SKRIPSI

PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK DARI *PIEZOELECTRIC* JENIS PZT DENGAN MEMANFAATKAN PUTARAN PADA GENERATOR MINI DC 24 VOLT

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

RATNA SARI DEWI

03041381924093

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

LEMBAR PENGESAHAN

PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK DARI *PIEZOELECTRIC* JENIS PZT DENGAN MEMANFAATKAN PUTARAN PADA GENERATOR MINI DC 24 VOLT

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:

RATNA SARI DEWI

03041381924093

Palembang, Maret 2023

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU
NIP. 197108141999031005

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Caroline, S.T., M.T.
NIP. 197701252003122002

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan : _____

Pembimbing Utama : Caroline, S.T., M.T.

Tanggal : 31 /Maret/2023

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Ratna Sari Dewi
NIM	: 03041381924093
Fakultas	: Teknik
Jurusan/Prodi	: Teknik Elektro
Universitas	: Universtias Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 7%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul "Prototipe Pembangkit Listrik Dari *Piezoelectric* Jenis Pzt Dengan Memanfaatkan Putaran Pada Generator Mini Dc 24 Volt" merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang,31 Maret 2023

Ratna Sari Dewi

NIM.03041381924093

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Ratna Sari Dewi
NIM	: 03041381924093
Jurusan	: Teknik Elektro
Fakultas	: Teknik
Jenis Karya	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK DARI *PIEZOELECTRIC* JENIS PZT DENGAN MEMANFAATKAN PUTARAN PADA GENERATOR MINI DC 24 VOLT

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang

Pada tanggal: 31 Maret 2023

METERAI TEMPEL

9EAKX289001800

Ratna Sari Dewi

NIM.03041381924093

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Prototipe Pembangkit Listrik Dari *Piezoelectric* Jenis PZT Dengan Memanfaatkan Putaran Generator Mini DC 24 Volt". Shalawat serta salam tak hentinya tercurahkan kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya yang Insyaallah hingga akhir zaman.

Tugas akhir ini terwujud atas bimbingan, pengarahan, dan bantuan dari berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Joni Arliansyah, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta staff.
2. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
3. Sekertaris Jurusan Teknik Elektro, Dr. Eng Suci Dwijayanti S.T.,M.S. sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah membantu penulis dalam administrasi perkuliahan.
4. Ibu Caroline, S.T., M.T. selaku pembimbing utama penulis dalam penyusunan tugas akhir dan penulisan skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
5. Ibu Ike Bayusari S.T.,M.T. , Ibu Hermawati S.T.,M.T. , dan Ibu Rahmawati S.T.,M.T. selaku dosen penguji
6. Keluarga Saya Bapak Tri Priyandhono, Ibu Suwartini, Dian Puspitasari S.T, Rudi Permayana S.Kom, Dadi Iswanto S.T, dan Nova Ayu Alifia yang telah memberi dukungan serta senantiasa mendo'akan untuk kelancaran penulisan skripsi.
7. Aldi Farezi yang telah memberi dukungan, semangat, serta membantu penulis dalam pembuatan tugas akhir hingga mendapat gelar Sarjana Teknik.
8. Keluarga kecil club robotika Universitas Sriwijaya yang telah banyak mengukir kenangan bersama semasa kuliah.
9. Keluarga Besar Teknik Elektro angkatan 2019

Penulis menyadari dalam pembuatan dan penyelesaian tugas akhir ini masih terdapat banyak kesalahan yang bersumber dari keterbatasan pengetahuan dan kemampuan pribadi dan apabila terdapat kebenaran itu senantiasa berkat bimbingan dari Allah SWT dan Bapak dan Ibu Dosen. Dengan demikian penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca. Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan

menambah ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya dan masyarakat pada umumnya .

Palembang, 31 Maret 2023

Penulis

Ratna Sari Dewi

ABSTRAK

PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK DARI *PIEZOELECTRIC* JENIS PZT DENGAN MEMANFAATKAN PUTARAN PADA GENERATOR MINI DC 24 VOLT

(Ratna Sari Dewi, 03041381924093, 2023, 40 Halaman)

Energi yang terbarukan adalah opsi atas pengembangan dari segala sumber daya yang ada yang menjadikan energi ramah lingkungan. Pemanfaatan sumber daya yang ada sangat penting guna menunjang kebutuhan energi yang semakin meningkat. Salah satu pemanfaatannya yaitu menggunakan *Piezoelektric* jenis PZT untuk menghasilkan energi listrik dari energi mekanik yang dihasilkan dari angin. Dengan memanfaatkan turbin angin yang berputar pada porosnya sebagai media pengkonversi energi mekanik. Penelitian ini menggunakan 20 *Piezoelectric* yang disusun dengan konfigurasi seri paralel serta memiliki *output* AC yang dikonversi menjadi DC menggunkan dioda *bridge*. *Output* yang dihasikan mendapatkan nilai yang rendah akan dinaikan menggunakan *boost converter*. Pengukuran arus dan tegangan menggunakan multimeter untuk setiap parameter penelitian. Penelitian ini menggunakan kecepatan angin 6,1 m/s , 6,5 m/s, dan 6,9 m/s dengan jarak masing masing kecepatan angin 20 cm, 30 cm, dan 40 cm. berdasarkan hasil analisa dengan menggunakan Kecepatan angin maka didapatkan *output* terbesar yang dihasilkan dari prototipe yaitu sebesar 3,54V dan 0,86 A dengan daya 0,003044 watt terdapat pada Kecepatan angin 6,9 m/s dengan jarak 20 cm. kecepatan angin sangat berpengaruh terhadap keluaran dari *Piezoelectric*. Semakin cepat perputaran turbin makan akan semakin intensif pemukul *Piezoelectric* bergerak dan semakin banyak getaran diterima *Piezoelectric* sehingga menghasilkan *output* yang besar.

Kata Kunci : *Piezoelectric* PZT, Kecepatan Angin, Generator

ABSTRAC

PROTOTYPE POWER PLANT OF *PIEZOELECTRIC* TYPE PZT BY UTILIZING ROTATION ON A 24 VOLT DC MINI GENERATOR

(Ratna Sari Dewi, 03041381924093, 2023, 40 Pages)

Renewable energy is an option for the development of all existing resources that make energy environmentally friendly. The utilization of existing resources is very important to support the increasing energy needs. One of its uses is to use Piezoelektric PZT-type to produce electrical energy from mechanical energy produced from wind. By utilizing a wind turbine that rotates on its axis as a medium for converting mechanical energy. This study used 20 Piezoelectrics arranged with a paralel series configuration and had AC Output converted to DC using a Bridge Diode. The output that is scored to get a low value will be increased using a boost converter. Measurement of current and voltage using a multimeter for each parameter of the study. This study used wind speeds of 6.1 m/s, 6.5 m/s, and 6.9 m/s with wind speeds of 20 cm, 30cm, and 40 cm. Based on the results of the analysis using wind intensity, the largest output produced from the prototype was 3.54V and 0.86 A with a power of 0.003044 watts found in a wind intensity of 6.9 m / s with a distance of 20 cm. Wind speed greatly affects the output of Piezoelectric. The faster the rotation of the feeding turbine, the more intensive the Piezoelectric bat will move and the more vibrations the Piezoelectric receives resulting in a large output.

Keywords : Piezoelectric PZT, Wind Intensity, Generator

DAFTAR ISI

SKRIPSI ..... **i**

LEMBAR PENGESAHAN ..... Error! Bookmark not defined.

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN ..... Error! Bookmark not defined.

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS ..... **iii**

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..... **v**

KATA PENGANTAR ..... **vi**

ABSTRAK ..... **ix**

ABSTRAC ..... **x**

DAFTAR ISI ..... **xi**

DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**

DAFTAR TABEL ..... **xv**

DAFTAR RUMUS ..... **xvi**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvii**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Perumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 2

1.4 Batasan Masalah 3

1.5 Manfaat Penulisan 3

1.6 Sistematika Penulisan 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**

2.1 Pengertian *Piezoelectric* 5

2.1.1 Efek Piezoelektrisitas 5

2.2.2 Persamaan *Piezoelectric* 6

2.2 Prinsip Kerja *Piezoelectric* 7
2.3 Jenis-Jenis *Piezoelectric* 8
2.3.1 Polyvinylidene Fluoride (PVDF) 8
2.3.2 Publum Zirconate Titanae (PZT) 8
2.4 Getaran 9
2.5 Energi Angin 9
2.6 Turbin angin 10
2.6.1 Prinsip Kerja *Turbin angin* 10
2.6.2 Klasifikasi Turbin Angin 11
2.6.2.1 Turbin angin Sumbu Horizontal (TASH) 11
2.6.2.2 Turbin angin Sumbu Vertikal (TASV) 12
2.6.3 Generator 12
2.7 Rangkaian Hubungan Seri dan Paralel 13
2.4.1 Rangkaian Seri 13
2.4.2 Rangkaian Paralel 14
2.8 Daya Listrik 15
2.8.1 Daya Aktif 15
2.8.2 Daya Reaktif 15
2.8.3 Daya Semu 16
2.9 *Boost Converter* 16
2.9 Baterai 17
2.10 Penelitian Sebelumnya 18
BAB III METODELOGI PENELITIAN 19
3.1 Lokasi Penelitian 19
3.2 Waktu Penelitian 19
3.3 Metode Penelitian 20
3.4 Diagram Alir Penelitian 21
3.5 Alat dan Bahan 22

3.6 Pemodelan Alat Penelitian 24
3.7 Skema Penyusunan *Piezoelectric* 25
3.8 Desain Alat Penelitian 26
3.9 Rangkaian Pengujian 27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 29
4.1 Umum 29
4.2 Gambar Alat 29
4.3 Hasil Perhitungan Data 30
4.4 Data Hasil Pengukuran 31
4.5 Analisa Hasil Penelitian 32
4.5.1 Grafik Tegangan 32
4.5.2 Grafik Arus 33
4.5.6 Grafik Daya 34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 36
5.1 Kesimpulan 36
5.2 Saran 37
DAFTAR PUSTAKA 38
LAMPIRAN ..... Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Material Penyusun *Piezoelectric*[1] 5

Gambar 2. 2 Pengaruh Efek *Piezoelectric* pada Bahan [3] 6

Gambar 2. 3 Persamaan *Piezoelectric* [3]. 6

Gambar 2. 4 PVDF *Piezoelectric Sensor* [7] 8

Gambar 2. 5 Bahan Keramik PZT[8] 9

Gambar 2. 6 Turbin TASH [14] 11

Gambar 2. 7 Generator DC [16] 12

Gambar 2. 8 Hubungan seri [18] 13

Gambar 2. 9 Hubungan paralel [18] 14

Gambar 2. 10 Modul Boost Converter[21] 17

Gambar 2. 11 Baterai Li-Ion 18650 [25] 17

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 21

Gambar 3. 2 Skema Penyusunan *Piezoelectric* 25

Gambar 3. 3 Desain Alat Penelitian 26

Gambar 3. 4 Rangkaian Pengujian 27

Gambar 3. 5 Rangkaian Pengukuran Arus 27

Gambar 3. 6 Rangkaian Pengukuran Tegangan 28

Gambar 4. 1 Prototipe Penelitian 29

Gambar 4. 2Grafik Jarak Setiap Kecepatan Angin Terhadap Nilai Tegangan Keluaran dari Prototipe 32

Gambar 4. 3 Grafik Jarak Setiap Kecepatan Angin Terhadap Nilai Arus Keluaran dari Prototipe 33

Gambar 4.4 Grafik Jarak Setiap Kecepatan Angin Terhadap Nilai Daya Keluaran dari Prototipe 34

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data Penelitian Berkaitan Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan 18

Tabel 3. 1 Rencana Waktu Penelitian 19

Tabel 3. 2 Alat dan Bahan..... 22

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Prototipe *Piezoelectric* 31

DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1 Muatan *Piezoelectric* 7

Persamaan 2.2 *Voltage piezoelectric*.....7

Persamaan 2.3 Hubungan Seri 13

Persamaan 2.4 Hubungan Paralel.....14

Persamaan 2.5 Daya Aktif.....15

Persamaan 2.6 Daya Reaktif 15

Persamaan 2.7 Daya Semu.....16

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lampiran Data Pengujian

Lampiran 2 Hasil Akhir Perancangan Prototipe

Lampiran 3 Gambar Pengambilan Data

Lampiran 1. 1 Data Pengujian Prototipe pada Kecepatan Angin 6,1 m/s dengan jarak 20 cm

Lampiran 1. 2 Data Pengujian Prototipe pada Kecepatan Angin 6,1 m/s dengan jarak 30 cm

Lampiran 1. 3 Data Pengujian Prototipe pada Kecepatan Angin 6,1 m/s dengan jarak 40 cm

Lampiran 1. 4 Data Pengujian Prototipe pada Kecepatan Angin 6,5 m/s dengan jarak 20 cm

Lampiran 1. 5 Data Pengujian Prototipe pada Kecepatan Angin 6,5 m/s dengan jarak 30 cm

Lampiran 1. 6 Data Pengujian Prototipe pada Kecepatan Angin 6,5 m/s dengan jarak 40 cm

Lampiran 1. 7 Data Pengujian Prototipe pada Kecepatan Angin 6,9 m/s dengan jarak 20 cm

Lampiran 1. 8 Data Pengujian Prototipe pada Kecepatan Angin 6,9 m/s dengan jarak 30 cm

Lampiran 1. 9 Data Pengujian Prototipe pada Kecepatan Angin 6,9 m/s dengan jarak 40 cm

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring pertumbuhan populasi Indonesia, konsumsi energi juga meningkat. Pada saat yang bersamaan cadangan energi fosil semakin menipis. Untuk itu dibutuhkan lebih banyak penelitian mengenai energi alternatif sebagai cadangan dari energi fosil yang sifatnya tidak terbarukan. Maka dari itu untuk menguranginya manusia mencoba untuk menciptakan alat penghasil energi.

Energi terbarukan merupakan sebuah inovasi dari sumber daya yang tersedia. Karena energi terbarukan merupakan sumber energi ramah lingkungan yang tidak membebani alam. Salah satu pemanfaatannya yaitu dengan menggunakan *Piezoelectric* sebagai pengkonversi energi mekanik diubah menjadi energi listrik dalam bentuk getaran. *Piezoelectric* adalah material yang bekerja sebagai pengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Cara kerja *Piezoelectric* ialah dengan membangkitkan listrik dari elektroda yang berbahan kristal *Piezoelectric* yang disebabkan adanya tekanan dari luar. Kristal *Piezoelectric* terkena tekanan mekanis membangun medan listrik dan menghasilkan tegangan listrik ketika berubah pada dimensinya akibat adanya tekanan dan juga adanya tarikan atau regangan yang dialami *Piezoelectric*. Hasil *output* arus dari sebuah keping *Piezoelectric* adalah sekitar 5 μA dan tegangan *output* 5 VAC. Apabila setiap keping *Piezoelectric* sejumlah besar energi yang dikumpulkan dan dikelola dapat diakumulasikan dalam sistem pembangkit listrik listrik yang menghasilkan energi listrik dalam jumlah besar[1].

Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai pemanfaatan *Piezoelectric* sebagai penghasil energi listrik. Diantaranya pemanfaatan *Piezoelectric* pada lantai yang memanfaatkan setiap pijakan menjadi energi listrik, pada polisis tidur dengan teknanan pada kendaraan yang ada diatas permukaan piezo, pada sistem pembangkit tenaga listrik menggunakan air hujan serta pada tambahan daya pada mobil [2]. Pada penelitian ini akan dilakukan konfigurasi *Piezoelectric* dengan memanfaatkan perputaran generator turbin angin. Turbin angin adalah mesin konversi energi yang mengubah atau mengkonversi energi kinetik berupa angin menjadi energi mekanik pada porosnya. Pada umumnya kincir angin sumbu horizontal ini hanya menggunakan gaya dorong angin saja, sehingga semakin besar gaya

dorong yang diterima oleh kincir angin maka semakin besar pula daya yang dihasilkan oleh kincir angin tersebut.

Hasil energi listrik yang diperoleh dari *Piezoelectric* bervariasi sesuai dengan besarnya getaran yang dihasilkan oleh *Piezoelectric* tersebut. Maka pada penelitian ini akan dibuat Prototipe Penghasil Energi Listrik Dengan *Piezoelectric* Jenis Pzt dengan memanfaatkan putaran generator dari turbin angin. Prototipe akan diuji dengan menggunakan 20 *Piezoelectric* sebagai penghasil energi listrik. *Piezoelectric* akan disusun dengan mengkombinasikan rangkaian seri dan paralel untuk menghasilkan *output*. Hasil dari prototipe tersebut akan digunakan untuk pengisian baterai skala kecil.

1.2 Perumusan Masalah

Energi listrik adalah hal yang penting dalam menompang kehidupan manusia di dunia. Namun, energi fosil yang terdapat dibumi semakin menipis dikarenakan energi fosil yang sifatnya tidak dapat diperbaharui atau tidak terbarukan. Sebagai solusi dari permasalah tersebut dengan menggunakan *Piezoelectric* sebagai salah satu cara memanfaatkan energi alternatif untuk menghasilkan energi listrik. Cara tersebut juga mengatasi solusi dalam rangka menghemat penggunaan sumber energi konvensional.

Beberapa penelitian telah banyak dilakukan, pada penelitian ini penulis memanfaatkan turbin angin sebagai media untuk mengkonversi energi kinetic dari angin sebagai pemukul *Piezoelectric* melalui getaran. Ketika ada angin yang memutar turbin pada prototipe, maka besar Kecepatan atau kecepatan angin akan diubah menjadi listrik melalui *Piezoelectric* pada system yang nantinya akan dibuat. Dengan memanfaatkan putaran dari generator turbin angin yang dirancang sedemikian rupa untuk dapat memukul *Piezoelectric* sehingga nantinya *Piezoelectric* dapat menghasilkan daya *output* untuk mengisi baterai.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian yang akan dilakukan memiliki beberapa tujuan yaitu :

1. Membuat rancang bangun pembangkit listrik dari *Piezoelectric* jenis PZT pada turbin angin horizontal.
2. Mengukur dan menganalisis tegangan serta arus yang dihasilkan dari *Piezoelectric* berdasarkan putaran dari generator turbin angin.
3. Menghitung dan menganalisis daya keluaran dari *Piezoelectric*.

1.4 Batasan Masalah

1. Hanya menggunakan *Piezoelectric* jenis PZT diameter 35 mm yang disusun secara seri dan paralel.
2. Menggunakan Kecepatan angin dengan kecepatan angin pada blower 1, 2, dan 3.
3. Menggunakan jarak 20 cm , 30 cm , dan 40 cm terhadap Blower.
4. Tidak membahas lebih lanjut mengenai turbin dan jumlah sudu.
5. Hanya menggunakan boost converter DC to DC MT3608.
6. Tidak memperhitungkan faktor ekonomis.

1.5 Manfaat Penulisan

1. Dapat dimanfaatkan sebagai alternatif penghasil energi listrik skala mikro dengan memanfaatkan angin.
2. Penulisan ini dapat memberikan gambaran dan peluang kerja peneliti dalam mengkaji serta mengembangkan lebih dalam dan terstruktur tentang pemanfaatan dari *Piezoelectric* sebagai sumber penghasil energi skala kecil.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan latar belakang dari penelitian, perumusan masalah penelitian, tujuan dari penelitian, manfaat penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas mengenai teori teori yang relevan dengan penelitian yang dilakukan serta teori pendukung dan penunjang penelitian.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas mengenai waktu dan tempat pelaksanaan penelitian, prosedur penelitian,metode penelitian, diagram alir penelitian, matriks penelitian , serta metode pengukuran data yang digunakan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai hasil penelitian yang akan ditampilkan berupa hasil pengukuran, perhitungan, pengolahann data, dan analisa hasil peneilian.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini terdapat kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk kelanjutan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. R. Ramadhan, S. Sasmono, and C. Ekaputri, "Perancangan Prototipe Konversi Hybrid Energi Suara , Energi Tekanan Dan Energi Angin Menjadi Energi Listrik Menggunakan Komponen *Piezoelectric*," *e-Proceding Eng.*, vol. 8, no. 5, pp. 4447–4457, 2021.

[2] R. Ekawita, R. A. Salam, N. Kusumawardani, and elfi yuliza, "Pengujian Konfigurasi *Piezoelectric* Penghasil Tegangan Listrik Dari Energi Mekanik," *J. Online Phys.*, vol. 6, no. 2, pp. 1–6, 2021, [Online]. Available: https://online-journal.unja.ac.id/jop/article/view/12921

[3] M. Bäker, "*Piezoelectric*a," *Funktionswerkstoffe*, pp. 49–76, 2014, doi: 10.1007/978-3-658-02970-8_3.

[4] M. S. Rohman and S. T. A. Supardi, "Lantai Piezoelektri Sebagai Penghasil Sumber Energi Listrik dengan Memanfaatkan Pijakan Kaki," p. 60, 2021, [Online]. Available: http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/89486%0Ahttp://eprints.ums.ac.id/89486/1/NASKAH PUBLIKASI.pdf

[5] R. Hendry Ade, "Prototipe Pemanfaatan *Piezoelectric* Pada Pijakan Kaki Manusia Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif," *Univ. Islam Indones. Yogyakarta*, pp. 1–47, 2020, [Online]. Available: https://dspace.uii.ac.id/bitstream/handle/123456789/28442/16524054 Raja Hendry Ade.pdf?sequence=1

[6] E. Stiawan and A. J. Taufiq, "Rancang Bangun Alat Pemanen Energi Listrik Dari Tekanan Mekanik Berbasis *Piezoelectric*," *J. Ris. Rekayasa Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 79–84, 2020, doi: 10.30595/jrre.v2i2.8280.

[7] D. Tekanan and A. Tangga, "EMITOR : Jurnal Teknik Elektro Pemanfaatan Sensor *Piezoelectric* Sebagai Penghasil Sumber Energi," 2020.

[8] M. I. Mowaviq, A. Junaidi, and S. Purwanto, "Lantai Permanen Energi Listrik Menggunakan *Piezoelectric*," *Energi & Kelistrikan*, vol. 10, no. 2, pp. 112–118, 2019, doi: 10.33322/energi.v10i2.219.

[9] N. Aini, "Profil keterampilan proses sains siswa tunarungu smalb Pada pembelajaran ipa-fisika(studi kasus terhadap siswa tunarungu di smalb negeri cicendo kota bandung),"

p. 5, 2014, [Online]. Available: http://repository.upi.edu/12618/32/S_FIS_0706654_Appendix23.pdf

[10] Suparyanto dan Rosad (2015, "turbin angin," *Suparyanto dan Rosad (2015*, vol. 5, no. 3, pp. 248–253, 2020.

[11] D. Hendrawati, Y. M. Safarudin, and A. Roihatin, "Pemanfaatan Potensi Energi Angin Di Mangunharjo Semarang Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (Pltb) Skala Mikro," *Dianmas*, vol. 10, no. 1, pp. 17–20, 2021.

[12] S. Lubis, F. Lubis, and P. Harahap, "PLTB sebagai Alternatif Energi Baru Terbarukan," *Semin. Nas. Tek.*, vol. 1(2), pp. 1–5, 2019.

[13] Maiti and Bidinger, "Definisi Turbin Angin," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 1981.

[14] - Sahid and S. Priyoatmojo, "Rancang Bangun Turbin Angin Poros Horizontal Tiga Sudu Flat Berlapis Tiga Dengan Variasi Sudut Dan Posisi Sudu," *Eksergi*, vol. 15, no. 1, p. 14, 2019, doi: 10.32497/eksergi.v15i1.1462.

[15] A. Dimas Priyambodo and A. I. Agung, "PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN MENGGUNAKAN GENERATOR DC DI PELABUHAN TANJUNG PERAK SURABAYA Achmad Imam Agung," *J. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 2, pp. 285–292, 2019, [Online]. Available: file:///D:/FILE VEBO/Teknik Penerbangan 2018/SKRIPSI/Vebo/KOMPOSIT/Jurnal Kincir Angin/document.pdf

[16] J. R. Material and M. Energi, "FT-UMSU FT-UMSU," vol. 5, no. 1, pp. 26–32, 2022.

[17] E. YULIANA, "Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel (E1)," pp. 1–4, 2016.

[18] A. Suseno, I. G. Ira, and M. Yudha, "Faktor Daya Listrik," *Erlangga*, pp. 5–21, 2006.

[19] G. Ardiansyah *et al.*, "Pemanfaatan Daya Listrik Bagi Pelanggan Tegangan," vol. XII, no. 1, pp. 19–27, 2022.

[20] D. A. Putra and R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 26, 2020, doi: 10.24036/voteteknika.v8i2.109138.

[21] A. Fathurachman, A. Najmurrokhman, and Kusnandar, "Perancangan Boost Converter Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *Batara Pilar Tek.*, p. 5, 2018.

[22] M. T. Afif and I. A. P. Pratiwi, “Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid Dan Nickel-Metal Hydride Pada Penggunaan Mobil Listrik-Review,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 95–99, 2015.

[23] W. D. Hill, “Battery,” *English J.*, vol. 69, no. 5, p. 55, 1980, doi: 10.2307/817656.