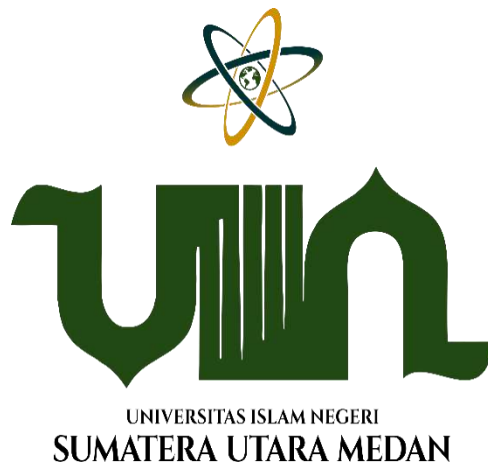


**ANALISIS EFISIENSI ENERGI DENGAN MEMBANDINGKAN  
PENGUNAAN PEMBANGKIT LISTRIK PLN DAN PANEL SURYA  
PADA POMPA AIR DALAM SISTEM AKUAPONIK**

**SKRIPSI**

**MESYADI  
NIM. 0705201014**



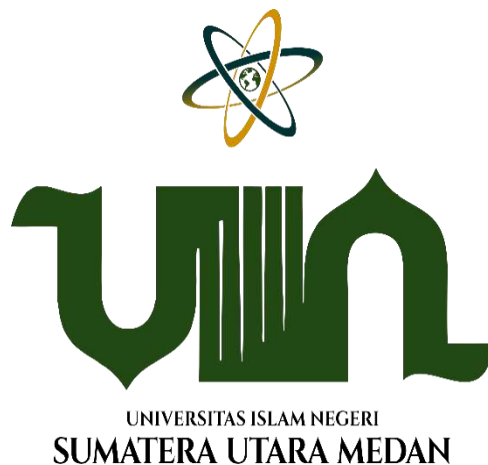
**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2024**

**ANALISIS EFISIENSI ENERGI DENGAN MEMBANDINGKAN  
PENGUNAAN PEMBANGKIT LISTRIK PLN DAN PANEL SURYA  
PADA POMPA AIR DALAM SISTEM AKUAPONIK**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains (S.Si.)  
Dalam Bidang Ilmu Fisika*

**MESYADI  
NIM. 0705201014**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2024**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

*Assalamu 'alaikum Wr. Wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta melakukan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama : Mesyadi

NIM : 0705201014

Program Studi : Fisika

Judul : Analisis Efisiensi Energi dengan Membandingkan  
Penggunaan Pembangkit Listrik PLN dan Panel Surya pada  
Pompa Air dalam Sistem Akuaponik

dapat disetujui untuk segera *diminaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA MEDAN  
Medan, 12 Agustus 2024 M  
7 Safar 1446 H

Komisi Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II



Mulkan Iskandar Nasution, M.Si.  
NIP. 197604042023211009



Lailatul Husna Br. Lubis, M.Sc.  
NIP. 199005272019032020

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Mesyadi

NIM : 0705201014

Program Studi : Fisika

Judul : Analisis Efisiensi Energi dengan Membandingkan  
Penggunaan Pembangkit Listrik PLN dan Panel Surya pada  
Pompa Air dalam Sistem Akuaponik

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya yang berlaku.



Medan, 11 Agustus 2024



NIM. 0705201014



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA MEDAN

**LEMBAR PENGESAHAN**

Nomor: B.570/ST/ST.V.2/PP.01.1/08/2024

Judul : Analisis Efisiensi Energi dengan Membandingkan Penggunaan Pembangkit Listrik PLN dan Panel Surya pada Pompa Air dalam Sistem Akuaponik  
Nama : Mesyadi  
NIM : 0705201014  
Program Studi : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara dan dinyatakan **LULUS**.  
Pada Hari/Tanggal : Rabu, 14 Agustus 2024  
Tempat : Kampus IV Tuntungan Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah  
Ketua,

Nazaruddin Nasution, M.Pd.  
NIP. 198704212023211023

Dosen Penguji,

Penguji I

Nazaruddin Nasution, M.Pd.  
NIP. 198704212023211023

Penguji II

Mastura, M.Si.  
NIP. 198706192023212038

Penguji III

Mulkan Iskandar Nasution, M.Si.  
NIP. 197604042023211009

Penguji IV

Lailatul Husna Br. Lubis, M.Sc.  
NIP. 199005272019032020

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Zulhan, H.I., M.Hum.  
NIP. 197303242009011008

**ANALISIS EFISIENSI ENERGI DENGAN MEMBANDINGKAN  
PENGUNAAN PEMBANGKIT LISTRIK PLN DAN PANEL SURYA  
PADA POMPA AIR DALAM SISTEM AKUAPONIK**

**ABSTRAK**

Panel surya merupakan bentuk energi terbarukan yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Energi terbarukan lebih efisien, murah, berkelanjutan, dan rendah emisi karbon dibandingkan energi tidak terbarukan. Penggunaan panel surya untuk menggerakkan pompa air dalam sistem akuaponik dapat mengurangi biaya operasional dan jejak karbon dibandingkan listrik konvensional. Penelitian ini dilakukan pada hari Sabtu, 27 Juli 2024 pukul 07.00 – 18.00 dengan pengambilan data setiap satu jam sekali. Penelitian ini menganalisis efisiensi energi, biaya operasional, dan dampak lingkungan dari penggunaan listrik PLN dan panel surya pada pompa air dalam sistem akuaponik skala kecil. Pengujian efisiensi panel surya monokristalin 200 Wp menunjukkan rata-rata daya tanpa beban sebesar 84,441 Watt dan dengan beban sebesar 119,14 Watt, dengan intensitas cahaya rata-rata 249,1199 W/m<sup>2</sup> dan efisiensi panel surya 40,65%. Efisiensi baterai menunjukkan pengurangan kapasitas sebesar 10,42%. Metode LCOE menunjukkan panel surya lebih efisien dengan biaya Rp688,15 per kWh dibandingkan PLN Rp1.444,70 per kWh. Untuk menggerakkan pompa air biaya harian PLN Rp180,59 dan biaya tahunan Rp65.947,35, panel surya biaya harian Rp86,02 dan biaya tahunan Rp31.397,3. Analisis lingkungan menunjukkan panel surya lebih ramah lingkungan, mengurangi emisi gas rumah kaca, polusi udara, dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Pembangkit listrik tenaga surya adalah alternatif yang lebih berkelanjutan dan ekonomis dibandingkan listrik PLN untuk menggerakkan pompa air pada sistem akuaponik. Penggunaan panel surya tidak hanya mengurangi biaya operasional jangka panjang tetapi juga memberikan manfaat lingkungan yang signifikan.

**Kata kunci:** Efisiensi Energi, Pembangkit Listrik Tenaga Surya, PLN, Sistem Akuaponik, LCOE, Dampak Lingkungan

**ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY COMPARING THE USE OF PLN  
ELECTRICITY AND SOLAR PANELS FOR WATER PUMPS IN  
AQUAPONIC SYSTEMS**

**ABSTRACT**

*Solar panels are a form of renewable energy that convert solar energy into electrical energy. Renewable energy is more efficient, cost-effective, sustainable, and has lower carbon emissions compared to non-renewable energy. Using solar panels to power water pumps in aquaponic systems can reduce operational costs and carbon footprints compared to conventional electricity. This study was conducted on Saturday, July 27, 2024, from 7:00 AM to 6:00 PM, with data collected every hour. This study analyzes the energy efficiency, operational costs, and environmental impact of using PLN electricity and solar panels for water pumps in small-scale aquaponic systems. Testing the efficiency of 200 Wp monocrystalline solar panels showed an average power output of 84.441 Watts without load and 119.14 Watts with load, with an average light intensity of 249.1199 W/m<sup>2</sup> and an solar panels efficiency of 40.65%. Battery efficiency showed a capacity reduction of 10.42%. The LCOE method indicated that solar panels are more cost-efficient at Rp688,15 per kWh compared to PLN electricity at Rp1.444,70 per kWh. To operate a water pump, the daily cost using PLN electricity is Rp180,59, and the annual cost is Rp65.947,35. Using solar panels, the daily cost is Rp86,02, and the annual cost is Rp31.397,30. Environmental analysis showed that solar panels are more eco-friendly, reducing greenhouse gas emissions, air pollution, and dependence on fossil fuels. Solar power generation is a more sustainable and economical alternative to PLN electricity for powering water pumps in aquaponic systems. Solar panels not only reduce long-term operational costs but also provide significant environmental benefits.*

**Keywords:** *Energy Efficiency, Solar Power Generation, PLN, Aquaponic System, LCOE, Environmental Impact*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

*Alhamdulillahilladzi bini'matihi tatimmusholihat.* Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang dengan nikmat dari-Nya, semua kebaikan menjadi sempurna. Dengan-Nya penulis meminta pertolongan dalam urusan dunia dan agama. Berkat rahmat dan karunia-Nya pula penulis dapat menyelesaikan proposal yang *Insyu Allah* tepat pada waktunya. Shalawat beriringkan salam kepada baginda Rasulullah Sallallahu A'alaihi wa sallam, semoga kita mendapatkan syafaat di *yaumil akhir* nanti, *Allahumma aamiin.*

Proposal ini telah penulis susun sebaik mungkin dan mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga memudahkan penulis dalam menyelesaikannya. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Nurhayati, M.Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Bapak Dr. Zulham, S.H.I., M.Hum. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
3. Bapak Nazaruddin Nasution, M.Pd. selaku Ketua Program Studi dan Bapak Suendri, M.Kom. selaku Sekretaris Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
4. Bapak Mulkan Iskandar Nasution, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Lailatul Husna Br. Lubis, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II sekaligus Penasihat Akademik yang telah memberikan arahan serta bimbingan dengan sabar serta motivasi selama penyusunan proposal.
5. Seluruh Dosen Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan yang telah membimbing dan berbagi ilmu kepada penulis selama masa perkuliahan.



6. Teristimewa kepada Bapak Suritno dan Ibu Rostiana, selaku kedua orang tua yang senantiasa mendo'akan dan juga memberikan dukungan baik moril maupun materilnya selama penulis menempuh pendidikan dari kecil hingga sekarang.
7. Teman-teman fisika stambuk 2020, khususnya kepada Junaina Sahputri Sagala, sahabat saya Sharla Mautiza Pribawa, Akhiria Agustina, Ella Amanda, Alfia Delmi Siregar, Sutan Reka Nasrul Azis Harahap, dan Sri Hartati yang telah memberikan bantuan, masukan, dan motivasi agar penulis semangat mengerjakan proposal ini.

Adanya bantuan dari semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih, *jazakumullahu khairan*, semoga apa yang telah diberikan dapat menjadi ladang pahala dan amal jariyah *Insyallah*. Demikianlah proposal ini disusun sebaik mungkin, jika masih terdapat kesalahan dalam penulisan atau tata bahasa maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca. *Allahumma aamiin*.

Medan, Maret 2024

Penulis,

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA MEDAN  
Mesyadi  
0705201014

## DAFTAR ISI

<b>PERSETUJUAN SKRIPSI</b> .....	<b>i</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Akuaponik.....	5
2.2 Pompa Air .....	6
2.3 Pembangkit Listrik PLN .....	7
2.4 Pembangkit Listrik Panel Surya .....	8
2.4.1 Sel Surya .....	8
2.4.2 Solar Charge Controller .....	9
2.4.3 Inverter .....	10
2.4.4 Baterai .....	12
2.5 kWh Meter .....	12
2.6 Multimeter .....	13
2.7 Lux Meter .....	14
2.8 Analisis Efisiensi Panel Surya dan Baterai.....	14
2.8.1 Efisiensi Panel Surya .....	14
2.8.2 Efisiensi Baterai .....	15

2.8.3	Efisiensi Terhadap Biaya .....	15
2.9	Dampak Penggunaan Energi Pembangkit Listrik terhadap Lingkungan .....	16
2.9.1	Energi Konvensional.....	16
2.9.2	Energi Terbarukan.....	16
2.10	Penelitian Yang Relevan.....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>19</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.1.1	Tempat Penelitian .....	19
3.1.2	Waktu Penelitian .....	19
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.2.1	Alat Penelitian.....	19
3.2.2	Bahan Penelitian .....	19
3.3	Diagram Alir Penelitian .....	20
3.4	Rancangan Pengujian.....	20
3.5	Rancangan Pembahasan.....	21
3.6	Diagram Blok Perancangan Pembangkit Listrik Panel Surya .....	21
3.7	Desain Sistem Panel Surya .....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>24</b>
4.1	Hasil Pengujian Sistem .....	24
4.1.1	Pengujian Arus dan Tegangan Panel Surya dengan Beban dan tanpa Beban.....	24
4.1.2	Pengujian Intensitas Cahaya .....	26
4.2	Efisiensi Panel Surya .....	28
4.3	Efisiensi Baterai .....	29
4.4	Analisis Perbandingan Efisiensi Biaya Pembangkit Listrik Panel Surya dengan Pembangkit Listrik PLN .....	30
4.5	Dampak Sistem Terhadap Lingkungan.....	31
4.6	Pembahasan Penelitian .....	33
4.7	Keandalan Sistem .....	37
4.7.1	Keandalan Pembangkit Listrik PLN .....	37
4.7.2	Keandalan Pembangkit Listrik Panel Surya.....	37
4.7.3	Perbandingan Keandalan.....	38

<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>42</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1	(a) pompa eksternal dan (b) pompa tenggelam .....	7
2.2	Panel surya <i>mono-crystalline</i> .....	9
2.3	<i>Solar charge controller</i> .....	10
2.4	Inverter <i>pure sine wave</i> .....	11
2.5	Baterai VRLA.....	12
2.6	kWh Meter Stop Kontak.....	13
2.7	Jenis multimeter (a) multimeter digital (b) multimeter analog	13
2.8	Jenis lux meter (a) lux meter analog (b) lux meter digital .....	14
3.1	Diagram alir penelitian.....	20
3.2	Diagram blok perancangan pembangkit listrik panel surya ...	21
3.3	Rangkaian pembangkit listrik panel surya .....	21
3.4	Desain tata letak sistem panel surya.....	22
4.1	Hasil pengujian tegangan dan arus panel surya (a) tanpa beban (b) dengan beban.....	26
4.2	Pengukuran intensitas cahaya menggunakan lux meter pada jam 14.00.....	27
4.3	Total konsumsi energi oleh pompa dalam sehari .....	29
4.4	Grafik perbandingan (a) tegangan terhadap waktu dan (b) arus terhadap waktu pada pengujian tanpa beban dan dengan beban .....	33
4.2	Grafik pengaruh suhu terhadap tegangan yang dihasilkan panel surya.....	34

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
4.1	Pengujian tanpa beban.....	25
4.2	Pengujian dengan beban.....	25
4.3	Pengujian Intemsitas Cahaya.....	27



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA MEDAN

## DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul Lampiran	Halaman
1	Gambar Alat Penelitian.....	42
2	Gambar Bahan Penelitian.....	44
3	Gambar Dokumentasi Penelitian.....	46
4	Gambar Hasil Pengujian .....	47
5	Perhitungan Efisiensi Panel Surya dan Baterai .....	48
6	Perhitungan Biaya Pemakaian Listrik Panel Surya Menggunakan Metode LCOE .....	50



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA MEDAN