

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN GENERATOR MAGNET PERMANEN DENGAN  
GERAK TRANSLASI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
GELOMBANG SUNGAI**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**AKBAR DWI FORTUNA**

**03041381722117**

**JURUSAN TEKNIK  
ELEKTRO FAKULTAS  
TEKNIK UNIVERSITAS  
SRIWIJAYA**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**RANCANG BANGUN GENERATOR MAGNET PERMANEN DENGAN**  
**GERAK TRANSLASI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA**  
**GELOMBANG SUNGAI**



**SKRIPSI**  
**Dibuat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik**  
**Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**AKBAR DWI FORTUNA**  
**03041381722117**

Palembang, Juli 2021

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,  
Pembimbing Utama




**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**

**NIP : 197108141999031005**

**Ir. Hj. Sri Agustina, M.T.**

**NIP : 196108181990032003**

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

TandaTangan :  \_\_\_\_\_

PembimbingUtama : Ir. Hj. Sri Agustina M.T.

Tanggal : \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

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

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

Nama : Akbar Dwi Fortuna  
NIM : 03041381722117  
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:

**RANCANG BANGUN GENERATOR MAGNET PERMANEN  
DENGAN GERAK TRANSLASI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
GELOMBANG SUNGAI**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/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: Juli 2021

Akbar Dwi Fortuna

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Akbar Dwi Fortuna  
NIM : 03041381722117  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik Elektro  
Universitas : Sriwijaya

Hasil Pengecekan

Software *iThenticate/Turnitin*: 19 %

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Rancang Bangun Generator Magnet Permanen Dengan Gerak Translasi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.



Akbar Dwi Fortuna  
NIM. 03041381722117

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan karunia-Nya serta salam dan shalawat agar tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah SWT, penulis dapat membuat tugas akhir ini yang berjudul “Rancang Bangun Konverter Sebagai Penyearah Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai Dengan Memanfaatkan Sungai Musi”.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Penulisan tugas akhir ini atas dasar pengamatan langsung ke lapangan, wawancara dan membaca literatur-literatur yang berkaitan dengan isi tugas akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih, kepada pihak yang telah membantu sehingga dapat menambah wawasan penulis dengan membandingkan antara teori praktek dan lapangan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, karena telah memberikan penulis kesehatan dalam proses penulisan tugas akhir.
2. Kedua orang tua, yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral dan materi
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya beserta staff.
4. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta staff.
5. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua
6. Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya
7. Ibu Ir.Hj. Sri Agustina, 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.

8. Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. dan Bapak Ir. Sariman, M.S. selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan ilmu serta membimbing dan arahan pada penulisan skripsi ini
9. Bapak Ir. H. Ansyori, M.T. selaku dosen pembimbing akademik, yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran dan masukan dalam pengambilan mata kuliah
10. Keluarga besar Teknik elektro Angkatan 2017
11. Tim robotika Teknik elektro
12. Dini Ayu Safitri atas dukungan moral yang diberikan kepada penulis selama proses penulisan tugas akhir.

Semoga bantuan, dukungan dan doa yang telah diberikan dapat menjadi suatu keberkahan dan diridhoi Allah SWT. Dan penulis mengharapkan tugas akhir ini bisa memberikan sumbangsih bagi ilmu pengetahuan dan teknologi yang bermanfaat bagi banyak orang.

Palembang, Juli 2021



Penulis

**ABSTRAK**  
**RANCANG BANGUN GENERATOR MAGNET PERMANEN DENGAN**  
**GERAK TRANSLASI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA**  
**GELOMBANG SUNGAI**

(Akbar Dwi Fortuna 03041381722117. 2021)

---

Dalam penelitian ini, Generator magnet permanen yang dirancang memanfaatkan gelombang sungai musisi sebagai input penggerak dari generator yang dirancang. Gelombang sungai akan menggerakkan pelampung yang di atasnya telah tersusun secara vertical beberapa magnet permanen yang akan memotong medan magnet dari kumparan stator. Generator di desain untuk bergerak secara translasi sesuai dengan gerak gelombang. Menurut hasil perhitungan, generator magnet permanen yang dirancang mampu membangkitkan tegangan sebesar 18 volt. Hasil pengukuran secara langsung, didapatkan tegangan rata – rata yang mampu dibangkitkan pembangkit adalah sebesar 10,9 volt. Terdapat selisih tegangan sebanyak 6 volt antara perhitungan secara teoritis dan pengambilan data secara langsung. Perbedaan hasil ini diakibatkan oleh rugi – rugi pada alat. Rugi akibat gesekan, celah udara, dan panjang kabel. Besarnya gelombang, kondisi cuaca dan banyaknya kapal yang lewat dapat mempengaruhi kestabilan dan besarnya tegangan yang didapatkan. Terdapat berbagai kendala dalam pengambilan data, contohnya kapal tongkang yang parkir sehingga menghalangi alat untuk diletakkan. Rugi – rugi rangkaian dan rugi mekanik juga dapat mempengaruhi output tegangan yang dihasilkan. Berdasarkan hasil dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penerapan generator magnet permanen yang bergerak secara translasi memanfaatkan gelombang sungai mempunyai potensi untuk menghasilkan tegangan.

**Keyword** : Gelombang sungai, generator magnet permanen, gelombang, translasi.



**ABSTRACT**  
**DESIGN AND CONSTRUCTION OF PERMANENT MAGNETIC**  
**GENERATOR WITH TRANSLATION MOTION IN RIVER WAVE POWER**  
**POWER PLANT**

(Akbar Dwi Fortuna 03041381722117. 2021)

---

In this study, the permanent magnet generator designed utilizes the waves of the Musi River as the driving input of the designed generator. The river waves will move the float above which has been arranged vertically several permanent magnets which will cut the magnetic field from the stator coil. The generator is designed to move translationally according to wave motion. According to the calculation results, the designed permanent magnet generator is capable of generating a voltage of 18 volts. The results of direct measurements, obtained the average voltage that can be generated by the generator is 10.9 volts. There is a voltage difference of 6 volts between theoretical calculations and direct data collection. The size of the waves, weather conditions and the number of passing ships can affect the stability and magnitude of the voltage obtained. There were several obstacles when data was collected, such as ships being parked too tightly so that PLTGS could not be placed. Circuit losses and mechanical losses can also affect the resulting voltage output. Based on the results of this study, it can be concluded that the application of a permanent magnet generator that moves translationally utilizing river waves has the potential to generate voltage.

**Keyword** : River wave, Permanent magnet generator, Wave, Translation move

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN DOSEN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK.....</b>	<b>xiii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS .....</b>	<b>xiv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Sistematika Penulisan .....	3

<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Generator.....	5
2.1.1 Prinsip Kerja Generator Magnet Permanen .....	5
2.1.2 Generator Magnet Permanen .....	6
2.1.3 Magnet Permanen .....	6
2.2 Bagian - Bagian Generator Magnet Permanen .....	7
2.2.1 Rotor .....	7
2.2.2 Stator .....	8
2.3 Proses Pembentukan GGL.. .....	9
2.3.1 Hukum Faraday.....	9
2.3.2 Hukum Lenz.....	10
2.3.3 Fluks Magnetik .....	11
2.3.4 Gaya Lorentz.....	11
2.3.5 Persamaan Fluks di Stator.....	12
2.4 Gerak Translasi .....	13
2.5 Kapasitas Generator .....	13
2.6 Gelombang Sungai di Palembang.....	13
2.7 Faktor Alam yang Mempengaruhi PLTGS .....	14
2.7.1 Cuaca dan Iklim .....	14
2.7.2 Pasang Surut Air .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Studi Literatur .....	16
3.2 Waktu Penelitian .....	16
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	16
3.4 Metode Penelitian .....	18
3.5 Cara Kerja Generator Magnet Permanen Pada PLTGS .....	19
3.6 Konstruksi Alat dan Komponen yang Digunakan .....	20
3.6.1. Komponen Penyusun Generator.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7 Desain Rancang Bangun Generator Magnet Permanen.....	30
3.7.1 Rancang Bangun Rotor Generator pada PLTGS.....	32
3.7.2 Rancang Bangun Stator Pada PLTGS .....	32
3.8 Rangkaian Listrik PLTGS.....	33
3.9 Tabel Penelitian .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>35</b>
4.1 Umum .....	35

4.2	Data Perhitungan Teoritis .....	35
4.3	Data Energi Listrik yang Mampu Dibangkitkan.....	36
4.3.1	Rata – Rata Hasil Tegangan yang Terukur.....	39
4.4	Analisa Hasil Pengukuran.....	39
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>42</b>
5.1	Kesimpulan .....	42
5.2	Saran .....	42
DAFTAR PUSTAKA .....		44

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1</b> Generator .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Prinsip Kerja Generator .....	7
<b>Gambar 2.3</b> Magnet Neodymium .....	8
<b>Gambar 2.4</b> Rotor .....	8
<b>Gambar 2.5</b> Stator .....	9
<b>Gambar 2.6</b> Fluks magnet ketika digerakkan terhadap kumparan .....	10
<b>Gambar 2.7</b> Fluksi magnetik .....	13
<b>Gambar 2.8</b> Kaidah tangan kanan .....	14
<b>Gambar 3.1</b> Cara Kerja Generator Magnet Permanen .....	15
<b>Gambar 3.2</b> Magnet Neodymium .....	15
<b>Gambar 3.3</b> Koker kumparan .....	16
<b>Gambar 3.4</b> Kawat tembaga .....	19
<b>Gambar 3.5</b> Kerangka penyangga komponen .....	21
<b>Gambar 3.6</b> Pelampung .....	22
<b>Gambar 3.7</b> Tuas penyangga kumparan lilitan .....	25
<b>Gambar 3.8</b> Bearing pillow block .....	26
<b>Gambar 3.9</b> Baterai .....	27
<b>Gambar 3.10</b> Konverter .....	28
<b>Gambar 3.11</b> Desain PLTGS .....	29
<b>Gambar 3.12</b> Desain Generator magnet permanen .....	30
<b>Gambar 3.13</b> Foto alat .....	31
<b>Gambar 3.14</b> Rangkaian listrik PLTGS .....	32

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Hala</b>
<b>man</b>	
<b>Tabel 3.1</b> Waktu Penelitian .....	23
<b>Tabel 3.2</b> Diagram Alir Penelitian .....	27
<b>Tabel 3.3</b> Spesifikasi Magnet .....	29
<b>Tabel 3.4</b> Spesifikasi Kawat Tembaga .....	30
<b>Tabel 3.5</b> Spesifikasi Penyangga Komponen .....	31
<b>Tabel 3.6</b> Spesifikasi Pelampung .....	32
<b>Tabel 3.7</b> Tabel Penelitian.....	35
<b>Tabel 4.1</b> Penelitian hari pertama (keadaan baterai kosong) .....	<b>31</b>
<b>Tabel 4.2</b> Penelitian hari ke-2 .....	32
<b>Tabel 4.3</b> Penelitian hari ke-3 .....	32
<b>Tabel 4.4</b> Penelitian hari ke-4 (Keadaan baterai kosong) .....	33
<b>Tabel 4.5</b> Penelitian hari ke-5 .....	33
<b>Tabel 4.6</b> Rata – rata hasil tegangan yang terukur .....	34

## DAFTAR RUMUS

<b>Rumus</b>	<b>Halaman</b>
Rumus 2.1 .....	9
Rumus 2.2 .....	11
Rumus 2.3 .....	13
Rumus 2.4 .....	13

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi listrik adalah suatu bentuk energi yang digunakan dalam sebagian besar kegiatan manusia. Sekarang, pemenuhan kebutuhan masyarakat terhadap energi listrik sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil yang bersifat tidak terbarukan, yang berarti akan habis di masa mendatang. Indonesia harus menemukan jalur alternatif untuk menghasilkan energi listrik tanpa menggunakan bahan bakar fosil. Jalur alternatif yang dimaksud adalah menggunakan energi - energi terbarukan untuk menghasilkan energi listrik, energi - energi tersebut telah tersedia di alam dan tidak terbatas jumlahnya. Melihat topografi Indonesia yang merupakan negara kepulauan dengan sebagian besar wilayahnya terdiri dari air. Air merupakan salah satu energi terbarukan yang tidak terbatas jumlahnya, sehingga ide mengenai pembangkit listrik yang menggunakan gelombang air dan gelombang sungai sebagai energi penggerak generator harus lebih sering dibicarakan dan dikembangkan.

Secara geografis, Sumatera Selatan khususnya kota Palembang tidak terletak ditepian laut, Secara geografis wilayah Kota Palembang berada antara  $2^{\circ} 52'$  -  $3^{\circ} 5'$  LS dan  $104^{\circ} 37'$  -  $104^{\circ} 52''$  BT dengan luas wilayah  $400,61 \text{ Km}^2$  [1] ditepian sungai dan berada tidak jauh dari Selat Bangka dengan sungai Musi sebagai jalur perairan utama. Hal ini memiliki arti bahwa kegiatan transportasi yang menggunakan jalur air hampir sepenuhnya melalui sungai Musi. Kapal - kapal transportasi yang berlalu-lalang keluar masuk kota Palembang tentu saja akan menimbulkan gelombang atau ombak pada air. Gelombang air sungai yang tercipta bisa dimanfaatkan sebagai media penggerak generator untuk menghasilkan energi listrik.

Pembangkit listrik tenaga gelombang sungai ini menggunakan generator tipe magnet permanen. Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh saudara Boris Ardhanto Universitas Sriwijaya 2019 dengan judul “Rancang Bangun Prototype Generator Magnet Permanen Dengan Memanfaatkan Gelombang Sungai”[2]



Generator menggunakan magnet permanen bisa menghasilkan tegangan sebesar 10,4 volt. Generator yang dirancang terdiri dari lilitan yang terbuat dari tembaga yang bersifat pasif dan susunan magnet yang dirancang agar bergerak secara translasi yang berarti suatu benda bergerak dari satu titik ke titik lain searah dengan gaya atau resultan gaya. Susunan magnet di desain diatas pelampung yang terhubung dengan poros besi agar sensitif terhadap gerakan ombak. Maka dari itu, penulis membuat tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Generator pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai yang Bergerak Secara Translasi”

## **1.2 Rumusan Masalah**

Untuk menghasilkan energi listrik, terdapat berbagai macam desain generator dengan mekanisme kerja yang berbeda - beda. Penulis membahas desain generator magnet permanen yang mampu bergerak secara translasi. Magnet bergerak searah dengan resultan gaya yang diciptakan oleh gelombang sungai. Kuatnya gelombang sungai Musi sebagai *input* penggerak generator akan sangat berpengaruh terhadap *output* yang akan dihasilkan.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Membuat rancang bangun *prototype* generator magnet permanen yang bergerak secara translasi pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai (PLTGS).
2. Mengetahui besarnya tegangan output yang bisa dihasilkan dari generator magnet permanen.
3. Mengetahui lama nya waktu untuk mengisi baterai Lithium sampai penuh.
4. Mengetahui potensi gelombang Sungai Musi sebagai tempat peletakkan PLTGS.

#### **1.4 Batasaan Masalah**

Upaya agar permasalahan yang akan dibahas tidak menyimpang dan terarah. Maka pada penelitian tugas akhir ini dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

- 1.1 Penempatan alat diletakkan di Dermana Sungai Musi dibawah Jembatan Ampera.
- 1.2 Generator yang dirancang menggunakan magnet permanen yang bergerak secara translasi.
- 1.3 Pengambilan data dilakukan dari jam 09.00 - 17.00 selama 5 hari pada bulan Juni.
- 1.4 Mendesain alat menggunakan aplikasi solidwork.
- 1.5 Mengkonstruksi alat sesuai desain yang dibuat.
- 1.6 Pengambilan data dilakukan tanpa adanya beban.
- 1.7 Data output yang di ambil adalah data tegangan dari yang alat hasilkan.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah :

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Pembahasan pada bab ini melingkupi latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan dalam penyusunan laporan.

##### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pembahasan pada bab ini mengenai teori yang berkaitan dengan perencanaan dan prinsip kerja pembangkit listrik tenaga gelombang sungai.

##### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

Pada bab metodologi akan membahas mengenai waktu dan tempat melakukan penelitian, desain generator magnet permanen, persiapan yang dilakukan, pengujian, serta *flowchart* proses penelitian pembangkit listrik tenaga gelombang sungai.

##### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Lingkup pembahasan pada bab ini mengenai perhitungan energi yang dihasilkan PLTGS dan analisa hasil dari perhitungan energi.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini menjelaskan kesimpulan dan analisa yang di dapatkan dan juga berisi saran yang diperoleh hasil dari pembahasan untuk kelanjutan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. D. K. Palembang, “Profil Kota Palembang Sumatera Selatan,” p. 12, 2003.
- [2] A. P. Dewi, “Scanned by CamScanner 连发 阉,” *Int. J. Physiol.*, 2019.
- [3] P. Portela, J. Sepúlveda, and J. S. Esteves, “Alternating Current and Direct Current Generator,” *Int. J. Hands-on Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 44–46, 2008, [Online]. Available: [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9010/1/Alternating Current and Direct Current Generator.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9010/1/Alternating%20Current%20and%20Direct%20Current%20Generator.pdf).
- [4] Z. Anthony, *Mesin listrik dasar*. 2018.
- [5] M. Faraday, S. C. A. Parsons, U. King, and U. Kingdom, “the Generator,” *Electr. (Generator Electr. Plant)*, pp. 1–159, 1971, doi: 10.1016/b978-0-08-016061-0.50005-2.
- [6] UTPL *et al.*, “Part I : Theory , Construction , Principles of Operation,” vol. 40, no. 10. 2011.
- [7] H. Prasetijo, R. Ropiudin, and B. Dharmawan, “Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah,” *Din. Rekayasa*, vol. 8, no. 2, pp. 70–77, 2012.
- [8] E. Parjono, “Pengujian Rotor dan Stator Generator Sinkron 50 MW di PLTU Unit 1 PT INDONESIA POWER UBP SEMARANG,” 2008.
- [9] I. American Society of Power Engineers, “Basic Ac Electrical Generators,” p. 67, [Online]. Available: [http://www.asope.org/pdfs/AC\\_Electrical\\_Generators\\_ASOPE.pdf](http://www.asope.org/pdfs/AC_Electrical_Generators_ASOPE.pdf).
- [10] R. J. Barish, “Basic Physics,” *Radiat. Biol.*, pp. 3–26, 2020, doi: 10.4324/9780429279034-1.
- [11] Y. E. Ragu, “PENGUKURAN KOEFISIEN REDAMAN MAGNETIK PADA MAGNET NEODYMIUM (NdFeB) YANG BERGERAK DI DALAM PIPA ALUMINIUM MENGGUNAKAN ANALISIS VIDEO,” 2013.

- [12] A. Budiman, H. Asy'ari, and A. R. Hakim, "Desain Generator Magnet Permanen Untuk Sepeda Listrik," *Emitor*, vol. 12, no. 01, pp. 59–67, 2005.
- [13] P. F. Kelly, "The Lorentz Force," *Electr. Magn.*, pp. 173–190, 2020, doi: 10.1201/b17765-8.
- [14] J. Fisika and U. Brawijaya, "Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang," vol. 2, no. 1, 2013.
- [15] P. Pandiangan and Y. Sumardi, "Kelistrikan dan Kemagnetan," *Konsep Dasar IPA di SD*, pp. 11.1-11.62, 2018.