

SKRIPSI

**ANALISIS EFISIENSI PANEL SURYA POLIKRISTALIN
UNTUK APLIKASI POMPA AIR *SUBMERSIBLE***

***EFFICIENCY ANALYSIS OF POLYCRYSTALLINE SOLAR
PANELS IN SUBMERSIBLE WATER PUMP APPLICATIONS***



Muhammad Rendy Hafizh

05021282025051

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

SUMMARY

MUHAMMAD RENDY HAFIZH. Efficiency Analysis of Polycrystalline Solar Panels in Submersible Water Pump Applications (Supervised By **ENDO ARGO KUNCORO**)

The increasing energy demand, along with the fossil fuel crisis and its environmental impacts, has driven the use of renewable energy sources such as solar energy. As a tropical country, Indonesia has high solar radiation potential throughout the year, which can be utilized for irrigation water pumping systems. This study aims to evaluate the efficiency of polycrystalline solar panels in a direct-coupled submersible water pump system at Sriwijaya University. The research employed a descriptive quantitative method with three repetitions of data collection conducted between February and May 2025, from 09:00 to 15:00 WIB. Observed parameters included solar radiation intensity (W/m^2), maximum voltage ($V_{\max}$), maximum current ($I_{\max}$), input power (P_{input}), output power (P_{output}), and water discharge (L/hour). P_{input} was calculated by multiplying solar intensity with the panel area of 1.3668 m^2 , while P_{output} was obtained from $V_{\max} \times I_{\max}$. Results showed the lowest efficiency was 0.21% and the highest was 6.31%, with average daily efficiencies of 4.24% (first test), 4.26% (second test), and 1.92% (third test). The maximum water discharge recorded was 1,311.5 L/hour, and the minimum was zero during cloudy conditions. The highest power output of 68.3 W occurred at 14:00 WIB (Day 2), while the lowest, 14.9 W, was recorded in the morning of Day 3. Regression analysis showed a strong correlation between solar intensity and power output ($R^2 \approx 0.95$), as well as between power output and water discharge ($R^2 \approx 0.92$), indicating the system's high dependence on solar irradiance. The decline in efficiency during cloudy and afternoon periods highlights the need for optimal lighting. This study recommends extending the observation period and regularly calibrating measuring instruments to improve data accuracy and validity.

Keywords : Direct coupled, Efficiency, Solar Panel, Solar Radiation, Water Pump.

RINGKASAN

MUHAMMAD RENDY HAFIZH. Analisis Efisiensi Panel Surya Polikristalin untuk Aplikasi Pompa Air *Submersible* (Dibimbing oleh **ENDO ARGO KUNCORO**).

Kebutuhan energi yang terus meningkat, disertai krisis energi fosil dan dampak lingkungannya, mendorong pemanfaatan energi terbarukan seperti energi surya. Indonesia sebagai negara tropis memiliki potensi radiasi matahari tinggi sepanjang tahun yang dapat dimanfaatkan untuk sistem pemompaan air irigasi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efisiensi panel surya polikristalin pada sistem pompa air submersible tanpa *inverter* (*direct-coupled*) di lingkungan Universitas Sriwijaya. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan tiga ulangan pengambilan data pada Februari - Mei 2025, pukul 09.00 - 15.00 WIB. Parameter yang diamati meliputi intensitas radiasi matahari (W/m^2), tegangan maksimum ($V_{\max}$), arus maksimum ($I_{\max}$), daya *input* (P_{input}), daya keluaran (P_{output}), dan debit air (L/jam). Perhitungan P_{input} diperoleh dari hasil perkalian intensitas dengan luas panel $1,3668 \text{ m}^2$, sementara P_{output} dihitung dari $V_{\max} \times I_{\max}$. Hasil menunjukkan efisiensi terendah 0,21% dan tertinggi 6,31%, dengan rata-rata efisiensi harian sebesar 4,24% (ulangan pertama), 4,26% (ulangan kedua), dan 1,92% (ulangan ketiga). Debit maksimum tercatat 1.311,5 L/jam dan minimum nol pada kondisi mendung. Daya tertinggi 68,3 W terjadi pada pukul 14.00 WIB (hari ke-2), sedangkan terendah 14,9 W tercatat di pagi hari pada hari ke - 3. Analisis regresi menunjukkan korelasi kuat antara intensitas dan daya ($R^2 \approx 0,95$) serta antara daya dan debit ($R^2 \approx 0,92$), menandakan sistem sangat bergantung pada cahaya matahari. Penurunan efisiensi pada sore dan saat berawan menegaskan perlunya pencahayaan optimal. Penelitian ini merekomendasikan penambahan hari pengamatan dan kalibrasi alat ukur secara berkala untuk meningkatkan akurasi dan validitas data.

Kata kunci : *Direct coupled*, Efisiensi, Intensitas Matahari, Panel Surya, Pompa Air.

SKRIPSI

ANALISIS EFISIENSI PANEL SURYA POLIKRISTALIN UNTUK APLIKASI POMPA AIR *SUBMERSIBLE*

EFFICIENCY ANALYSIS OF POLYCRYSTALLINE SOLAR PANELS IN SUBMERSIBLE WATER PUMP APPLICATIONS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Muhammad Rendy Hafizh

05021282025051

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS EFISIENSI PANEL SURYA POLIKRISTAL UNTUK APLIKASI POMPA AIR *SUBMERSIBLE*

SKRIPSI

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

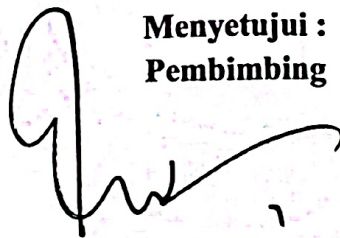
Oleh :

Muhammad Rendy Hafizh

05021282025051

Indralaya, Juni 2025

Menyetujui :
Pembimbing



Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP.196612091994031003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya



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

Skripsi dengan Judul “Analisis Efisiensi Panel Surya Polikristalin untuk Aplikasi Pompa Air *Submersible*” oleh Muhammad Rendy Hafizh telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal Juni 2025 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP. 196612091994031003

Pembimbing (.....)

2. Dr. Tamaria Panggabean, S.TP., M.Si.
NIP. 197707242003122003

Penguji (.....)

Indralaya, Juni 2025

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian

0 2 JUL 2025



Prof. 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 : Muhammad Rendy Hafizh

NIM : 05021282025051

Judul : Analisis Efisiensi Panel Surya Polikristalin untuk Aplikasi Pompa
Air Submersible

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang dimuat dalam skripri ini dibuat sesuai sumbernya.

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



Indralaya, Juni 2025



Muhammad Rendy Hafizh

RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan anak dari pasangan Bapak Mahmudin dan Ibu Dewi Herlina yang lahir pada tanggal 18 Maret 2001. Penulis lahir di Kota Jakarta, Provinsi DKI Jakarta. Saat ini penulis bertempat tinggal di Perumahan Graha Prima Blok. IC No. 328 RT004/008, Tambun Utara, Kab. Bekasi.

Penulis menempuh sekolah pertamanya pada tahun 2005 di Taman Kanak-Kanak Islam Terpadu (TKIT) di AL - Fidaa Kab. Bekasi. Kemudian, penulis menempuh Sekolah Dasar Islam Terpadu (SDIT) AL - Fidaa pada tahun 2006 di Kab. Bekasi. Setelah lulus, penulis menempuh pendidikan menengah di Sekolah Menengah Pertama (SMP) pada tahun 2013 di SMPS 2 Daar El-Qolaam Tangerang. Tiga tahun bersekolah di SMP, penulis melanjutkan sekolahnya pada jenjang atas di tahun 2016 di SMAN 2 Tambun Utara Kab. Bekasi dan lulus pada tahun 2019. Penulis tidak langsung melanjutkan mendaftar kuliah pada tahun tersebut, tetapi sempat bekerja sebagai *Supplier/Vendor* sayuran dan grosir di CV. Yasfara Navagi. sebagai Manajer Operasional. Meski sedang bekerja, pada bulan Agustus 2020 penulis tercatat sebagai mahasiswa S1 di Fakultas Pertanian Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama mengikuti program pendidikan, penulis sudah banyak melakukan kegiatan kemahasiswaan, diantaranya melaksanakan kegiatan pengabdian Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik 98 pada tanggal 12 Juni sampai dengan 21 Juli 2023 di Kec. Sp. Padang Kel. Rengas Pitu sebagai ketua pada kegiatan tersebut, Sebagai kepala departemen Minat dan Bakat di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATETA) kabinet Nawasena Dinandra periode 2021 – 2022 dan pernah juga tergabung pada organisasi kampus Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Universitas Sriwijaya sebagai Kepala Departemen Olahraga dan Kreasi Mahasiswa (DEPORA) kabinet Arkana Mharyapati Periode 2023 - 2024. Penulis juga memiliki hobi yaitu, olahraga, bernyanyi dan membaca.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat rahmat dan karunia-nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Efisiensi Panel Surya Polikristalin Pada Aplikasi Pompa Air *Submersible*” dengan tepat waktu. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW. Penulisan skripsi adalah tugas akhir dan salah satu syarat kelulusan Jurusan Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak dan rekan yang turut membantu dalam proses penyusunan Skripsi. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr selaku dosen pembimbing skripsi, yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Ungkapan terima kasih untuk orang tua yang telah membantu dengan do'a dan dukungan. Terimakasih banyak juga kepada teman-teman seperjuangan yang telah memberi semangat dan kepada semua pihak yang telah membantu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga skripsi ini dapat memberi informasi bagi kita semua yang membutuhkan.

Selaku penulis saya harapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang-orang yang membacanya. Penulis juga memohon maaf kepada pembaca apabila terdapat kekeliruan maupun kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun bila ada kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Semoga kedepan dapat menjadi referensi yang bermanfaat.

Indralaya, 12 Juni 2025

Muhammad Rendy Hafizh

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan atas segala bentuk bantuan, bimbingan, dukungan, kritik, saran dan pengarahan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan skripsi ini. Segala puji kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat begitu banyak serta ridho-Nya sehingga penulis selalu diberi kemudahan dan kekuatan dalam menyelesaikan skripsi ini. Melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Allah SWT, Tuhan semesta alam, yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya, sehingga semua proses perkuliahan selama ini dapat berjalan dengan baik dan benar. Alhamdulillahirabbil'amin.
2. Nabi Muhammad SAW, sang penutup kenabian. Beliau lah yang telah berjuang semasa hidupnya untuk mengajarkan kebaikan-kebaikan sehingga penulis dapat mengambil pelajaran dan mengikuti sunnah-sunnah beliau untuk menuntut ilmu serta terus berusaha menjadi orang yang bermanfaat bagi banyak orang. Semoga di akhir kelak, hamba bisa mendapat syafaatnya, Aamiin ya rabbal 'alamiin.
3. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE. M.Si. Selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr. Selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof. Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si. Selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sriwijaya.
6. Yth. Ibu Dr. Hilda Agustina, S.TP., M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian yang telah meluangkan sedikit waktu untuk memberikan bimbingan, dan arahan selama penulis mengalami kendala akademik sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian. Semoga ibu dan keluarga selalu diberikan keberkahan dan juga kelancaran, Aamiin ya Rabbal 'alamiin.
7. Yth. Ibu Dr. Puspitahati, S.TP., M.P. selaku Koordinator Program Studi Teknik Pertanian yang telah memberikan arahan, nasehat, dan dukungan kepada penulis selama menjadi mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian. Terima kasih sudah membantu urusan akademik penulis dari kondisi nilai yang terendah sampai ke posisi nilai yang ideal seperti sekarang dan membantu pemberkasan

tugas akhir sampai selesai. Semoga ibu dan keluarga selalu diberikan keberkahan dan keselamatan, Aaamiiin ya Rabbal ‘aalamiin.

8. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Tamrin, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik. Terimakasih banyak bapak atas arahan dan juga bimbingan selama mengurus penulis sebaagai anak bimbingan akademik. Terimakasih telah memberikan bimbingan prosedur akademik kepada penulis yang sebaik-baiknya. Selama bimbingan, bapak telah mengajarkan nilai – nilai penting dalam kehidupan agar kelak menjadi pegangan penulis dalam masuk ke tantangan dunia selanjutnya. Semoga bapak dan keluarga selalu di berikan Kesehatan, keselamatan dan juga keberkahan dari Allah SWT, Aaamiiin ya Rabbal ‘aalamiin.
9. Yth. Bapak Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr. selaku dosen pembimbing skripsi yang sukarela menerima penulis sebagai anak bimbingan skripsi. Terimakasih atas bimbingan, arahan, masukan dan juga nasihat dalam penulisan skripsi penulis. Semoga bapak dan keluarga selalu di beri kesehatan dan kebahagiaan oleh tuhan, Amiiin.
10. Yth. Ibu Dr. Tamaria Panggabean, S.TP., M.Si. selaku dosen pembahas dan penguji skripsi yang telah berjasa dalam memberikan masukan dan arahan dalam penelitian penulis. Semoga ilmu dan saran-saran yang di berikan bisa penulis terapkan di kehidupan pekerjaan kelak dan semoga ibu beserta keluarga selalu di beri lindungan dan keberuntungan oleh tuhan yang maha kuasa, Amiiin.
11. Kepada diri saya sendiri yang Alhamdulillah sampai di titik bisa menyelesaikan segala jenis tuntutan akademik dari awal hingga selesai.
12. Kepada ibu penulis, Almarhumah Ibu Dewi Herlina Manullang. Jiwa yang telah membesarkan dan mengurus penulis dengan cinta dan kasih sayang, yang selalu menjadi orang pertama dalam segala permasalahan penulis, yang selalu memberikan nasihat serta ajaran kebaikan dalam menghadapi kerasnya kehidupan, yang selalu mendoakan dalam setiap malam sehingga penulis terhindar dari segala bala dan mara bahaya serta selalu di kelilingi keberkahan dan keberuntungan. Ibulah malaikat, panutan, dan cinta pertama penulis yang tak akan pernah hilang ruang di dalam hati. Semoga Allah SWT selalu

memberikan ketenangan dan meringankan siksa kuburmu di alam sana Aaamiiin Ya Rabbal ‘aalamin. Ho ndang naeng hea targantihon inanghu.

13. Kepada ayah penulis, bapak Mahmudin yang telah menghadirkan, juga membesarkan dan merawat penulis. Bapak yang selalu siap siaga bertanggung jawab secara materi kepada penulis dalam posisi dan kondisi apapun, yang selalu siaga saat dihubungi dimana, kapanpun dan selalu memberikan doa yang terbaik untuk penulis. Berkat tuntutanmu, penulis bisa merasakan program pendidikan S1 di jenjang perkuliahan. Semoga Allah SWT selalu memberikan Kesehatan, perlindungan dan keberkahan dalam hidupmu Aaamiiin Ya Rabbal ‘aalamin.
14. Kepada kedua saudara perempuan penulis, Nabilah Tsamarah dan Ulfah Tsamarah, yang telah membantu materi dan moral di saat penulis merasa terpuruk dalam membuat skripsi, yang mau mendengarkan keluh kesah penulis di kala banyak kendala yang terjadi dan selalu tersedia di saat penulis membutuhkan bantuan. Semoga kalian selalu di berikan keberkahan dan keberuntungan dari Allah SWT dan semoga kita selalu kompak dan harmonis sebagai saudara sedarah, Aaamiiin ya Rabbal ‘alamiiin.
15. Yth. Bapak Primayoga Harsana S, S.TP., M.Sc dan bang Muhammad Izwan. S.TP., yang telah banyak memberikan penulis pengalaman dan arahan di masa masa akhir perkuliahan sebagai guru, mentor dan teman bercerita yang sangat inspiratif. Semoga bapak dan abang serta keluarga selalu dalam lindungan Tuhan yang maha kuasa dan diberikan kelancaran serta keberuntungan dalam kehidupan, Amiiin.
16. Semua Dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah mendidik dan mengajarkan ilmu pengetahuan tentang teknologi pertanian.
17. Staf administrasi Jurusan Teknologi Pertanian, kak Jhon, mba Siska dan mba Nike terima kasih atas segala informasi dan bantuannya dalam membantu menyiapkan berkas dan urusan administrasi lainnya.
18. Teman seperjuangan bimbingan akademik, Muaffan Alfaiz Wisaksono, Agung Prayoga dan Rizky Ayu Saputri Serta asisten sekretaris bapak Prof. Dr. Ir. Tamrin, M.Si. kak Imes Suci Ramadhani. Terima kasih telah membantu, membersamai dan membimbing penulis dalam bersama-sama mengurus

berkas-berkas akademik. Semoga kesuksesan dan keberkahan selalu mengiringi kalian selamanya, Aaamiiin ya Rabbal ‘alamiiin.

19. Teman seperjuangan yang penulis anggap sebagai saudara dan saudari sendiri, Ghaly Marcheleo Damulah, Muhammad Irham Dhafin, Muhammad Firdaus, Muhammad Faiz Ananda, Juliadi Yuda Utama, Muhammad Hasan Al Amirul Haq, Tubagus Aqsal Fadillah Akbar, Sukery Jaya, Ryan Kurniawan, Arief Alfiansyah, Galih Wicaksana, Brianna Almira Ruslan, Alya Yorosa dan Dinayah Faza Andrian yang telah menjadi teman penulis semasa perkuliahan. Terima kasih banyak atas segalanya semoga bisa berjumpa lagi di fase berikutnya bahagia selalu, dan selalu dalam pelindungan Allah SWT.
20. Kepada teman-teman kolega di Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Universitas Sriwijaya, Mohd Azra Dzakwan Dzaky, Lucky Ramadhan, Muhammad Iqbal fahlefi, Diaz Safani, Muhammad Fajrul Azhim, Ali Hanif Alkaff, Muhammad Satria Firli, Syafarudin Huda, Topaz Gilang Erlangga, Roland Sahat Hutabarat, Christiana Mathew Sebayang, Robbi Rahmadi, dan Kawan Kawan BPH lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Terimakasih kesempatannya dan pengalamannya bisa bersama mengurus kepentingan mahasiswa tingkat universitas. Tantangan, tuntutan, kekeluargaan, kegelisahan, kebahagiaan semua nya terasa saat bersama-sama mengurus sebagai pejabat kampus. Semoga selalu di berikan kesuksesan, semangat dan juga keberkahan unntuk kalian semua di manapun kalian berpijak. Satu Asa untuk Sriwijaya!.
21. Kepada teman - teman seperjuangan Jurusan Teknologi Pertanian. Nur Wahyu Handoko, Ade Windra Lesmana, Arlangga Arkatama Kagami, Restu Ananda, Rival Alwasih, M. Rayhan Alhaqi, Muhammad Virgo Armanda, Oktriandle Wijaya, M. Andika Afrianda, M. Raihan Nurhafiz, Muhammad Dzikrullah dan lain-lain yang telah menjadi teman penulis. Terimakasih sudah mewarnai suasana perkuliahan penulis di Universitas Sriwijaya. Sukses selalu untuk kalian, Aaamiiin.
22. Kepada teman – teman seangkatan dan keluarga besar dari Ikatan Mahasiswa Muslim Sumatera Utara (IMMSU) dan teman – teman seangkatan dan keluarga besar dari Himpunan Mahasiswa Banten, Jawa, Jakarta dan luar Sumatera

(HIMABAJAJ) terimakasih atas kesempatan, kebahagiaan dan persinggahannya. Tak ada tempat untuk bersinggah, berkeluh kesah ataupun bersenang-senang dalam dunia perantauan penulis selain dari wadah Organisasi Mahasiswa Daerah (ORMADA) ini. Sukses selalu untuk kalian semua.

23. Teruntuk kantin yunda, terimakasih banyak atas bantuannya di perbolehkan mencatat makanan yang sudah di ambil dan di bayar nanti. Suatu pengalaman yang tak terlupakan bisa leluasa diberikan kemudahan dalam memenuhi keterbatasan penulis dalam kebutuhan makan sehari-hari. Semoga yunda, kak jas dan keluarga selalu di berikan rezeki yang melimpah dan keberkahan dari Allah SWT, Aaamiiin ya Rabbal ‘alamiin.
24. Teruntuk saudara seperjuangan SMPS 2 Daar El – Qolam yang masih terjaga hubungan baik. Muhammad Iqbal, M. Arya Kamandanu, Farhan Alfathu rizqi, Tegar Aulia Ramadhan dan lainnya. Terima kasih bagi kalian yang sempat berjumpa, bersua, bercengkerama, memberikan masukan dan arahan perihal skripsi dan berbagi cerita kehidupan pasca perkuliahan kepada penulis. Sehat selalu, sukses selalu dan berkah selalu untuk kalian dimanapun berada, Aaamiiin ya Rabbal ‘alamiin.
25. Semua yang terlibat dalam penulisan skripsi dan perjalanan perkuliahan penulis yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu nama ataupun organisasi. Terimakasih sudah memberikan ingatan yang tak akan terlupakan dalam proses perjalanan proses Pendidikan ini.

Indralaya, Juni 2025

Penulis

Muhammad Rendy Hafizh

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	v
PERNYATAAN INTEGRITAS.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
UCAPAN TERIMA KASIH	x
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1_PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
BAB 2_TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Energi Surya.....	4
2.2. Teknologi Sel Surya	4
2.2.1. Prinsip Kerja Sel Surya.....	5
2.2.2. Jenis – jenis Sel Surya	6
2.2.2.1. Monokristal (<i>Monocrystalline</i>).....	6
2.2.2.2. Polikristal (<i>Polycrystalline</i>)	7
2.2.2.3. <i>Thin Film Solar Cell</i> (TFSC).....	8
2.3. Sistem Pemompaan Air Bertenaga Surya	9
2.3.1. Komponen dan Prinsip Kerja	11
2.3.1.1. Panel Surya	11
2.3.1.2. Pompa Air.....	12
2.3.1.3. Pengendali Daya (<i>Power Controller</i>)	13
BAB 3 METODE PELAKSANAAN	14
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	14
3.2. Alat dan Bahan.....	14
3.3. Metode Penelitian.....	14
3.4. Prosedur Penelitian.....	14

3.4.1. Perancangan dan Pembuatan Pengendali Daya	15
3.4.2. Pengoperasian Sistem Pompa Air	15
3.4.3. Pengujian Sistem Pompa Air	15
3.5. Parameter Pengamatan	16
3.5.1. Parameter Utama	16
3.5.1.1. Debit Aliran.....	16
3.5.1.2. Kebutuhan Daya Keluaran	16
3.5.1.3. Intensitas Cahaya Matahari.....	17
3.5.1.3.1. Daya <i>Input</i> Cahaya Matahari (P_{input})	17
3.5.1.4. Efisiensi Panel Surya	17
3.6. Rancangan Fungsional dan Struktural	18
3.6.1. Panel Surya.....	18
3.6.2. Pompa Air DC.....	18
3.6.3. Papan Akrilik.....	18
3.6.4. Pipa <i>Polyvinyl Chloride</i> (PVC)	18
3.6.5. Terminal Block.....	19
3.6.6. <i>Watt Meter</i> DC	19
3.6.7. <i>Step Down</i> DC – DC	19
3.6.8. Drum Air.....	19
3.6.9. Saklar <i>Toggle Switch</i>	19
3.6.10. <i>Flow Meter</i>	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1. Kondisi Lokasi Penelitian	21
4.2. Hasil Pengamatan.....	21
4.3. Perhitungan Daya	23
4.3.1. Daya Keluaran	24
4.3.2. Daya <i>Input</i> Cahaya Matahari (P_{input})	25
4.3.3. Hubungan Intensitas dan Daya.....	26
4.4. Kinerja Pompa (Debit Air)	27
4.4.1. Debit Aliran	28
4.4.2. Hubungan Daya dan Debit	29
4.5. Efisiensi Panel Surya.....	30

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1. Kesimpulan	32
5.2. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Proses Fotovoltaik	5
Gambar 2.2. Panel Surya Monokristal	7
Gambar 2.3. Panel Surya Polikristal	8
Gambar 2.4. <i>Thin Film Solar Cell</i> (TFSC)	9
Gambar 4.1. Grafik Data Hari ke -1	21
Gambar 4.2. Grafik Data Hari ke - 2	22
Gambar 4.3. Grafik Data Hari ke – 3	23
Gambar 4.4. Grafik Daya Keluaran	24
Gambar 4.5. Grafik Daya <i>Input</i> Cahaya Matahari	25
Gambar 4.6. Hubungan Intensitas dan Daya Panel Surya	26
Gambar 4.7. Grafik Debit Aliran	28
Gambar 4.8. Hubungasn Daya dan Debit	29
Gambar 4.9. Grafik Efisiensi Panel Surya	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alur Penelitian	38
Lampiran 2. Rangkaian Pengendali Daya	39
Lampiran 3. Rangkaian Pengendali Daya	40
Lampiran 4. Data Pengamatan	41
Lampiran 5. Perhitungan Parameter Penelitian.....	42
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian	44

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi terbarukan telah menjadi solusi penting dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan mendukung masa depan rendah karbon. Namun, perubahan iklim itu sendiri menghadirkan tantangan besar bagi keandalan dan kinerja sistem energi terbarukan. Hal ini disebabkan oleh ketergantungan pembangkit energi terbarukan terhadap variabel iklim, seperti curah hujan, suhu, radiasi matahari, dan angin. Mengingat umur operasional infrastruktur energi yang panjang, penelitian dan pengembangan di bidang energi terbarukan menjadi fokus penting untuk keberlanjutannya dalam kondisi lingkungan dinamis (Martinez dan Cerdá, 2019).

Dalam konteks energi terbarukan, energi surya telah menjadi perhatian utama karena karakteristiknya yang ramah lingkungan, melimpah, dan dapat diandalkan. Energi surya dinilai mampu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang menjadi penyebab utama pencemaran lingkungan. Indonesia, sebagai negara tropis dengan intensitas radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun, memiliki potensi penyinaran sebesar 4,8 kWh/m²/hari dengan variasi bulan. Potensi ini dapat dimanfaatkan secara luas, termasuk dalam mendukung sektor pertanian melalui penyediaan air dan sistem irigasi yang lebih efisien (Dwisari *et al.*, 2023).

Meskipun memiliki potensi besar, pemanfaatan energi surya di Indonesia hingga kini masih tergolong rendah. Berdasarkan data Perusahaan Listrik Negara (PLN), kebutuhan listrik masyarakat Indonesia sebesar 149,11 Terawatt Hour (TWh) pada semester 1 tahun 2024, jumlah ini meningkat 7,54% atau sebesar 10,45 TWh dari periode yang sama di tahun 2023. Pertumbuhan ini didukung oleh adanya peningkatan konsumsi listrik dari sektor bisnis sebesar 10,54% dan rumah tangga 8,75% (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2025). Sayangnya, sumber energi listrik masih didominasi oleh bahan bakar fosil, seperti batu bara, yang menyumbang 59,6% dari total produksi. Padahal, Indonesia memiliki distribusi radiasi matahari yang stabil sepanjang tahun, menjadikannya negara dengan

peluang besar untuk memanfaatkan energi surya sebagai solusi yang lebih berkelanjutan (Afif dan Martin, 2022).

Belakangan ini, berkembangnya teknologi panel fotovoltaik (PV) yang lebih ekonomis dan ketersediaan pompa air yang diproduksi massal, sistem pemompaan tenaga surya menjadi salah satu solusi yang kompetitif, terutama di wilayah dengan intensitas radiasi matahari tinggi seperti Indonesia. Sistem ini memiliki berbagai keunggulan dibandingkan pompa diesel tradisional, seperti keandalan yang lebih baik, pengurangan biaya operasional, dan minimnya kebutuhan perawatan. Selain itu, daya pemompaan yang tersedia dari sistem ini sejalan dengan kebutuhan air yang biasanya mencapai puncaknya pada siang hari (Antonello *et al.*, 2017).

Namun, sistem pemompaan surya juga menghadapi tantangan, termasuk ketergantungan pada kondisi cuaca dan variabilitas lingkungan, yang dapat menyebabkan penurunan efisiensi, terutama pada hari mendung. Dalam mengatasi permasalahan ini diperlukan pengelolaan yang optimal, seperti memanfaatkan titik daya maksimum (*Maximum Power Point*) atau MPP (Pachaivannan *et al.*, 2024) untuk memastikan panel surya bekerja secara efisien tanpa kelebihan kapasitas. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem secara keseluruhan.

Sel surya atau sel *photovoltaic* adalah semikonduktor yang terdiri dari diode p-n *junction*, dengan adanya cahaya matahari yang mampu menghasilkan energi listrik. Perubahan ini disebut efek *photovoltaic*. Sel surya tersusun dari dua lapisan semikonduktor dengan muatan yang berbeda, pada lapisan atas sel surya bermuatan negatif sedangkan lapisan bawah bermuatan positif. Bahan semikonduktor yang paling umum digunakan untuk sel surya adalah silikon. Ketika cahaya mengenai permukaan sel surya, beberapa foton dari cahaya diserap oleh atom semikonduktor untuk membebaskan elektron dari ikatan atomnya. Sehingga menjadi elektron yang bergerak bebas, dengan perpindahan elektron-elektron inilah menyebabkan terjadinya proses arus listrik searah (Alham *et al.*, 2021).

Sebagai generasi pertama teknologi fotovoltaik, panel surya terbuat dari silikon kristalin, baik tipe monokristalin maupun polikristalin. Panel polikristalin dibentuk melalui peleburan silikon sehingga menghasilkan susunan kristal yang acak, sehingga untuk mencapai *output* daya yang setara, diperlukan area permukaan

yang lebih luas dibandingkan panel monokristalin. Meski harganya lebih terjangkau, efisiensi panel polikristalin menurun signifikan pada kondisi penyinaran rendah, seperti pada saat cuaca mendung (Haning dan Askolani, 2020).

Pompa air adalah suatu alat yang menggunakan energi listrik untuk menggerakkan sistem pompa dan memindahkan air (mengalirkan air dari satu tempat ke tempat lainnya). Pompa air listrik sering diterapkan dalam berbagai aplikasi, seperti pengairan pertanian, pengolahan air minum, sistem pemadam kebakaran, dan lain sebagainya. Pada umumnya, pompa air yang banyak digunakan adalah jenis DC (*Direct Current*), yang kompatibel dengan sumber energi dari panel surya tanpa memerlukan aki atau akumulator. Pompa jenis ini lebih efisien dalam mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dibandingkan pompa AC (*Alternating Current*), terutama untuk aplikasi di daerah terpencil atau yang sulit diakses jaringan listrik (Ashokkumar *et al.*, 2020). Dalam penelitian ini, pompa air menjadi salah satu aplikasi nyata yang dapat menunjukkan manfaat panel surya dalam mendukung kebutuhan air yang berkelanjutan.

Universitas Sriwijaya memiliki potensi besar untuk mengimplementasikan teknologi pompa air bertenaga surya. Dengan wilayah yang luas dan intensitas radiasi matahari yang stabil sepanjang tahun, dapat menjadi solusi praktis untuk mendukung kebutuhan penelitian, maupun pengelolaan lingkungan sekitar. Implementasi sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai langkah efisiensi energi, tetapi juga dapat menjadi model pendidikan dan penelitian bagi mahasiswa dalam memahami manfaat energi terbarukan secara langsung. Keberhasilan implementasi teknologi ini juga dapat menjadi referensi untuk diterapkan di tempat lain yang memiliki karakteristik serupa.

Berdasarkan uraian di atas, jelas bahwa energi surya memiliki potensi besar untuk mendukung sistem pemompaan air yang efisien dan ramah lingkungan. Namun, keberhasilan penerapan teknologi ini bergantung pada efisiensi panel surya, optimalisasi sistem, dan adaptasi terhadap kondisi lokal.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi panel surya polikristal pada aplikasi pompa air *Submersible*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelkerim, A. I., Eusuf, M. S., Salami, M. J. E., Aibinu, A., dan Eusuf, M. A. (2013). Development of solar powered irrigation system. *IOP conference series: materials science and engineering*. 53(1). 012005.
- Abdullah, M. (2015). Metodologi Penelitian Kuantitatif. Yogyakarta: Aswaja Pressindo.
- Afif, F. dan Martin, A. (2022). Tinjauan potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*. 6 (1). 43-52.
- Ahammed, M. T., dan Islam, M. R. (2016). Solar power controller to drive load at constant power under insufficient solar radiation. *International Conference on the Development in the in Renewable Energy Technology (ICDRET)*. 1-4.
- Aiswarya, L., Arunadevi, K., Lalitha, R., dan Vallalkannan, S. (2018). Performance evaluation of solar photovoltaic water pumping system. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci*, 7(12), 2627-2632.
- Alham, N.R., Rumawan, F.H., Muslimin, Utomo, R.M. dan Maulana, A. (2021). Aplikasi *photovoltaic cell* (PV) terhadap variasi beban elektrik sebagai energi alternatif. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Mulawarman*. 5(2). 123-129.
- Aliyu, M., Hassan, G., Said, S. A., Siddiqui, M. U., Alawami, A. T., dan Elamin, I. M. (2018). A review of solar-powered water pumping systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 87, 61-76.
- Antonello, M., Carraro, A., Costabeber, F., Tinazzi dan Zigliotto, M. (2017). Energy-efficient autonomous solar water-pumping system for permanent-magnet synchronous motors. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. 64(1). 43-5.
- Ariansyah, M. D., dan Sariman, S. (2021). Analisa Performa Pompa Air DC 12V 42 Watt terhadap Variasi Kedalaman Pipa Menggunakan Baterai dengan Sumber Energi dari Matahari. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(6), 1083-1102.

- Ashokkumar, S., Sathiyaraj, S., Murugaboopathy, J., Nishalan, V., dan Vasanth, I. (2020). Solar Water Pumping System for Agriculture. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. 9(3). 2964-2967.
- Dwisari, V., Sudarti dan Yushardi. (2023). Pemanfaatan Energi Matahari: Masa Depan Energi Terbarukan. *Optika: Jurnal Pendidikan Fisika*. 7(2). 376-384.
- Fraas, L. M., dan Partain, L. D. (2010). *Solar cells and their applications*. John Wiley & Sons.
- Fraas, L. M., dan O'Neill, M. J. (2023). History of solar cell development. In *Low-cost solar electric power* (pp. 1-12). Cham: Springer International Publishing.
- Haning, D., dan Askolani, I. (2020). Buku Pegangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jakarta Pusat: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*.
- Harahap, P. (2020). Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya yang Dihasilkan dari Berbagai Jenis Sel Surya. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), 73-80.
- Iqtimal, Z., Sara, I. D., dan Syahrizal, S. (2018). Aplikasi sistem tenaga surya sebagai sumber tenaga listrik pompa air. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*. 3(1): 1-8.
- Jiang, L., Cui, S., Sun, P., Wang, Y., dan Yang, C. (2020). Comparison of monocrystalline and polycrystalline solar modules. In *2020 IEEE 5th Information Technology and Mechatronics Engineering Conference (ITOEC)*. 341 - 344.
- Lee, T. D., dan Ebong, A. U. (2017). A review of thin film solar cell technologies and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1286-1297.
- Maka, A. O., dan Alabid, J. M. (2022). Solar energy technology and its roles in sustainable development. *Clean Energy*, 6(3), 476-483.
- Martinez, K.S. dan Cerdá, E. (2019). Climate change impacts on renewable energy generation. A review of quantitative projections. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 116, 109-215.

- Nogueira, C. E. C., Bedin, J., Niedzialkoski, R. K., de Souza, S. N. M., dan das Neves, J. C. M. (2015). Performance of monocrystalline and polycrystalline solar panels in a water pumping system in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 1610-1616.
- Pachaivannan, P., Manimuthu, S., dan Jegadeesan, V. (2024). Comparative energy performance analysis of solar water pumping systems across diverse climate zones. *Journal of Engineering Research*.
- 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 Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 3(4).
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., dan Huda, I. F. (2019). Efisiensi penggunaan panel surya sebagai sumber energi alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10-14.
- Putri, S. W., Marausna, G., & Prasetyo, E. E. (2022). Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Pada Panel Surya. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 29-37.
- Ramadhan, A. I., Diniardi, E., dan Mukti, S. H. (2016). Analisis desain sistem pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 50 WP. *Jurnal Teknik*, 37(2), 59-63.
- Shinde, V. B., dan Wandre, S. S. (2015). Solar photovoltaic water pumping system for irrigation: A review. *African journal of agricultural research*, 10(22), 2267-2273.
- Simya, O. K., Radhakrishnan, P., Ashok, A., Kavitha, K., dan Althaf, R. (2018). Engineered nanomaterials for energy applications. *Handbook of Nanomaterials for Industrial Applications*, 751-767.
- Sinaga, R., Tanesab, J.A., Beily, M. D. E., Sampeallo, A. S. (2023). Performance Analysis of Monocrystalline and Polycrystalline Solar Photovoltaic for Solar Water Pump (SWP) System in Indonesia. *Elestrical engineering department, Kupang*.
- Solomon, Y., Rao, P. N., dan Tadesse, T. (2021). A review on solar photovoltaic powered water pumping system for off-grid rural areas for domestic use and irrigation purpose. *Int. J. Eng. Res. Technol.(IJERT)*, 10, 258-269.
- Sontake, V. C., dan Kalamkar, V. R. (2016). Solar photovoltaic water pumping system-A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1038-1067.

Zaidi, B. (2018). Solar Panels and Photovoltaic Materials. *Intechopen* 1-8.