

**RANCANG BANGUN ALAT PERAGA KONVERSI  
ENERGI GERAK MENJADI ENERGI LISTRIK  
PADA MATA KULIAH *RENEWABLE ENERGY*  
DI PRODI PTE**

**SKRIPSI**

**Diajukan Oleh :**

**MUHAMMAD IQBAL  
NIM. 200211052**

**Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro  
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM, BANDA ACEH  
2024 / 2025**

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

### **RANCANG BANGUN ALAT PERAGA KONVERSI ENERGI GERAK MENJADI ENERGI LISTRIK PADA MATA KULIAH *RENEWABLE ENERGY* DI PRODI PTE SKRIPSI**

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh  
Sebagai Salah Satu Beban Studi Untuk Memproleh Gelar Sarjana  
dalam Pendidikan Teknik Elektro

Diajukan Oleh  
**Muhammad Iqbal**  
NIM. 200211052

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan  
Prodi Pendidikan Teknik Elektro

Disetujui oleh:

جامعة الرانيري

Pembimbing A R - R A N I R Y Ketua Program Studi  
Pendidikan Teknik Elektro

  
**Mursyidin, M.T**  
NIP.198204052023211020

  
**Dr. Hari Anna Lastya S.T., M.T.**  
NIP. 198704302015032005

**RANCANG BANGUN ALAT PERAGA KONVERSI ENERGI  
GERAK MENJADI ENERGI LISTRIK PADA MATA KULIAH  
RENEWABLE ENERGY DI PRODI PTE**

**SKRIPSI**

Telah Diuji dan Dipertahankan di Depan Tim Penguji Munaqasyah  
Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Bidang Pendidikan Teknik Elektro

Pada Hari/Tanggal : Senin, 4 Agustus 2025  
10 Safar 1447 H

Tim Penguji Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,

  
**Mursyidin, M.T**

NIP. 198204052023211020

  
**Rahmayanti, M.Pd**

NIP. 198704162025212013

Penguji I,

Penguji II,

  
**Muhammad Ikhsan, M.T**

NIP. 198610232023211000

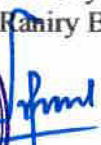
  
**Zahriah, M.Pd**

NIP. 199004132019032012

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



  
**Prof. Saiful Muluk, S. Ag., M.A., M.Ed., Ph.D.**

NIP. 197301021997031003

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Iqbal

Nim : 200211052

Prodi : Pendidikan Teknik Elektro

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Peraga Konversi Energi Gerak menjadi Energi Listrik Pada Mata Kuliah *Renewable Energy* di Prodi Pte

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiat terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila di kemudian hari ada tuntutan pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Uin Ar-Raniry.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.



Banda Aceh, 4 Agustus 2025  
Yang menyatakan,

  
Muhammad Iqbal

## ABSTRAK

Nama : Muhammad Iqbal  
NIM : 200211052  
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan / Pendidikan Teknik Elektro  
Judul : Rancang Bangun Alat Peraga Konversi Energi Gerak Menjadi Energi listrik Pada Mata Kuliah *Renewable Energy* di Prodi Pte  
Pembimbing I : Mursyidin, S.T., M.T  
Kata Kunci : Alat peraga, energi gerak, energi listrik, tenaga angin, sistem trainer, Alessi & Trollip

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat peraga konversi energi gerak menjadi energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga angin yang dikemas dalam bentuk sistem trainer. Alat peraga ini dikembangkan sebagai media pembelajaran interaktif untuk membantu mahasiswa memahami konsep dasar konversi energi terbarukan, khususnya energi angin. Metode yang digunakan dalam pengembangan adalah model Alessi & Trollip yang terdiri atas tiga tahapan, yaitu perencanaan (*planning*), perancangan (*design*), dan pengembangan (*development*). Penelitian ini melibatkan validasi ahli, untuk menilai aspek kelayakan dan fungsionalitas alat. Proses pembuatan melibatkan komponen utama seperti dinamo, kipas angin sebagai pengganti tiupan angin alami, serta beban berupa lampu LED. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat mengubah energi gerak (angin buatan) menjadi energi listrik yang mampu menyalakan beban, serta memberikan visualisasi yang efektif dalam menjelaskan prinsip kerja turbin angin. Instrumen validasi alat penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah validasi ahli media oleh Muhammad Ikhsan, M.T., dan ahli materi oleh Muhammad Rizal Fachri, M.T., untuk menguji kelayakan hasil dari alat peraga pembangkit listrik tenaga angin menggunakan sistem trainer. Berdasarkan presentase nilai yang diperoleh dari ahli media yaitu 93% dan ahli materi memperoleh nilai 80% termasuk dalam sangat layak digunakan dalam mata kuliah *Renewable energy*.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas ke hadirat Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, hidayah dan karunia-Nya yang tak terhitung jumlahnya sehingga penyusun skripsi ini dapat menyelesaikannya dengan baik, dan Tidak lupa pula kami mengucapkan shalawat dan beserta salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan seluruh umat Muslim yang ada di dunia ini. Skripsi saya yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Peraga Konversi Energi Gerak menjadi Energi Listrik Mata Kuliah *Renewable Energy* Pada Prodi PTE”**

Penulis skripsi ini menyadari bahwa penyusunan laporan ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya, penulis menyampaikan apresiasi kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kita rahmat maupun kemudahan bagi penulis dalam menyusun menyelesaikan skripsi ini.
2. Orang tua dan keluarga yang telah banyak memberikan doa maupun dukungan, saran, motivasi dan lain sebagainya demi terselesikannya skripsi ini.

3. Prof. Safrul Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Hari Anna Lastya, M.T. selaku Ketua Prodi Pendidikan Teknik Elektro.
5. Mursyidin, S.T., M.T. selaku pembimbing awal yang telah memberi bimbingan, saran maupun motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini selesai.
6. Fathiah, M.Eng. selaku penasehat akademik telah memberi saran maupun motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini selesai.
7. Bapak/Ibu dosen beserta staf Prodi Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmunya dengan penuh kasih sayang serta membina dan membantu penulis selama ini.
8. Kepada teman-teman seperjuangan di prodi pendidikan Teknik Elektro dan terkhususnya untuk leting tahun 2020.

Penulis menyadari bahwa tidak ada yang tidak terjadi maupun tidak luput dari kehendak Allah SWT. Penulis sadar masih ada kekurangan di dalam skripsi ini, penulis berusaha semaksimal mungkin dalam menyelesaikan laporan ini dan

penulis sangat berharap mendapatkan masukan maupun saran guna perbaikan di masa mendatang.

Banda Aceh, 4 Agustus 2025

Penulis

Muhammad Iqbal

NIM. 200211052



## DAFTAR ISI

|                                                       |             |
|-------------------------------------------------------|-------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....</b>              | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN SIDANG MUNAQASYAH ..</b>         | <b>ii</b>   |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA</b>               |             |
| <b>ILMIAH .....</b>                                   | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRAK.....</b>                                   | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                            | <b>v</b>    |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                             | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                              | <b>xi</b>   |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                  | <b>xii</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                        | <b>1</b>    |
| A. Latar Belakang Masalah.....                        | 1           |
| B. Rumusan Masalah.....                               | 3           |
| D. Manfaat Penelitian.....                            | 4           |
| E. Definisi Operasional.....                          | 5           |
| F. Kajian Terdahulu yang Relevan.....                 | 6           |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>                    | <b>9</b>    |
| A. Pengertian Rancang Bangun Alat Peraga.....         | 9           |
| B. Konversi Energi Gerak Menjadi Energi Listrik ..... | 14          |
| C. Macam-macam Gangguan Pada Generator .....          | 25          |

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                                              | <b>47</b> |
| A. Pendekatan dan Jenis penelitian .....                                            | 47        |
| B. Alur Penelitian.....                                                             | 49        |
| C. Cara kerja Alat peraga .....                                                     | 53        |
| D. Waktu dan Tempat Penelitian .....                                                | 53        |
| E. Intrumen Penelitian.....                                                         | 53        |
| G. Teknik Analisis Data.....                                                        | 58        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                                             | <b>61</b> |
| A. Hasil Penelitian.....                                                            | 61        |
| B. Hasil Pengujian Alat Peraga Konversi Energi<br>Gerak Menjadi Energi Listrik..... | 76        |
| C. Pembahasan.....                                                                  | 80        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>                                                           | <b>85</b> |
| A. Kesimpulan.....                                                                  | 85        |
| B. Saran.....                                                                       | 86        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                          | <b>87</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                                                | <b>91</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Skematik Alat Peraga .....                                | 14 |
| Gambar 2.2 Induksi Ggl.....                                          | 16 |
| Gambar 2.3 Kontruksi Generator Sinkron .....                         | 20 |
| Gambar 2.4. Kontruksi Generator Arus Searah.....                     | 23 |
| Gambar 2.5 Turbin Angin Miniatur.....                                | 31 |
| Gambar 2.6 Generator DC (Dinamo) .....                               | 32 |
| Gambar 2.7 Multimeter.....                                           | 34 |
| Gambar 2.8 Anemometer .....                                          | 35 |
| Gambar 2.9 Saklar.....                                               | 36 |
| Gambar 2.10 2 Lampu LED.....                                         | 37 |
| Gambar 2.11 Baterai.....                                             | 38 |
| Gambar 2.12 Kapasitor .....                                          | 40 |
| Gambar 2.13 Blower.....                                              | 41 |
| Gambar 2.14 Dioda Schottky (penyearah).....                          | 42 |
| Gambar 2.15 USB Modul Solar cell mini 5V Step up dc....              | 43 |
| Gambar 2.16 TP4056 Power Bank Li-ion Charger Modul<br>Protectio..... | 44 |
| Gambar 2.17 Power Inductor coil 47uh (470).....                      | 46 |
| Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian .....                             | 49 |
| Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Alat Peraga.....                 | 51 |
| Gambar 4.1 Hasil Rancangan Alat Peraga.....                          | 59 |
| Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Kecepatan Angin Terhadap<br>Tegangan..... | 69 |

## DAFTAR TABEL

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Multimeter .....                                 | 30 |
| Tabel 3. 1 Kisi-kisi Lembar Validasi Ahli Media .....       | 55 |
| Tabel 3. 2 Kisi-kisi Lembar Validasi Ahli Materi.....       | 56 |
| Tabel 3. 3 Kriteria Jawaban dan Skor Penilaian Validasi.... | 46 |
| Tabel 3. 4 Kategori Persentase Kelayakan Alat Peraga .....  | 50 |
| Tabel 4. 1 Hasil Validasi Ahli Materi.....                  | 66 |
| Tabel 4. 2 Hasil Validasi Ahli Media .....                  | 71 |
| Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Tegangan.....                    | 76 |
| Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Arus.....                        | 78 |
| Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kecepatan Angin .....            | 79 |



## LAMPIRAN

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1 Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....                                                                        | 91  |
| Lampiran 2 Dokumentasi Hasil Pengujian Tegangan .....                                                                  | 94  |
| Lampiran 3 Dokumentasi Hasil Pengujian Arus .....                                                                      | 96  |
| Lampiran 4 Dokumentasi Hasil Pengujian kecepatan angin...                                                              | 98  |
| Lampiran 5 Lembar Validasi Ahli Materi dan Validasi Ahli<br>Media .....                                                | 100 |
| Lampiran 6 Lembar Bimbingan .....                                                                                      | 108 |
| Lampiran 7 Rps Materi yang Berkaitan dengan Alat Peraga<br>Pembangkit Listrik Tenaga Angin pada<br>Pertemuan ke 6..... | 111 |



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Energi listrik bisa disebut salah satu kebutuhan utama masa kini. Energi listrik memegang peranan penting di berbagai sektor, termasuk rumah tangga, industri, dan transportasi, yang semuanya sangat bergantung padanya. Salah satu teknologi yang mulai banyak dikembangkan adalah Konversi energi gerak menjadi energi listrik, dan dapat memanfaatkan berbagai sumber energi gerak di sekitar kita, seperti aliran air, angin, atau bahkan gerakan mekanis. Konsep ini sangat relevan sebagai solusi untuk menciptakan energi listrik ramah lingkungan dan terbarukan. Selain itu, pemahaman mengenai konversi energi ini sangat penting untuk dipelajari sejak dini, khususnya bagi mahasiswa yang menekuni bidang teknik dan kelistrikan<sup>1</sup> Selain itu, Alat peraga sederhana yang dapat digunakan dalam lingkungan belajar ini akan sangat membantu dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang teknologi energi terbarukan dan penerapannya dalam kehidupan nyata.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Susanto, A. (2020). Pemahaman Masyarakat tentang Energi Terbarukan: Studi Kasus di Indonesia. *Jurnal Energi Terbarukan*, 14(2), 45-60.

<sup>2</sup> Anwar, Dian Nur, et al. "Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Tipe Hawt 3 Propeler Sebagai Media Pembelajaran: Konseptual Konversi Energi." *Steam Engineering 2.2* (2021): 65-72.

Dalam pembelajaran *renewable energy*, konsep konversi energi gerak menjadi energi listrik sering kali sulit dipahami secara teoretis. Oleh karena itu, diperlukan alat peraga yang dapat membantu mahasiswa memahami proses konversi energi secara lebih konkret dan interaktif dan konversi energi gerak menjadi energi

listrik adalah salah satu prinsip dasar dalam materi energi terbarukan. Konsep ini biasanya dikenal sebagai konversi mekanik ke listrik dan di terapkan pada berbagai perangkat, terutama generator dan turbin. Dengan adanya alat peraga ini, mahasiswa dapat melihat langsung bagaimana energi angin dapat dikonversi menjadi energi listrik melalui mekanisme turbin angin dan diharapkan mahasiswa dapat lebih memahami konsep hukum kekekalan energi, serta bagaimana energi angin dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bersih dan berkelanjutan. Selain itu alat peraga ini juga dapat digunakan sebagai media eksperimen untuk menguji berbagai faktor yang mempengaruhi efisiensi konversi energi.<sup>3</sup>

Pengembangan alat peraga ini bertujuan untuk memvisualisasikan konsep konversi energi agar lebih mudah dipahami oleh mahasiswa, Meningkatkan efektivitas

---

<sup>3</sup> Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (2001). *Multimedia for learning: Methods and development* (3rd ed.). Allyn & Bacon.

pembelajaran *renewable energy*, khususnya dalam materi energi terbarukan, mendorong eksperimen dan penelitian dalam bidang energi alternatif, menunjukkan aplikasi nyata dari prinsip fisika dalam kehidupan sehari-hari, mengembangkan kesadaran akan pentingnya energi terbarukan sebagai solusi keberlanjutan lingkungan. Dengan dirancangnya sebuah alat peraga yang mengubah energi gerak menjadi energi listrik, diharapkan dapat terciptanya media edukasi yang tidak hanya membantu pemahaman mahasiswa tetapi juga mendorong kesadaran akan pentingnya sumber energi alternatif. Alat ini diharapkan dapat digunakan di seluruh institusi pendidikan sebagai sarana untuk memperkenalkan teknologi konversi energi yang lebih ramah lingkungan.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas adapun rumusan masalah?

1. Bagaimana merancang alat peraga yang dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik efisiensi optimal?
2. Seberapa besar kelayakan dan kestabilan daya listrik yang dihasilkan oleh alat peraga tersebut ?

## **C. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah

1. Merancang dan membangun sebuah alat peraga yang dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik.
2. Menganalisis tingkat kelayakan dan kestabilan daya listrik yang dihasilkan oleh alat peraga tersebut dalam konteks penggunaan praktis dan edukatif.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini sebagai berikut.

##### **1. Manfaat untuk Pendidikan**

Alat bantu pembelajaran ini akan membantu siswa memahami prinsip yang dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik secara praktis, dan dapat meningkatkan pemahaman mereka tentang teori dan teknologi energi.

##### **2. Manfaat Teknologi**

Mendorong inovasi dalam pengembangan alat peraga berbasis energi terbarukan.

##### **3. Manfaat Bagi Lingkungan**

Dengan menggunakan alat energi khusus ini, pelajar dan masyarakat umum akan lebih sadar akan pentingnya mengembangkan sumber energi baru yang berkelanjutan dan tahan lama.

#### 4. Manfaat Ekonomi

Studi ini dapat memberikan inspirasi untuk mengembangkan alat yang lebih efisien yang dapat disesuaikan penggunaan energi skala kecil, sehingga berpotensi mengurangi menggunakan sumber daya bahan bakar fosil.

### E. Definisi Operasional

#### 1. Rancang Bangun

Mengacu pada proses perancangan dan pembuatan alat peraga, mencakup tahapan pengembangan dari perencanaan, pembuatan, hingga pengujian alat tersebut.

#### 2. Alat Peraga

Perangkat yang dirancang untuk tujuan pendidikan atau demonstrasi. Dalam hal ini, perangkat digunakan untuk menunjukkan atau mendemonstrasikan konsep perubahan energi kinetik menjadi energi listrik, yang biasanya digunakan dalam lingkungan belajar (seperti di sekolah atau universitas).

#### 3. Konversi Energi Gerak Menjadi Energi Listrik

Mengacu pada proses mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Energi gerak dapat dihasilkan dari berbagai sumber (misalnya angin, air, atau gerak mekanis) yang kemudian diubah menjadi energi listrik, seringkali melalui prinsip elektromagnetik, seperti penggunaan generator.

## F. Kajian Terdahulu yang Relevan

1. Penelitian oleh Arief, Rozihan, et al. (2023) membahas perancangan sistem monitoring arus dan tegangan pada pembangkit listrik tenaga angin menggunakan modul ESP8266 yang terintegrasi dengan Node-RED. Sistem ini memungkinkan pemantauan data secara real-time melalui dashboard dan penyimpanan otomatis ke Google Sheets, sehingga memudahkan analisis performa turbin. Relevansinya terhadap pengembangan alat peraga atau trainer PLTA angin terletak pada penerapan teknologi IoT untuk visualisasi data, yang dapat meningkatkan aspek edukatif dan interaktif pembelajaran. Pendekatan ini juga memberikan referensi teknis bagi pengembangan media pembelajaran berbasis sensor dan jaringan, meskipun penelitian tersebut masih terbatas pada skala prototipe kecil dan belum mencakup analisis efisiensi daya secara komprehensif.<sup>4</sup>
2. Aulia, Alifteria, dan Anggaryani,. (2021) Penelitian ini mengembangkan alat peraga berbasis eksperimen untuk materi konversi energi gerak menjadi energi listrik, dirancang melalui model pengembangan ADDIE (Analysis,

---

<sup>4</sup> Arief, Rozihan, et al. "Monitoring Arus dan Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan ESP8266 Berbasis Node-Red." Jurnal Teknik Elektro 12.3 (2023): 1-10.

Design, Development, Implementation, Evaluation), dan diuji pada skala laboratorium. Validitas alat peraga diuji oleh para ahli hasilnya mencapai 90 % (sangat valid), menunjukkan kesesuaian alat sebagai media pembelajaran yang efektif.<sup>5</sup>

3. Penelitian oleh Tharo, Zuraidah, Siti Anisah, dan Fatur Rahman (2024) membahas perancangan pembangkit listrik tenaga hybrid (PLTH) yang menggabungkan energi surya dan bayu sebagai media pembelajaran. Penelitian ini menitikberatkan pada integrasi dua sumber energi terbarukan dalam satu sistem untuk meningkatkan efisiensi dan kontinuitas suplai daya, serta memaksimalkan potensi sumber energi lokal. Relevansinya terhadap pengembangan alat peraga atau trainer PLTA angin terletak pada konsep penggabungan teknologi turbin angin dengan panel surya yang dapat diadaptasi sebagai model pembelajaran interaktif. Pendekatan ini memberi inspirasi desain media edukatif yang tidak hanya memperkenalkan prinsip konversi energi angin, tetapi juga integrasi multi-sumber energi, sehingga mendukung pemahaman peserta didik mengenai diversifikasi energi terbarukan dan pengelolaan sumber daya secara optimal. Pengembangan alat peraga

---

<sup>5</sup> Aulia, F., Alifleria, & Anggaryani, M. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Alat Peraga . Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha, 1-15.

atau trainer PLTA angin terletak pada penerapan konsep integrasi sistem multi-sumber energi yang dapat diadaptasi dalam skala laboratorium. Pendekatan hybrid ini memberi wawasan kepada mahasiswa tentang pentingnya diversifikasi sumber daya energi terbarukan, prinsip kerja masing-masing pembangkit (angin dan surya), serta strategi optimalisasi pemanfaatannya. Selain itu, model ini mendukung pembelajaran interaktif melalui pengukuran parameter listrik, perbandingan kinerja antar-sumber energi, dan simulasi kondisi lapangan yang lebih realistis. Penelitian ini juga dapat menjadi rujukan dalam pengembangan trainer yang tidak hanya memvisualisasikan konversi energi angin, tetapi juga mengajarkan sinergi teknologi untuk mencapai suplai energi yang lebih andal.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Tharo, Zuraidah, Siti Anisah, and Fatur Rahman. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) Surya-Bayu Sebagai Media Pembelajaran." *Sinergi Multidisiplin Sosial Humaniora dan Sains Teknologi* 1.1 (2024): 169-182.