Salah satu sumber energi alternatif dengan potensi besar adalah energi matahari. Energi ini telah diterapkan di banyak negara, dan dengan pemanfaatan yang tepat, energi matahari berpotensi menjadi solusi energi jangka panjang (Widayana, 2020).

Energi matahari merupakan salah satu energi terbarukan yang diperoleh dari sinar matahari melalui teknologi khusus dan dapat diubah menjadi berbagai bentuk energi alternatif. Salah satu perangkat yang digunakan dalam proses ini adalah sel surya, yang berfungsi untuk mengonversi sinar matahari menjadi listrik melalui efek fotovoltaiik (Purwoto, 2018). Teknologi fotovoltaiik adalah salah satu cara paling efisien untuk memanfaatkan energi matahari ini.

Efek fotovoltaiik pertama kali ditemukan pada tahun 1839 oleh seorang fisikawan asal Prancis bernama Alexandre Edmond Becquerel, meskipun pembuatan sel surya pertama baru terjadi pada tahun 1883 oleh Charles Fritts. Teknologi fotovoltaiik bekerja dengan menggabungkan beberapa sel surya yang disusun secara seri atau paralel untuk meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan, sehingga mencukupi untuk kebutuhan sistem energi listrik. Agar dapat bekerja secara optimal, panel fotovoltaiik harus diposisikan untuk selalu menghadap sinar matahari secara langsung. Teknologi ini juga dikenal ramah lingkungan, menjadikannya solusi energi terbarukan yang sangat potensial (Purwoto, 2018).

Melihat pentingnya energi surya ini, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Rancang Bangun Alat Peraga Praktek Panel Tenaga Surya". Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun alat peraga sebagai media penelitian serta untuk memenuhi persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas, Jurusan Teknik Mesin di Politeknik Negeri Bali.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini ditetapkan hal-hal utama yang perlu diselesaikan yaitu sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang alat peraga yang efektif tentang prinsip dan kinerja panel tenaga surya?
- b. Bagaimana cara memasang alat peraga panel tenaga surya?

1.3 Batasan Masalah

- a. Menggunakan solar *cell* dengan jenis *Monocrystalline Silicon*, tegangan pada daya maksimum 18.15V DC dan arus pada daya maksimum 8.8 A.
- b. Hanya mempertimbangkan *output* arus listrik searah atau *Direct Current* (DC)

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini menetapkan tujuan yang terbagi menjadi tujuan umum dan tujuan khusus. Berikut merupakan penjelasan yang lebih rinci terkait masing-masing tujuan:

1.4.1. Tujuan umum

- a. Sebagai persyaratan dalam memenuhi kriteria kelulusan Jurusan Teknik Mesin.
- b. Sebagai pengimplementasian teori yang sudah diperoleh sepanjang masa pendidikan sebagai seorang Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2. Tujuan khusus

- a. Mengetahui rancangan alat peraga praktek panel tenaga surya yang efektif tentang prinsip dan kinerja.
- b. Mengetahui cara memasang alat peraga panel tenaga surya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh melalui pelaksanaan penelitian ini terbagi menjadi beberapa hal, yakni mencakup manfaat untuk penulis, untuk institusi, serta untuk khalayak umum. Secara lebih jelas, masing-masing manfaat dijabarkan berikut:

1.5.1. Manfaat bagi penulis

- a. Meningkatkan wawasan dan keterampilan penulis dalam bidang sistem rancang bangun alat praktek pelaga surya.
- b. Mengembangkan kemampuan penulis dalam merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem PLTS.
- c. Menambah portofolio penulis sebagai bekal untuk berkarir di bidang PLTS

1.5.2. Manfaat bagi Politeknik Negeri Bali

Kegiatan ini menjadi bentuk implementasi nyata dari salah satu aspek tri dharma perguruan tinggi, yaitu pengabdian kepada masyarakat. Melalui kegiatan ini, kepercayaan dan keyakinan masyarakat terhadap kompetensi dan kinerja Politeknik Negeri Bali, khususnya dalam bidang industri, akan semakin meningkat. Selain itu, hubungan antara perguruan tinggi dengan masyarakat di sekitarnya akan semakin erat, memperkuat sinergi dan memberikan kontribusi positif bagi industri.

1.5.1. Manfaat bagi pihak umum

- a. Memberikan informasi yang bermanfaat bagi mahasiswa atau pembaca dan praktisi yang ingin mempelajari tentang sistem PLTS.
- b. Menjadi bahan referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya terkait dengan sistem PLTS.
- c. Mendorong pengembangan dan pemanfaatan tenaga surya sebagai pembangkit listrik.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Penelitian ini sudah berhasil merancang dan mengembangkan suatu alat peraga praktek yang memanfaatkan panel tenaga surya. Alat peraga ini dirancang untuk mengedukasi dan memperagakan konsep-konsep dasar dari teknologi panel tenaga surya, termasuk cara kerja, efisiensi, dan aplikasi praktisnya dalam menghasilkan energi listrik dari sinar matahari.
2. Penelitian ini telah berhasil dalam memasang struktur rangka panel tenaga surya melalui perencanaan, desain, perhitungan, dan pemilihan bahan.

5.2. Saran

1. Untuk meningkatkan fungsionalitas alat peraga, disarankan menggunakan rangkaian paralel dibandingkan rangkaian seri. Pada rangkaian seri, jika salah satu panel mengalami gangguan atau kotor, seluruh rangkaian dapat terpengaruh karena arus harus mengalir melalui setiap panel secara berurutan.
2. Untuk memastikan daya tahan alat peraga, disarankan menggunakan bahan-bahan yang lebih berkualitas. Pemilihan material yang tahan lama dan mampu bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan akan meningkatkan umur alat peraga yang dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdilah, A., Abrianto, H., & Darmawan Sidik, A. (2016). *Perancang Penerangan Rumah Tangga Menggunakan Panel Surya Untuk Alternatif Penerangan Disaat Pemadaman Listrik*. *19*(5), 1–23.
- Arifin, J., Zulita, L. N., & Hermawansyah, H. (2016). Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560. *Jurnal Media Infotama*, *12*(1), 89–98. <https://doi.org/10.37676/jmi.v12i1.276>
- Aryza, S., Irwanto, M., Khairunizam, W., Lubis, Z., Putri, M., Ramadhan, A., Hulu, F. N., Wibowo, P., Novalianda, S., & Rahim, R. (2018). An effect sensitivity harmonics of rotor induction motors based on fuzzy logic. *International Journal of Engineering and Technology(UAE)*, *7*(2.13 Special Issue 13), 418–420. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.13.16936>
- Dzulfikar, D., & Broto, W. (2016). *Optimalisasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Surya*. *V*, 73–76.
- Hidayat, S., Hamid, M., & Santosa, S. (2023). Sistem Monitoring lab Komputer Sekolah SMA Negeri 6 Tikep Berbasis Esp-32 Cam dan Telegram. *Jurnal Teknik Informatika (J-Tifa)*, *6*(1), 32–38. <https://doi.org/10.52046/j-tifa.v6i2.1863>
- Huda, N. (2018). Energi Baru Terbarukan Solar Cell Sederhana Untuk Sistem Penerangan Rumah Tangga. *Jurnal Cahaya Bagaskara*, *3*(1), 6–10.
- Lubis, Z., & Aryza, S. (2017a). *Analisa Perancangan Penggunaan Mikrokontroler ATmega 8 Sebagai Pengendali dan Sensor Gerak untuk Pendeteksi Gerak Berbasis SMS*.
- Lubis, Z., & Aryza, S. (2017b). Analisa Perancangan Penggunaan Mikrokontroler ATmega 8 Sebagai Pengendali dan Sensor Gerak untuk Pendeteksi Gerak Berbasis SMS. *Journal of Electrical Technology*, *2*(3). www.datasep.com.
- Lubna, L., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2021). Potensi Energi Surya Fotovoltaik Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Pelita : Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah*, *21*(1), 76–79. <https://doi.org/10.33592/pelita.v21i1.1269>
- 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>

- Nurjaman, H. B., & Purnama, T. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga. *Jurnal Edukasi Elektro*, 6(2), 136–142. <https://doi.org/10.21831/jee.v6i2.51617>
- 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>
- Rahayuningtyas, A., Kuala, S.I., dan Apriyanto, F. (2014). *Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Skala Rumah Sederhana Di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan.*
- Suryawinata, H., Purwanti, D., & Sunardiyo, S. (2017). Sistem Monitoring Pada Panel Surya Menggunakan Data Logger Berbasis Atmega 328 Dan Real Time Clock DS1307. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), 30–36.
- Syhabanna Anhar, A., Devi Sara, I., & Halid Siregar, R. (2017). Desain Prototype Sel Surya Terkonsentrasi Menggunakan Lensa Fresnel. *Jurnal Online Teknik Elektro*, 2(3), 1–7.