

SKRIPSI

**UJI KINERJA POMPA IRIGASI MENGGUNAKAN PANEL
SURYA JENIS MONOKRISTALIN**

***PERFORMANCE TEST OF IRRIGATION PUMPS USING
SOLAR PANEL TYPE OF MONOCRYSTALLINE***



**Hendra Saputra
05021381823082**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

SUMMARY

HENDRA SAPUTRA. Performance Test Of Irrigation Pumps Using Solar Panel Type Of Monocrystalline (Supervised by **ENDO ARGO KUNCORO**).

This study aims to determine the performance test results of the irrigation pump using monocrystalline solar panels. This research was carried out from February 2022 to April 2022 at the Machinery, Soil Engineering and Water Laboratory and the Agricultural Energy Biosystems Laboratory and Drafting, Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, University Srivijaya. The method used in this research is using descriptive method. The workings of this research are assembling a framework for irrigation pumps, assembling a solar panel system, and testing an irrigation pump using solar panels. From the research that has been done, it is found that the output power value of a monocrystalline solar panel with a capacity of 120 wp is 74.96 Watt with an average solar panel input power of 533.72 Watt for 1 hour 30 minutes. The battery/battery with a voltage of 12 volts and a current of 100 Ah is able to drive an irrigation pump by supplying electrical energy from monocrystalline solar panels for 2 hours 27 minutes. In DC electricity, the energy generated by the pump is 20.39 Wh with a power of 244.77 Watt, while in AC electricity, the energy produced by the pump is 17.19 Wh with a power of 206.32 at the pump in 5 minutes. The average volume of water on DC electricity in 5 minutes can produce 47.38 Liters with a current of 21.38 Ampere and on AC electricity the average volume of water that can be produced is 47.16 Liters with a current of 0.956 Ampere.

Key words : Solar Panel Monocrystalline, Battery, Irrigation Pump.

RINGKASAN

HENDRA SAPUTRA. Uji Kinerja Pompa Irigasi Menggunakan Panel Surya Jenis Monokristalin (Dibimbing oleh **ENDO ARGO KUNCORO**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil uji kinerja pompa irigasi menggunakan panel surya jenis monokristalin. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2022 sampai dengan bulan April 2022 di Laboratorium Mesin, Teknik Tanah dan Air serta Laboratorium Biosistem Energi Pertanian dan *Drafting*, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan Metode Deskriptif. Cara kerja pada penelitian ini perangkaian kerangka untuk pompa irigasi, perangkaian sistem panel surya, dan pengujian pompa irigasi menggunakan panel surya. Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil nilai daya keluaran yang dihasilkan panel surya monokristalin kapasitas 120 wp yaitu 74,96 Watt dengan daya masukan panel surya rata-rata 533,72 Watt selama 1 jam 30 menit. Aki/baterai dengan tegangan 12 volt dan arus 100 Ah mampu menggerakkan pompa irigasi dengan mensuplai energi listrik dari panel surya monokristalin selama 2 jam 27 menit. Pada listrik DC energi yang dihasilkan pompa 20,39 Wh dengan daya pada pompa sebesar 244,77 Watt sedangkan pada listrik AC energi yang dihasilkan pompa 17,19 Wh dengan daya pada pompa 206,32 dalam waktu 5 menit. Volume air rata-rata pada listrik DC dalam waktu 5 menit dapat menghasilkan 47,38 Liter dengan arus 21,38 Ampere dan pada listrik AC volume air rata-rata yang dapat dihasilkan 47,16 Liter dengan arus 0,956 Ampere.

Kata kunci : Panel Surya Monokristalin, Aki, Pompa Irigasi.

SKRIPSI

**UJI KINERJA POMPA IRIGASI MENGGUNAKAN PANEL
SURYA JENIS MONOKRISTALIN**

Diajukan Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya



**Hendra Saputra
05021381823082**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

UJI KINERJA POMPA IRIGASI MENGGUNAKAN PANEL SURYA JENIS MONOKRISTALIN

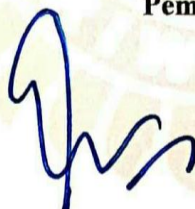
SKRIPSI

Sebagai salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

Hendra Saputra
05021381823082

Indralaya, Juli 2022
Pembimbing



Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP. 196107051989031006

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr
NIP. 196412291990011001

Skripsi dengan judul “Uji Kinerja Pompa Irigasi Menggunakan Panel Surya Jenis Monokristalin” oleh Hendra Saputra telah dipertahankan komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Juni 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

1. Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr. Pembimbing (.....)
NIP. 196107051989031006

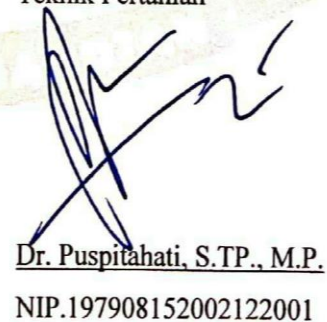
2. Dr. Ir. Edward Saleh, M.S. Penguji (.....)
NIP. 196208011988031002

Indralaya, Juli 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian


Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si.
NIP.197506102002121002


Dr. Puspitahati, S.TP., M.P.
NIP.197908152002122001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Hendra Saputra
NIM : 05021381823082
Judul : Uji Kinerja Pompa Irigasi Menggunakan Panel Surya Jenis Monokristalin

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Juli 2022



Hendra Saputra

RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan salah satu mahasiswa Universitas Sriwijaya angkatan tahun 2018 yang sedang menempuh pendidikan S1 nya di Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Program Studi Teknik Pertanian. Penulis sendiri terlahir pada tanggal 31 Desember 1998. Penulis merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Orang tua penulis bernama, Asnawi dan Neti. Penulis berasal dari sebuah desa kecil di daerah Ogan Ilir Kecamatan Tanjung Batu tepatnya di Desa Tanjung Pinang, Dusun II yang juga sekaligus tempat kelahiran penulis. Penulis menempuh pendidikan dasarnya di SDN 06 Tanjung Batu. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan di salah satu sekolah di SMPN 1 Tanjung Batu. Setelah tiga tahun menempuh pendidikan di sekolah menengah pertama, penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Indralaya Utara. Salah satu sekolah favorit di Kabupaten Ogan Ilir.

Selama berkuliah penulis pernah mengikuti organisasi Badan Otonom Komunitas Riset Mahasiswa (BO KURMA) yang merupakan organisasi di Fakultas Pertanian dan juga pernah menjadi Staff Panwaslu (Panitia Pengawas Pemilihan Umum) Keluarga Mahasiswa Fakultas Pertanian pada tahun 2018. Penulis telah melaksanakan Praktik Lapangan di Desa Arisan Jaya, Kecamatan Pemulutan Barat, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan pada bulan September dan telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Pengabuan Timur, Kecamatan Abab, Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI), Sumatera Selatan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Uji Kinerja Pompa Irigasi Menggunakan Panel Surya Jenis Monokristalin. Tidak lupa shalawat serta salam kita sampaikan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW. Teladan terbaik dari segala bidang.

Pada kesempatan kali ini penulis mau mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua penulis, ayah Asnawi dan ibu Neti atas segala kasih sayangnya, kepedulian, motivasi, pengajaran dan waktu yang selalu ada buat penulis serta ketiga adik penulis Tiara, Reyhan Aditia dan Nasha Ramadhani yang selalu menghibur dan memberi semangat untuk penulis.
2. Yth. Dekan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
3. Yth. Ketua Jurusan, Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
4. Yth. Ketua Program Studi, Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
5. Yth. Bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr selaku pembimbing skripsi penulis yang selalu memberikan bimbingan, nasehat, ilmu pengetahuan serta motivasi.
6. Yth. Bapak Dr. Ir. Edward Saleh, M.S selaku penguji skripsi penulis yang telah memberikan masukan, pertanyaan dan pengajaran untuk penulis dalam perbaikan laporan skripsi supaya menjadi lebih baik lagi.
7. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, M. S. A.Eng selaku pembimbing akademik penulis yang selalu memberikan pengajaran, pengarahan, ilmu pengetahuan serta motivasi.
8. Yth. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
9. Staff Admin Jurusan Teknologi Pertanian kak Jhon dan mba Desi yang telah membantu dan memberikan informasi kepada penulis seputar administrasi akademik perkuliahan.

10. Karyawan jurusan Teknologi Pertanian, kak Alam dan kak Irul yang telah membantu penulis dalam mempermudah proses penelitian.
11. Tim penelitian Yayan Pratama dan Deo Ayu Pertiwi yang sudah saling membantu, bekerja sama, bertukar informasi, dan nasehat selama penelitian dari awal sampai akhir. Semoga perjuangan kita semua akan mendapatkan manfaat dan kesuksesan kedepannya nanti.
12. Sahabat dan keluarga KKN di Desa Pengabuan Timur Bahar, Gilang Alhadi, Gilang Andrala, Arya, Prengki, Audi dan Nola yang sudah memberikan semangat, nasehat, ilmu pengetahuan dan pembelajaran untuk penulis.
13. Keluarga Praktek Lapangan di Desa Arisan Jaya kak Raka, Arif, Bahar, Kgs, Robiah, Fahri, Hendri, Heru, dan Ali yang sudah mau memberi masukan, saran dan ilmu pengetahuan untuk penulis.
14. Sahabat Yuyun, Bahar, Robiah, Estri yang telah mau menjadi tempat konsultasi, bercanda, keluh-kesah, belajar dalam pembuatan laporan skripsi.
15. Sahabat dan keluarga Unfaedah Sakinah, Kindi, Akram, Nazef, Ari, dan Dwisintia yang sudah mau menjadi tempat bercanda, konsultasi, berbagi, dan bertukar informasi seputan penyusunan skripsi.
16. Terkhusus untuk Ali Usman, Intan, Albert, Sakinah, dan Kak Raka yang telah menjadi tempat bertanya, bertukar informasi dan membantu penulis dalam memecahkan masalah yang tidak penulis ketahui sebelumnya dalam menyusun skripsi. Semoga kalian sukses selalu.
17. Teman-teman atau keluarga angkatan 2018 program studi Teknik Pertanian yang selalu bersama dalam dunia perkuliahsn selama kurang lebih 4 tahun di Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Juli 2022

Hendra Saputra

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Tujuan..... | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. Pompa Irigasi | 4 |
| 2.1.1 Pompa Sistem Putar | 4 |
| 2.1.2 Pompa Sistem Sentrifugal | 5 |
| 2.2. Debit Air | 5 |
| 2.3. Kinerja Pompa | 5 |
| 2.4. Energi Matahari | 5 |
| 2.5. Fotovoltaik..... | 6 |
| 2.6. Proses Konversi Energi | 7 |
| 2.7. Panel Surya | 8 |
| 2.7.1 Panel Surya Polikristalin | 9 |
| 2.7.2 Panel Surya Monokristalin | 9 |
| 2.8. Karakteristik Sel Surya..... | 9 |
| BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN..... | 12 |
| 3.1. Tempat dan Waktu | 12 |
| 3.2. Alat dan Bahan..... | 12 |
| 3.3. Metode Penelitian | 12 |
| 3.4. Prosedur Penelitian | 12 |
| 3.4.1 Perangkaian Kerangka Untuk Pompa Irigasi..... | 12 |
| 3.4.2 Perangkaian Sistem Panel Surya..... | 13 |
| 3.4.3 Pengujian Pompa Irigasi Menggunakan Panel Surya | 13 |
| 3.5. Parameter Pengamatan | 14 |

| | |
|--|----|
| 3.5.1 Perhitungan Daya Yang Keluar dari Panel Surya | 14 |
| 3.5.2 Perhitungan Daya Yang Masuk ke Panel Surya | 14 |
| 3.5.3 Perhitungan Besar Nilai <i>Fill Factor</i> (FF) | 14 |
| 3.5.4 Perhitungan Efisiensi Daya Panel Surya | 15 |
| 3.5.5 Perhitungan Kebutuhan Energi Listrik | 15 |
| 3.5.6 Perhitungan Volume Air Pompa | 15 |
| 3.5.7 Perhitungan Daya | 16 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 17 |
| 4.1. Perhitungan Daya Keluar dari Panel Surya | 17 |
| 4.2. Perhitungan Daya Masuk ke Panel Surya | 18 |
| 4.3. Perhitungan Besar Nilai <i>Fill Factor</i> (FF) | 19 |
| 4.4. Perhitungan Efisiensi Daya Panel Surya | 20 |
| 4.5. Perhitungan Kebutuhan Energi Listrik | 21 |
| 4.6. Perhitungan Volume Air Pompa | 22 |
| 4.7. Perhitungan Pengisian Aki dari Panel Surya dan Suplai Energi Aki... | 23 |
| BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN | 25 |
| 5.1. Kesimpulan | 25 |
| 5.2. Saran | 25 |
| DAFTAR PUSTAKA | 26 |
| LAMPIRAN | 29 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 Struktur Utama Silikon Generik Sel Fotovoltaik | 7 |
| Gambar 2.2 Struktur Tipe Semikonduktor | 7 |
| Gambar 2.3 Ilustrasi Modul Surya..... | 9 |
| Gambar 2.4 Karakteristik Arus Tegangan Pada Kurva I-V | 10 |
| Gambar 4.1 Grafik Daya Keluaran | 17 |
| Gambar 4.2 Grafik Daya Masukan | 18 |
| Gambar 4.3 Grafik <i>Fill Factor</i> | 19 |
| Gambar 4.4 Grafik Efisiensi Panel Surya | 20 |
| Gambar 4.5 Grafik Kebutuhan Energi Listrik | 21 |
| Gambar 4.6 Grafik Volume Air..... | 22 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian..... | 30 |
| Lampiran 2. Proses Kerja Alat | 31 |
| Lampiran 3. Data Panel Surya Monokristalin | 32 |
| Lampiran 4. Perhitungan Daya Keluaran (Pout) | 34 |
| Lampiran 5. Perhitungan Daya Masukan (Pin) | 35 |
| Lampiran 6. Perhitungan Efisiensi | 36 |
| Lampiran 7. Perhitungan Kebutuhan Energi Listrik..... | 38 |
| Lampiran 8. Perhitungan Volume Air | 40 |
| Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian..... | 42 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penelitian ini menggunakan panel surya monokristalin untuk mengevaluasi efisiensi pompa irigasi. Kebutuhan air irigasi merupakan kebutuhan pokok bagi petani. Petani membutuhkan sejumlah air untuk memenuhi kebutuhan penguapan mereka. Penguapan ini diperlukan untuk menggantikan air yang hilang karena penguapan di permukaan lahan pertanian dan dari air permukaan yang digunakan oleh tanaman pertanian, sehingga kebutuhan air menjadi komponen penting pertanian. Pemanfaatan pompa air irigasi merupakan salah satu cara untuk mengatasi masalah kebutuhan air yang tinggi (Sinaga *et al.*, 2021).

Pompa adalah komponen dari sistem yang paling dikenal oleh petani, karena mereka hampir selalu menggunakan pompa yang serupa. Pompa adalah alat mekanis yang digunakan untuk mengangkat cairan dari satu lokasi atau tekanan ke lokasi lain. Hoetama *et al.*, (2019) menyatakan bahwa hingga saat ini untuk mengairi suatu lokasi tertentu, kemungkinan curah hujan dievaluasi untuk memenuhi kebutuhan air tanaman tertentu. Namun, usaha yang hanya mengandalkan curah hujan untuk budidaya belum cukup siap menghadapi dampak perubahan iklim global. Pada musim kemarau, kebutuhan air irigasi di lahan pertanian sering meningkat, terutama di sawah. Oleh karena itu, petani harus menggunakan pompa diesel untuk menyediakan air irigasi. Menurut Hoetama *et al.*, (2019) pompa air bertenaga bahan bakar sangat mahal, boros, dan tidak efisien. Oleh karena itu, diperlukan pilihan alternatif berupa pompa air bertenaga energi terbarukan yang dapat meningkatkan hasil pertanian petani. Ketersediaan energi merupakan elemen penting untuk dipertimbangkan, karena sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia. Sampai saat ini, minyak bumi telah menjadi sumber energi yang dominan; itu adalah sumber daya yang tidak terbarukan. Sangat penting untuk menemukan sumber energi alternatif tambahan yang dapat menjamin ketersediaan energi yang berkelanjutan untuk kelangsungan hidup manusia. Energi matahari yang dapat digunakan sebagai sumber energi penggerak pompa merupakan salah satu energi alternatif yang sangat potensial untuk menjadi

sumber energi alternatif (Lubna *et al.*, 2021). Teknologi irigasi surya menghasilkan listrik yang digunakan untuk menggerakkan pompa air (Wijayanto dan Widiastuti, 2016).

Dengan rata-rata radiasi (insolasi) harian sebesar 4,5 kWh/m²/hari, Indonesia memiliki potensi energi matahari yang besar, menurut Aryza *et al.*, (2017). Potensi ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang murah dan sepanjang tahun. Tenaga surya adalah sumber energi baru dan terbarukan. Dalam tenaga surya, sinar matahari diubah menjadi listrik melalui sel fotovoltaik. Potensi tenaga surya 207,8 GWp tersedia di Indonesia, negara dengan waktu sinar matahari yang panjang (Dinegoro *et al.*, 2021). Pompa irigasi dapat ditenagai oleh panel surya yang memanfaatkan sinar matahari (Salim dan Rajabiah, 2019). Penelitian Dzulfikar dan Broto (2016) serupa dengan penelitian Subandi dan Hani (2015). Selain itu, beberapa penelitian telah dilakukan untuk menentukan praktik terbaik untuk menggunakan energi matahari di rumah untuk menghasilkan listrik. Panel surya datang dalam berbagai bentuk dan ukuran, tetapi yang terbaik terbuat dari silikon.

Panel *monocrystal* adalah panel paling efektif yang dapat diproduksi dengan teknologi terkini; itu juga memberikan daya listrik paling banyak per unit area. Efisiensi monokristal dapat mencapai hingga 15 persen, menjadikannya ideal untuk digunakan dalam aplikasi yang menuntut konsumsi listrik dalam jumlah besar di daerah dengan kondisi iklim yang sangat parah dan keadaan alam yang sangat parah. Salah satu kekurangan panel surya jenis ini adalah tidak bekerja dengan baik di tempat yang kurang sinar matahari (teduh), dan efisiensinya turun secara signifikan ketika ada awan di langit (Purwoto *et al.*, 2018). Dalam kondisi tanpa awan, monokristalin menampilkan kinerja yang unggul. Silikon adalah komponen utama sel surya yang terkandung dalam panel surya monokristalin. Menggunakan teknik pemotongan khusus, bahan silikon ini diiris sangat tipis. Ketika teknik ini diterapkan, potongan individu sel surya yang dihasilkan akan sama satu sama lain dan juga akan memiliki tingkat kinerja yang tinggi. Variasi panel surya ini menggunakan sel surya yang sangat efisien yang terbuat dari kristal tunggal. Warna sel hitam gelap dan model yang terpotong di setiap sudut

merupakan ciri fisik yang membedakan panel surya jenis ini dengan panel surya lainnya (Salim dan Rajabiah, 2019).

Panel surya polikristal, di sisi lain memiliki kristal yang disusun dalam pola acak. Untuk menghasilkan jumlah daya listrik yang sama dengan jenis monokristal, jenis polikristal membutuhkan luas permukaan yang lebih besar dari pada jenis monokristal, tetapi mampu menghasilkan energi bahkan pada hari mendung (Rif'an *et al.*, 2012). Bentuk panel surya ini menggunakan kristal silikon yang tidak sempurna yang ditemukan pada sel surya monokristalin. Oleh karena itu, sel surya yang dihasilkan tidak sepenuhnya dapat dipertukarkan satu sama lain (Salim dan Rajabiah, 2019). Mengetahui cara menggunakan setiap jenis panel surya yang berbeda secara efektif diperlukan untuk mendapatkan manfaat terbaik dari menggunakannya. Karena permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang efektivitas uji unjuk kerja panel surya monokristalin pada pompa irigasi.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil uji kinerja pompa irigasi menggunakan panel surya jenis monokristalin.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryza, S., Hermansyah., Siahaan, A. P. U., Suherman., dan Lubis, Z. 2017. Implementasi Energi Surya Sebagai Sumber Suplai Alat Pengering Pupuk Petani Portabel. *Journal Research and Development*, 2(1), 12-18.
- Aulia, Riza Fahmi. 2019. Analisa Debit Aliran Air Pada Pompa Air Bensin. *Skripsi*. Tegal : Poloteknik Harapan Bersama.
- Dinata, I., dan Sunanda, W. 2015. Implementasi Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Web Database. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 4(1), 83-88.
- Dinegoro, F., Rusnam., dan Ekaputra, E. G. 2021. Rancang Bangun Hidroponik dengan Bantuan Pompa Bertenaga Surya. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(3), 367-379.
- Effendi, J. S., Rohmah, Y. S., dan Maydhona, E. 2015. Perancangan dan Implementasi Catu Daya PC Dengan Sistem Penyimpanan Daya Pada Baterai. *E-Proceeding of Applied Science*, 1(2), 1283-1298.
- Hidayat, T. N., Subodro, R., dan Sutrisno. 2021. Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 10 Wp, 20 Wp, dan 30 Wp. *Jurnal Crankshaft*, 4(2), 9-18.
- Hoetama, I., Yasar, M., dan Bulan, R. 2019. Uji Kinerja Pompa Air Tenaga Surya Untuk Irigasi. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 3(4), 85-94.
- Honora, Poppy. 2018. Pemanfaatan Tenaga Surya Sebagai Penggerak Pompa Air DC Pada Tanaman Hidroponik. *Skripsi*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Joubert, M. D., Ridwan, D., dan Pratiwi, R. M. 2016. Kinerja Jaringan Irigasi Air Tanah Pada Irigasi Hemat Air Berbasis Pompa Air Tenaga Surya. *Jurnal Irigasi*, 11(2), 125-132.
- Kasim, I., dan Pangestu, R. M. 2017. Rancang Bangun Reflektor Surya Untuk Meningkatkan Efisiensi Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya 60 Watt. *Prosiding Seminar Nasional PIMIMD-4*, 194-200.
- Lubna., Sudarti., dan Yushardi. 2021. Potensi Energi Surya Fotovoltaik Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah*, 21(1), 76-79.
- Napitupulu, Richard, A. M. 2017. Pengaruh Material Monokristal dan Polikristal

- Terhadap Karakteristik Panel Surya 20 WP. *Jurnal Poliprofesi*, 12(1), 61-67.
- Pagan, S. E. P., Sara, I. D., dan Hasan, H. 2018. Komparasi Kinerja Panel Surya Jenis Monokristal dan Polykristal Studi Kasus Cuaca Banda Aceh. *Jurnal Online Teknik Elektro*, 3(4), 19-23.
- Prasetya, Dodi. 2019. Perbandingan Kinerja Pompa Air DC Yang di Supply Dari Panel Surya Dengan Reflektor dan Tanpa Reflektor. *Skripsi*. Medan : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Purwoto, B. H., Jatmiko., Fadilah, M. A., dan Huda, I. F. 2018. Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14.
- Rif'an, M., Pramono, S. H., Shidiq, M., Yuwono, R., Suyono, H., dan Suhartati, F. 2012. Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya. *Jurnal EECCIS*, 6(1), 44-48.
- Roal, Mario. 2015. Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai Dengan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS. *Jurnal Elkha*, 7(2), 12-19.
- Salim, R., dan Rajabiah, N. 2019. Analisis Kemampuan Panel Surya Monokristalin 150 Watt Pada Arus dan Pengisian yang Dihasilkan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah*, 3(1), 29-35.
- Saputra, Fitriadi. 2015. Kinerja Pompa Air DC Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya. *Skripsi*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah.
- Setyaningrum, Yuli. 2017. Pengukuran Efisiensi Panel Surya Tipe Monokristalin dan Karakterisasi Struktur Material Penyusunnya. *Skripsi*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Siahaan, A., Mujahidin, M., dan Nusyirwan, D. 2011. Implementasi Panel Surya Yang Diterapkan Pada Daerah Terpencil di Rumah Tinggal Di Desa Sibunton, Kecamatan Habinsaran. *Jurnal Renewable Energy*, 1-13.
- Surindra, M. Denny. 2020. Eksperimental Studi Aplikasi Panel Surya Monocrystalline 50 Wp Sebagai Sumber Tenaga Aerator Dengan Aliran Kombinasi Horizontal dan Vertikal. *Jurnal Teknik Energi*, Vol 16, 99-108.
- Susanti, A. P., dan Aisjah, A. S. 2013. Perancangan Sistem Prediktor Daya Pada Panel *Photovoltaic* di *Buoy Weather Station*. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(2), 451-455.
- Suwarti., Wahyono., dan Prasetyo, B. 2018. Analisis Pengaruh Intensitas

- Matahari, Suhu Permukaan dan Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya. *Jurnal Teknik Energi*, 14(3), 78-85.
- Sinaga, H. H., Permata, D., Soedjarwanto, N., dan Purwasih, N. 2021. Pompa Air Tenaga Surya Untuk Irigasi Persawahan Bagi Masyarakat Desa Karang Rejo, Pesawaran, Lampung. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 22-26.
- Utari, E. L., Mustiadi, I., dan Yudianingsih. 2018. Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Pengganti Listrik Untuk Memenuhi Kebutuhan Penerangan Jalan di Dusun Nglinggo Kelurahan Pagerharjo Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Pengabdian Dharma Bakti*, 1(2), 90-99.
- Usman, Mukhamad Khumaidi. 2020. Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya. *Jurnal Polektro*, 9(2), 52-58.
- Utomo, H. S., Hardianto, T., dan Kaloko, B. S. 2017. Optimalisasi Daya dan Energi Listrik Pada Panel Surya Polikrsital Dengan Teknologi *Scanninng Reflektor*. *Berkala Saintek*, 5(1), 45-49.
- Wahid, A., Junaidi., dan Arsyad, I. 2014. Analisa Kapasitas dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1), 1-10.
- Wijayanto, D. S., dan Widiastuti, I. 2016. Pompa Air Bertenaga Hibrid Untuk Irigasi Tanaman Buah Naga. *Journal Of Mechanical Engineering Education*, 1(2), 169-178.