

**EVALUASI GENERATOR MAGNET PERMANEN PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA GELOMBANG SUNGAI**



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

MUHAMMAD HUSAM ABIYYU

03041381621082

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI GENERATOR MAGNET PERMANEN PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG SUNGAI**



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh:

MUHAMMAD HUSAM ABIYU

03041381621082

Palembang, 30 Maret 2022

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

NIP. 197108141999031005

Menyetujui,

Pembimbing Utama


Ir. Hj. Sri Agustina, M.T.

NIP. 196108181990032003

LEMBAR PERNYATAAN DOSEN

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

Tanda Tangan

:  _____

Pembimbing Utama : Ir. Hj. Sri Agustina, M.T.,

Tanggal

: 30 / 3 / 2022.

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

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

Nama : Muhammad Husam Abiyyu
NIM : 03041381621082
Jurusan/Prodi : 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:

**EVALUASI GENERATOR MAGNET PERMANEN 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 HakCipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Palembang

Pada Tanggal: 30 Maret 2022

Yang Menyatakan,



Muhammad Husam Abiyyu

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini.

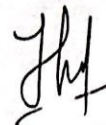
Nama : Muhammad Husam Abiyyu
NIM : 03041381621082
Fakultas : Teknik
Jurusan/ Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil pengecekan software *iThenticate/ Turnitin*: 11%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Evaluasi Generator Magnet Permanen Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai” 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.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 30 Maret 2022



Muhammad Husam Abiyyu

NIM. 03041381621082

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Evaluasi Generator Magnet Permanen Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai”. Shalawat dan beserta salam tercurahkan kepada Rasullullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Dalam Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan dan kekuatan dalam penulisan skripsi ini;
2. Kedua orang tua tercinta papa dan mama. Terima kasih atas segala doa dan dukungannya baik secara materil maupun immaterial sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini;
3. Adik-adik dan keluarga besarku;
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya beserta jajaran;
5. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Joni Arliansyah, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta staff;
6. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya;
7. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.T. selaku sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya;
8. Ibu Ir. Hj. Sri Agustina, S.T., M.T selaku pembimbing utama penulis dalam penyusunan dan penulisan skripsi sekaligus pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini;

9. 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 padapenulisan skripsi ini;
10. Bapak dan Ibu Dosen di Teknik Elektro Universitas Sriwijaya, terima kasih atas segala ilmu dan dedikasinya yang telah diberikan kepada penulis selama ini;
11. Keluarga Besar Teknik Elektro Kampus Palembang Angkatan 2016;
12. Alvina Zada Azaria atas dukungan moral yang diberikan kepada penulis selama proses penulisan tugas akhir;
13. Sahabatku Muhammad Dzikri Ahmaruddin, Ahmad Hawaari Oktofani, M. Dimas Juliansyah, M. Firhan Riduan;
14. Sahabatku di Script Family Oyadimcy, Yoga Gilang, M. Hanif Ramadhan, M. Farid Landriandani, Diah Yulianti, Astri Puspita K., Dhiya Dwi F., Veny Alvionita, Zerti Oktaveni, dan Eggi Vebiola.
15. Teman – temanku Hary, Sagra, Asrul, Alem, Yadi, Adit, Fariz, Eprik, Tobi, Ade, dan Suef.

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

Palembang, 30Maret 2022



Muhammad Husam Abiyyu

ABSTRAK

EVALUASI GENERATOR MAGNET PERMANEN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG SUNGAI

(Muhammad Husam Abiyyu 03041381621082. 2022)

Dalam evaluasi ini, banyak faktor yang menyebabkan perbedaan hasil tegangan pada rancang bangun generator magnet permanen antara perhitungan teoritis dan pengukuran yang dilakukan. Diantaranya jumlah lilitan, lebar celah udara, dan diameter kawatnya. Semakin banyak jumlah lilitan maka akan semakin besar pula hasil tegangan yang dihasilkan, sedangkan untuk lebar celah udara semakin kecil celah maka akan semakin besar hasil tegangan yang dikeluarkan. Menurut hasil evaluasi, jumlah lilitan yang diperlukan dalam perencanaan generator adalah 2860 lilitan agar dapat mendekati hasil perhitungan. Dan tegangan maksimum yang dapat dihasilkan dalam perhitungan adalah 12,26 V. Terdapat perbedaan tegangan sebesar 1,36 V antara hasil pengukuran rata – rata dan hasil perhitungan. Persentase perbedaan tegangannya sekitar 12,5 % yang merupakan sebuah keberhasilan dalam rancang bangun, sebab dalam perencanaan tidak diperhitungkan jatuh tegangan akibat dari resistansi kumparan. Dan dalam rancang bangun generator, celah udara berperan penting dalam menghasilkan GGL induksi. Karena itu diperlukan perhitungan celah udara yang lebih teliti agar GGL yang dihasilkan lebih besar.

Kata Kunci : Generator magnet permanen, jumlah lilitan, lebar celah udara, GGL induksi.

ABSTRACT

EVALUATION OF PERMANENT MAGNETIC GENERATOR IN RIVER WAVE POWER PLANT

(Muhammad Husam Abiyyu 03041381621082. 2022)

In this evaluation, many factors cause the difference in voltage results in the design of the permanent magnet generator between the theoretical calculations and the measurements carried out. Among them are the number of turns, the width of the air gap, and the diameter of the wire. The greater the number of turns, the greater the resulting voltage will be, while for the width of the air gap, the smaller the gap, the greater the output voltage. According to the evaluation results, the number of turns required in the generator design is 2860 turns in order to approximate the calculation results. And the maximum voltage that can be generated in the calculation is 12.26 V. There is a voltage difference of 1.36 V between the average measurement results and the calculation results. The percentage difference in voltage is about 12.5% which is a success in design, because in planning it is not necessary to consider the results of the coil. And in the design generator, the air gap plays an important role in generating GGL induction. Therefore, it is necessary to take into account the air gap more thoroughly so that the resulting GGL is greater.

Keywords : *Permanent magnet generator, number of turns, width of air gap, GGL induction.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN DOSEN	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Generator	4
2.2 Tegangan Yang dibangkitkan Oleh Magnet Permanen	5
2.3 Hukum Induksi <i>Faraday</i>	7

2.4	Menghitung Panjang Kawat, Jumlah Lilitan, Hambatan, dan Induktansi Pada Sebuah <i>Coil/Solenoida/Inductor</i>	8
2.4.1	Menghitung Jumlah Lilitan Perlapis	9
2.4.2	Menghitung Panjang Kawat Perlapis	9
2.4.3	Menghitung Panjang Total Kawat Untuk n Lapis	9
2.4.4	Menghitung Jumlah Lilitan <i>Inductor</i>	10
2.4.5	Menghitung Hambatan Pada <i>Inductor</i>	11
2.4.6	Menghitung Nilai Induktansi <i>Inductor</i>	11
2.5	Kumparan Stator	12
2.5.1	Menentukan Jumlah Kumparan Stator.....	12
2.5.2	Komponen PLTGS	13
2.6	Komponen Sistem Kelistrikan PLTGS.....	13
2.6.1	Magnet <i>Neodymium</i>	13
2.6.2	Persamaan Fluks di Stator.....	14
2.7	Kapasitas Generator.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		15
3.1	Studi Literatur	15
3.2	Diagram Alir	15
3.3	Metode Penelitian	17
3.4	Cara Kerja Generator Magnet Permanen Pada PLTGS.....	17
3.5	Konstruksi Alat dan Komponen yang Digunakan	18
3.5.1.	Alat dan Bahan.....	18
3.5.2	Komponen Penyusun Generator	21
3.6	Desain Rancang Bangun Generator Magnet Permanen.....	25
3.6.1	Rancang Bangun Rotor Generator Pada PLTGS	27
3.6.2	Rancang Bangun Stator Pada PLTGS.....	28
3.7	Rangkaian Listrik PLTGS	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30

4.1	Umum	30
4.2	Menghitung Resistansi Kumparan.....	30
4.3	Menghitung GGL Induksi.....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....		34
LAMPIRAN		36

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Susunan Arah Arus Listrik, Gaya Magnet, dan Gaya <i>Lorentz</i>	6
Gambar 2.2 Magnet Yang Dipotong-Potong.....	6
Gambar 2.3 GGL Induksi Oleh Magnet Permanen.....	8
Gambar 2.4 Penyusun <i>Inductor</i>	9
Gambar 2.5 ESR Meter	12
Gambar 2.6 Desain Sisitem Kelistrikan PLTGS.....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir	16
Gambar 3.2 Cara Kerja Generator	17
Gambar 3.3 Magnet <i>Diodynium</i>	21
Gambar 3.4 Koker Kumparan	22
Gambar 3.5 Kawat Tembaga	22
Gambar 3.6 Konstruksi Penyangga Komponen	23
Gambar 3.7 Pelampung	24
Gambar 3.8 Tuas Penyangga Kumparan.....	25
Gambar 3.9 <i>Bearing Pillow Block</i>	25
Gambar 3.10 Desain PLTGS	26
Gambar 3.11 Desain Generator Magnet Permanen	26
Gambar 3.12 Foto Alat.....	27
Gambar 3.13 Desain Rotor Pada PLTGS.....	27
Gambar 3.14 Rancang Bangun Stator Pada Generator PLTGS	28
Gambar 3.15 Rangkaian Listrik PLTGS.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Hambatan Jenis Beberapa Bahan.....	11
Tabel 3.1 Alat Dan Bahan	18
Tabel 3.2 Spesifikasi Magnet	21
Tabel 3.3 Spesifikasi Kawat	22
Tabel 3.4 Spesifikasi Penyangga Komponen	23
Tabel 3.5 Spesifikasi Pelampung.....	24

DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
Rumus 2.1	4
Rumus 2.2	5
Rumus 2.3	7
Rumus 2.4	7
Rumus 2.5	7
Rumus 2.6	9
Rumus 2.7	9
Rumus 2.8	10
Rumus 2.9	10
Rumus 2.10	10
Rumus 2.11	10
Rumus 2.12	10
Rumus 2.13	10
Rumus 2.14	11
Rumus 2.15	14
Rumus 2.16	14

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini menghasilkan berbagai macam cara memperoleh energi alternatif yang ramah lingkungan. Laut dan sungai merupakan sumber energi listrik yang sangat menarik untuk diamati. Indonesia adalah negaramaritim yang seharusnya memiliki banyak sekali sumber energi yang dapat dikonversi menjadi energi listrik. Saat ini penelitian dan pengembangan energi listrik sudah mulai merambah ke sungai. Di berbagai pelosok desa, kualitas mikro hidro sudah semakin ditingkatkan. Palembang memiliki sungai Musi yang merupakan sarana lalulintas air, memilikirumah rakit, restoran terapung yang memperindah jantung kota Palembang. Ramainya lalulintas air, tiupan angin yang cukup memadai pada waktu-waktu tertentu telah melahirkan sebuah inspirasi untuk memanfaatkan gerak gelombang sungai dalam memperoleh energi listrik[1].

Perencanaan dan rancang bangun pembangkit listrik tenaga gelombang sungai musu sudah dilakukan oleh mahasiswa Unsri. Daniel Trivaldo Simatupang, dengan judul skripsinya “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai Musi Palembang Menggunakan Generator magnet Permanen” telah mendapatkan hasil tegangan 18,17 volt. Nilai perhitungan ini tidak melibatkan/memperhitungkan celah udara antara stator dan rotor. Sementara rancang bangun yang dilakukan oleh Akbar Dwi Fortuna yang berjudul “Rancang Bangun Generator Magnet Permanen Dengan Gerak Translasi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai” menghasilkan tegangan terukur sebesar 10,9 Volt. Rancang bangun ini dilakukan sesuai dengan perencanaannya. Terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil perhitungan dan pengukuran. Dengan spesifikasi komponen yang sama, penulis akan mengevaluasi ulang rancang bangun generator magnet permanen dengan penekanan pada jumlah lilitan dan lebar celah udara. Dengan latar belakang uraian di atas, penulis memilih judul

“Evaluasi Generator Magnet Permanen Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai” untuk skripsi ini.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam evaluasi ini perumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Berapakah lilitan yang dibutuhkan agar total tegangan dapat mencapai tegangan sesuai dengan hasil perhitungan.
2. Menghitung ulang ggl induksi yang dihasilkan dengan lebar celah udara yang sama sedemikian guna untuk memperoleh selisih hasil pengukuran hasil perhitungan yang lebih kecil.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menghitung pengaruh jumlah lilitan terhadap tegangan yang dihasilkan.
2. Menghitung nilai tegangan maksimum yang dapat dihasilkan terkait hasil perhitungan.

1.4. Sistematika Penulisan

Dalam evaluasi ini menggunakan sistematika penulisan yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Di dalam bab pendahuluan ini, berisikan latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, maupun sistematika penulisan yang digunakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Di dalam bab tinjauan pustaka ini, berisikan teori yang digunakan dalam melakukan evaluasi perencanaan pembangkit listrik tenaga gelombang sungai.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Di dalam bab metodologi penelitian ini, berisikan semua komponen yang digunakan, terutama yang menjadi dasar perhitungan dan evaluasi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Di dalam bab hasil dan pembahasan ini, berisikan lingkup perhitungan evaluasi generator.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Di dalam bab kesimpulan dan saran ini, berisikan kesimpulan dan saran terhadap pembahasan skripsi yang penulis teliti.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D.P. Kothari, *Electric Machines*. 2010.
- [2] 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).
- [3] Z. Anthony, *Mesin listrik dasar*. 2018.
- [4] 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.
- [5] UTPL *et al.*, “Part I: Theory , Construction , Principles of Operation,” vol. 40, no. 10. 2011.
- [6] 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.
- [7] E. Parjono, “Pengujian Rotor dan Stator Generator Sinkron 50 MW di PLTU Unit 1 PT INDONESIA POWER UBP SEMARANG,” 2008.
- [8] I. American Society of Power Engineers, “Basic Ac Electrical Generators,” p. 67, [Online]. Available: http://www.asope.org/pdfs/AC_Electrical_Generators_ASOPE.pdf.
- [9] R. J. Barish, “Basic Physics,” *Radiat. Biol.*, pp. 3–26, 2020, doi: 10.4324/9780429279034-1.
- [10] Y. E. Ragu, “PENGUKURAN KOEFISIEN REDAMAN MAGNETIK PADA MAGNET NEODYMIUM (NdFeB) YANG BERGERAK DI DALAM PIPA ALUMINIUM MENGGUNAKAN ANALISIS VIDEO,” 2013.
- [11] 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.
- [12] E. Hari Tiarto, 2012, “Hambatan pada Suatu Kawat Penghantar”,

<http://ekoharitiarto.blogspot.com/2012/11/hambatan-pada-suatu-kawat-penghantar.html> , Diakses pada 2 Februari 2022, Pukul 20:35 WIB.