`

SKRIPSI

UJI KINERJA PANEL SURYA MONOKRISTALIN 120WP YANG DISUSUN SECARA PARALEL SEBAGAI SUMBER PENGGERAK POMPA AIR DENGAN MENGGUNAKAN *LOW FREQUENCY* DC *INVERTER*

PERFORMANCE TEST OF MONOCRYSTALLINE SOLAR PANEL 120WP ARRANGED IN PARALLEL AS A SOURCE OF WATER PUMP USING LOW FREQUENCY DC INVERTER

Deo Ayu Pertiwi
05021281823050

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

`

SUMMARY

DEO AYU PERTIWI. Performance Test of 120wp Monocrystalline Solar Panel Arranged in parallel as a source of driving water pumps using a Low Frequency DC Inverter (Supervised by **ENDO ARGO KUNCORO**).

This study aims to determine the performance test results of monocrystalline solar panels arranged in parallel as a driving source for water pumps using a Low Frequency DC Inverter. This research was conducted from February 2022 to April 2022 at the Department of Agricultural Technology and the Machinery and Agricultural Drafting Laboratory, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. The method used in this research is using descriptive method. The workings of this research are assembling the framework for irrigation pumps, assembling solar panel systems, and testing irrigation pumps using solar panels. From the research that has been done, the output power value produced by a monocrystalline solar panel with a capacity of 120 wp is 129.65 W with an average solar panel input power of 550.24 W for 1 hour 30 minutes. A battery with a voltage of 12 volts and a current of 100 Ah is capable of driving irrigation pumps by supplying electricity from monocrystalline solar panels for 2 hours 27 minutes. On DC electricity, the energy generated by the pump is 20.39 Wh with a power of 244.77 W while on AC electricity the energy produced by the pump is 17.19 Wh with a power of 206.32 pumps in 5 minutes. The average volume of water on DC electricity within 5 minutes can produce 47.38 L with a current of 21.38 A and on AC electricity the average volume of water that can be produced is 47.16 Liters with a current of 0.956 A.

Keywords : Monocrystalline Solar Panels, Batteries, Irrigation Pumps.

RINGKASAN

DEO AYU PERTIWI. Uji Kinerja Panel Surya Monokristalin 120wp yang Disusun secara paralel sebagai sumber penggerak pompa air dengan menggunakan *Low Frequency* DC *Inverter* (Dibimbing oleh **ENDO ARGO KUNCORO**).
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil uji kinerja panel surya monokristalin yang disusun secara parallel sebagai sumber penggerak pompa air menggunakan *Low Frequency* DC *Inverter*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2022 sampai dengan bulan April 2022 di Jurusan Teknologi Pertanian dan Laboratorium Mesin dan Pertanian Drafting, 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 129,65 W dengan daya masukan panel surya rata-rata 550,24 W selama 1 jam 30 menit. 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 W 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 L dengan arus 21,38 A dan pada listrik AC volume air rata-rata yang dapat dihasilkan 47,16 L dengan arus 0,956 A.

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

LEMBAR PENGESAHAN

UJI KINERJA PANEL SURYA MONOKRISTALIN 120WP YANG DISUSUN SECARA PARALEL SEBAGAI SUMBER PENGGERAK POMPA AIR DENGAN MENGGUNAKAN *LOW FREQUENCY* DC *INVERTER*

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh :
Deo Ayu Pertiwi
05021281823050

Indralaya, Juli 2023

Pembimbing

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

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian

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

Tanggal Pengesahan Proposal 30 Mei 2023

Skripsi dengan judul "Uji Kinerja Panel Surya Monokristalin 120wp yang Disusun Secara Paralel Sebagai Sumber Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan *Low Frequency* DC *Inverter*" oleh Deo Ayu Pertiwi telah dipertahankan komisi penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Juli 2023 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. Tri Tunggal, M.Agr. Penguji (.....)
   NIP. 196210291988031003

Indralaya, Juli 2023

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian

27 JUL 2023

Prof. Dr. Budi Santoso. S.TP., M.Si.
NIP. 197506102002122002

Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian

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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Deo Ayu Pertiwi

Nim : 05021281823050

Judul : Uji Kinerja Panel Surya Monokristalin 120wp yang Disusun Secara Paralel Sebagai Sumber Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan *Low Frequency* DC *Inverter*.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah supervisi pembimbing kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiat 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 2023

[Deo Ayu Pertiwi]

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Palembang pada tanggal 16 Februari 2001. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Orang tua penulis bernama Iryansyah dan Srimala.

Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 2012 di SD Islam Fatimah Palembang. Sekolah menengah pertama diselesaikan pada tahun 2015 di SMP Negeri 54 Palembang dan Sekolah Menengah Atas diselesaikan pada tahun 2018 di SMA Negeri 22 Palembang. Sejak tahun 2018, penulis tercatat sebagai Mahasiswi di Universitas Sriwijaya Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian dengan Program Studi Teknik Pertanian melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATETA) di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Saat ini penulis merupakan anggota aktif Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATETA) Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya dan anggota aktif Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian Indonesia (IMATETANI).

Penulis melaksanakan Praktik Lapangan di Hidroponik Permata, Indralaya, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan pada bulan Oktober 2022 dan telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Tempirai Utara, Kabupaten Penukal Abab Lematang Ilir (PALI), Sumatera Selatan.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Uji Kinerja Panel Surya Monokristalin 120wp yang Disusun Secara Paralel Sebagai Sumber Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Low Frequency DC Inverter".

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana sesuai dengan kurikulum yang ditetapkan oleh Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan sehingga skripsi ini mampu terselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Mama yang telah memberikan kasih sayang dan doa hebat yang tiada henti sehingga penulis bisa menyelesaikan kuliah ini.
2. Alm. Papa yang telah memberikan cinta dan kasih, moral dan materil selama masa hidupnya, dan yang tidak sempat melihat putrinya meraih gelar sarjana.
3. Yth Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
4. Yth Prof. Dr. Budi Santoso, S.TP, M.Si selaku ketua Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
5. Yth Ibu Dr. Puspitahati, S.TP.,M.P. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
6. Yth Bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M. Agr selaku pembimbing akademik dan pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan motivasi serta nasehat agar penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Yth Bapak. Dr. Ir. Tri Tunggal, M. Agr selaku dosen penguji dalam penelitian ini, terimakasih banyak atas saran yang diberikan bapak.
8. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu serta bimbingan kepada penulis.

9. Kakak Perempuanku Dian Permata Sari. Terimakasih telah memberikan doa, motivasi, dukungan dalam hal apapun, dan menyanggupi membantu segala hal untuk adikmu satu-satunya ini.
10. Ecus dan bibil anabul kesayanganku.
11. Kekasih yang paling saya cintai, Muhammad Affis. Yang selalu memberikan cinta, sayang, waktu, nasihat, semangat dan support sistem terbaik dalam menyelesaikan skripsi ini sampai akhirnya penulis mendapatkan gelar sarjana. Terima kasih telah kembali dan semoga kita selalu bersama sampai akhir.
12. Elvinda Melliantari, Nenni Triana, dan Farah Andriani.
13. Intan, Inggi, Bul, Kimeg, Wahyu, Oka, Yong, Mong, Boem, Ucin, Jerem, Edo, dan anggota JOSU lainnya yang saling mendukung dan menyayangi satu sama lain.
14. Teman-teman Teknik Pertanian dan Teknologi Hasil Pertanian Angkatan 2018.
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga sehat selalu dan semangat untuk kalian dalam menggapai cita-cita.
16. And last but not least, terima kasih kepada diri penulis untuk segala kerja keras dan kepercayaan diri sehingga akhirnya skripsi ini bisa selesai. Kamu keren dan hebat, dio.

Indralaya, Juli 2023

Deo Ayu Pertiwi

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. Energi Matahari 4
2.2. Fotovoltaik 5
2.3. Proses Konversi Energi 6
2.4. Panel Surya 6
2.4.1. Monokristal (*Monocrystalline*) 7
2.4.2. Polykristal (*Polycrystalline*)..... 8
2.5. Baterai 8
2.6. Pompa Irigasi 9
2.6.1. Jenis-jenis Pompa dan Prinsip Kerjanya 10
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN..... 12
3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan 12
3.2. Alat dan Bahan 12
3.3. Metode Penelitian 12
3.4. Proses Kerja Alat..... 12
3.5. Parameter Pengamatan 13
3.5.1. Perhitungan Daya yang Keluar dari Panel Surya..... 13
3.5.2. Perhitungan Efisiensi Daya Panel Surya..... 13
3.5.3. Perhitungan Kebutuhan Energi Listrik……... 13
3.5.4. Perhitungan Debit Air Pompa 14
3.5.5. Perhitungan Volume Air Pompa 14

Halaman

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN..... 15
4.1. Perhitungan Daya Keluar dari Panel Surya..... 15
4.2. Perhitungan Daya Masuk ke Panel Surya 16
4.3. Perhitungan Besar Nilai Fill Factor (FF) 17
4.4. Perhitungan Efisiensi Daya Panel 18
4.5. Perhitungan Kebutuhan Energi Listrik..... 19
4.6. Perhitungan Volume Air Pompa 20
4.7. Perhitungan Pengisian Aki dari Panel Surya dan Suplai Energi Aki.. 21
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN..... 23
5.1. Kesimpulan 23
5.2. Saran..... 23
DAFTAR PUSTAKA 24
LAMPIRAN..... 27

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.4.1. Panel Surya Jenis Monokristal 7

Gambar 2.4.2. Panel Surya Jenis Polikristal 8

Gambar 2.5. Baterai 8

Gambar 4.1. Grafik Daya Keluar 15

Gambar 4.2. Grafik Daya Masukan 16

Gambar 4.3. Grafik *Fill Factor*..... 17

Gambar 4.4. Grafik Efisiensi Daya Panel Surya..... 18

Gambar 4.5. Grafik Kebutuhan Energi Listrik……. 19

Gambar 4.6. Grafik Volume Air Pompa……... 20

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian	27
Lampiran 2. Skema Panelitian…	28
Lampiran 2. Proses Kerja Alat	29
Lampiran 3. Data Panel Surya Monokristalin	30
Lampiran 4. Perhitungan Daya Keluaran (Pout)	32
Lampiran 5. Perhitungan Daya Masukan (Pin)	33
Lampiran 6. Perhitungan Efisiensi	35
Lampiran 7. Perhitungan Kebutuhan Energi Listrik	37
Lampiran 8. Perhitungan Volume Air	40
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian	42

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu energi terbarukan yang tersedia di alam dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik adalah angin. Angin merupakan salah satu bentuk energi yang melimpah di bumi dan tidak ada habisnya sehingga pemanfaatan sistem konversi energi angin akan berdampak positif terhadap lingkungan. Energi angin dapat memberikan kontribusi signifikan bagi pengurangan emisi karena tidak dihasilkan emisi CO2 selama produksi energi listrik oleh turbin angin. Pembangkit listrik tenaga angin yang berkembang saat ini masih memiliki daya yang relatif kecil, hal tersebut dikarenakan turbin yang ada masih memiliki efisiensi yang kecil. Terdapat beberapa sumber energi alam yang tersedia sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan dengan persediaan yang tidak terbatas. Salah satunya energi alternatif yang hampir mencakup kriteria aman bagi lingkungan adalah energi matahari (Suwarti, 2018).

Energi matahari/surya merupakan salah satu energi alternatif. Ada banyak cara untuk memanfaatkan energi dari matahari Istilah "tenaga surya" mempunyai arti mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas atau energi listrik untuk kegunaan kita. Dua tipe dasar tenaga matahari adalah "sinar matahari" dan "*photovoltaic*" (*photo*-cahaya, *voltaic*=tegangan). Photovoltaic tenaga matahari melibatkan pembangkit listrik dari cahaya. Rahasia dari proses ini adalah penggunaan bahan semi konduktor yang dapat disesuaikan untuk melepas elektron, pertikel bermuatan negatif yang membentuk dasar listrik. Untuk memanfaatkan potensi energi surya tersebut, ada 2 (dua) macam teknologi yang sudah diterapkan, yaitu: Teknologi energi surya fotovoltaik dan Teknologi energi surya termal. Pemanfaatan energi matahari/surya sebagai energi listrik sebagai pembangkit listrik dengan sumber energi matahari. Listrik yang dihasilkan digunakan sebagai penggerak pompa air. Prinsip kerja pembangkit listrik tenaga surya adalah dari cahaya matahari yang mengandung energi dalam bentuk foton. Ketika foton ini mengenai permukaan sel surya, elektron-elektronnya akan tereksitasi dan

menimbulkan tegangan listrik. Arus listrik yang dihasilkan dari sel surya adalah arus searah (DC) sebagai pengisi baterai, yang selanjutnya arus searah (DC) tersebut diubah menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan inverter (Abdul, 2020).

Penelitian ini tentang uji kinerja panel surya yang disusun secara paralel sebagai sumber penggerak pompa air menggunakan panel surya jenis monokristalin. Panel surya monokristalin ialah panel surya yang paling efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim panas. Panel surya monokristalin memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya mataharinya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan dan sel surya jenis ini jika disusun membentuk solar modul (panel surya) akan menyisakan banyak ruangan yang kosong karena sel surya seperti ini umumnya berbentuk segi enam atau bulat, tergantung dari bentuk batangan kristal silikonnya (Bambang, 2018).

Beberapa peneliti Indonesia juga melakukan eksperimen mengenai pengaruh temperatur pada permukaan panel surya diantaranya; Khwee (2013) melakukan pengamatan pada panel surya tipe monokristal berkapasitas 1 kWp yang berada di Pontianak. Hasilnya menunjukkan pengaruh temperatur terhadap daya listrik rata-rata yang diproduksi oleh panel surya 1 kW dari bulan Januari-Desember terjadi penurunan produksi listrik oleh panel surya senilai –0,7113W/°C. Semakin tinggi temperatur lingkungan sekitar panel surya, daya listrik yang dihasilkan semakin berkurang. Rizali dan Irwandy (2015) melakukan pengujian sel surya secara lab dan lingkungan nyata. Hasil yang didapat menunjukkan pada kondisi rentang temperatur <56 derajat Celcius, daya keluaran meningkat seiring dengan kenaikan temperatur permukaan sel surya. Sedangkan dalam kondisi nyata terdapat fluktuasi daya keluaran sel surya dikarenakan faktor lingkungan. Daya keluaran eksperimen dengan lampu H4 adalah maksimal 35% dari daya keluaran dengan sinar matahari langsung (Asrori, 2019).

Inverter adalah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC (*Direct Current*) menjadi tegangan AC (*Alternating Curent*). Output

suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*) dan sinus modifikasi (*sine wave modified*). Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan battery, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Sumber DC yang dibutuhkan inverter dapat berasal dari baterai atau dari sumber tegangan AC yang disearahkan. Untuk mendapatkan keluaran yang dikehendaki maka digunakan rangkaian kontrol. Rangkaian kontrol tersebut antara lain berfungsi untuk mengatur frekuensi dan amplitudo gelombang keluaran. Agar gelombang keluarannya dapat kembali mendekati gelombang sinus, maka digunakan filter. Filter yang digunakan biasanya merupakan filter jenis bandpass filter yang akan menangkal frekuensi rendah dan frekuensi tinggi yang tidak diharapkan pada keluarannya. Keluaran dari inverter mode saklar ini masih berupa pulsa-pulsa berfrekuensi tinggi. Sedangkan rangkaian kontrol berfungsi untuk mengendalikan proses penyaklaran (*switching*) yang terjadi pada inverter mode saklar (Herisajani, 2018).

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil uji kinerja panel surya monokristalin yang disusun secara paralel sebagai sumber penggerak pompa air menggunakan *Low Frequency* DC *Inverter*.

DAFTAR PUSTAKA

Arota, A. S., Kolibu, H. S. dan Lumi, B. M., 2013. Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hibrida (Energi Angin dan Matahari) Menggunakan H*ybrid Optimization Model For Electric Renewables* (HOMER). *Jurnal Mipa Unsrat.* 2(2) : 145-150.

Asrori,. M., I. dan Suryanta,. 2019. Pengujian Rasio Kinerja Instalasi Panel Surya Tipe Silikon–Kristal pada Kondisi Cuaca Kota Malang. *Jurnal Energi dan Teknologi Manufaktur*, 2 (2) : 11-18.

Aulia, R. F., 2019. Analisa Debit pada Pompa Air Mesin Bensin. Skripsi. Tegal : Politeknik Harapan Bersama Tegal.

Hakim, M. F., 2017. Perancangan *Rooftop Off Grid* Solar Panel Pada Rumah Tinggal Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik. *Jurnal Dinamika DotCom.* 8(1).

Harahap, N., 2020. Efekktivitas Pompa Air Direct Current (DC) Energi Surya. *Skripsi*. Fakultas Teknik. Universitas Pancasakti Tegal.

Hari, P. B,. Alimul, F. M. dan Fahmi, H. I,. 2018. Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Teknik Elektro*, 18(1).

Haris, S. A,. Mardwianta, B. dan Wibowo, T., 2020. Peningkatan Pengetahuan Pemanfaatan Energi Matahari Untuk Mendukung Ketahanan Energi Pada Kelompok Pemuda Di Sendangtirto Berbah Sleman. *KACANEGARA Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*.

Herisajani., Nasrul., Dan Putra, Y., 2014. Merancang Panel Kontrol Untuk Pompa Air Dan Motor Penggerak Solar Cell. *Elektron Jurnal Ilmiah*, 6 (1).

Hidayat, S., 2015. Pengisi Baterai Portable dengan Menggunakan Sel Surya. *Jurnal Energi dan Kelistrikan.* 7(2).

Honora, P., 2018. Pemanfaatan Tenaga Surya Sebagai Penggerak Pompa Air DC Pada Tanaman Hidroponik. Skripsi. Medan : Universitas Sumatera Utara.

Iqtimal, Z., Ira, D. S. dan Syahrial., 2018. Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air. *Jurnal Online Teknik Elektro*. Universitas Syiah Kuala.

Irwansyah, M. dan Istardi, D., 2013. Pompa Air Aquarium Menggunakan Solar Panel. *Jurnal Integrasi.* 5(1) : 85-90.

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.

Khwee. 2013. Pengaruh Temperatur Terhadap Kapasitas Daya Panel Surya (Studi Kasus: Pontianak). *Jurnal ELKHA*, 5(2).

Lubis, S., Siregar, I. dan Siregar, M. A., 2020. Karakteristik Unjuk Kerja 2 Pompa Sentrifugal dengan Susunan Seri Sebagai Turbin Pat. Jurnal Rekayasa Material, Manu Faktor dan Energi. Unversitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Parastiwi, A. dan Aulia, T., 2018. Untuk Kerja Pengaturan Debit Air Berdasarkan Volume Air Dalam Tangki Dengan Kontrol PID Berbasis Raspberry Pi. Teknik Elektro Malang Indonesia.

Prasetyo , K. A., Yuniarti, N. dan Prianto, E., 2018. Pengembangan Alat C*ontrol Charging* Panel Surya Menggunakan *Aduino Nano* untuk Sepeda Listrik Niaga. *Jurnal Edukasi Elektro.* 2(1).

Purwoto , B. H., Jatmiko, F, M. A., dan Huda, I. F., 2019. Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Teknik Elektro.* 18(1).

Rizali, M., dan Irwandy., 2015. Pengaruh Temperatur Permukaan Sel Surya Terhadap Daya pada Kondisi Eksperimental dan Nyata. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV), Banjarmasin.

Rusman., dan Yadie, E., 2018. *Analisis Intensitas Tenaga Surya Terhadap Kinerja Pompa Sentrifugal di KM. Binaiya PT. Pelni Indonesia.* Banjarmasin, Seminar Nasional Riset Terapan.

Samsurizal, M., dan Christiono., 2018. Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Arus Keluaran Pada *Photovoltaic* dengan Menggunakan *Regretion Quadratic Method*. *Jurnal Energi dan Kelistrikan.* 10(2).

Simalango, C. J. C. 2021. Desain Prototipe Single Axis Solar Tracker untuk Meningkatkan Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaic 100 WP.

Siregar, C. A., dan Siregar, A. M., 2019. Studi Eksperimental Pengaruh Kemiringan Sudut Terhadap Alat Destilasi Air Laut Memanfaatkan Energi Matahari. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi.* 2(2) : 165-170.

Suwarti,. W,. dan Prasetiyo, B,. 2018. Analisis Pengaruh Intensitas Matahari , Suhu Permukaan dan Sudut Pengaruh Terhadap Kinerja Panel Surya. *Jurnal Teknik Energ*i, 14(3), 78-85.

Yandi, W. S., dan Ali, B. P., 2017. Tracker Tiga Posisi Panel Surya Untuk Meningkatkan Konversi Energi Dengan Catu Daya Rendah. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*. Universitas Andalas.

Widodo, D. A., dan Suryono dan A, T., 2010. Pemberdayaan Energi Matahari Sebagai Energi Listrik Lampu Pengatur Lalu Lintas. *Jurnal Teknik Elektro,* 2(2).