

SKRIPSI
PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG SUNGAI
DENGAN MENGGUNAKAN ARUS SEARAH SEBAGAI SUMBER MEDAN
MAGNET



SKRIPSI

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

OLEH
EMPINDONTA EMMANUEL GINTING
03041281823061

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021

**LEMBAR PENGESAHAN
PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG SUNGAI
DENGAN MENGGUNAKAN ARUS SEARAH SEBAGAI SUMBER MEDAN
MAGNET**



SKRIPSI

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

Oleh:

EMPINDONTA EMMANUEL GINTING

03041281823061

Indralaya, Januari 2023

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Ir. Hj. Sri Agustina, M.T.

NIP. 196108181990032003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

NIP. 197108141999031005

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:


Nama : Empindonta Emmanuel Ginting
NIM : 03041281823061
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 19%

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG SUNGAI DENGAN MENGGUNAKAN ARUS SEARAH SEBAGAI SUMBER MEDAN MAGNET” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian 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.

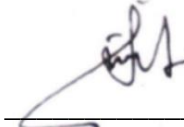
Tridralaya, Januari 2023



Empindonta Emmanuel Ginting
NIM 03041281823061

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

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

Tanda Tangan :  _____

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

Tanggal : 16/Januari/2023

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan atas khadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat kuasa-Nya lah penulis dapat membuat tugas akhir ini yang berjudul "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai Dengan Menggunakan Arus Searah Sebagai Sumber Medan Magnet".


Pada Kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih secara khusus kepada ibu Ir. Hj. Sri Agustina, M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, nasihat dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya tugas akhir ini. Selain itu juga penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat meraih gelar sarjana pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, yaitu kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro
5. Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T., dan Bapak Ir. Sariman, M.S. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
6. Bapak Wirawan Adipradana S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis dari awal perkuliahan.
7. Dosen jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
8. Keluarga penulis yang telah memberikan dukungan moral dan materi selama saya menempuh jenjang perkuliahan.
9. Teman-teman Saimara kost selaku teman serumah sekaligus keluarga selama merantau di sumatera selatan.
10. Teman-teman SMKSJI selaku teman-teman menghilangkan penat dan memperdalam iman.

11. Teman-teman electrafor kavaleri selaku teman seperjuangan yang sama-sama berjuang untuk lulus dari jurusan teknik elektro karena telah banyak membantu selama perkuliahan.

Penulis menyadari dalam pembuatan tugas akhir ini terdapat banyak kesalahan yang bersumber dari keterbatasan pengetahuan dan kemampuan pribadi oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritikan dan saran membangun yang dapat penulis jadikan sebagai masukan agar dapat lebih baik kedepannya. 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.

Indralaya, Januari 2023



Empindonta Emmanuel Ginting

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

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

Nama : Empindonta Emmanuel Ginting

NIM : 03041281823061

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

**PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG
SUNGAI DENGAN MENGGUNAKAN ARUS SEARAH SEBAGAI SUMBER
MEDAN MAGNET**

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 Indralaya

Pada Tanggal Januari 2023



Empindonta Emmanuel Ginting

ABSTRAK
PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG SUNGAI
DENGAN MENGGUNAKAN ARUS SEARAH SEBAGAI SUMBER MEDAN
MAGNET

(Empindonta Emmanuel Ginting, 03041281823061, 2023)

Pembangkit listrik tenaga gelombang sungai (PLTGS) merupakan pembangkit listrik nonkonvensional yang menggunakan gelombang vertikal sungai untuk membangkitkan energi listrik. PLTGS pada penelitian ini menggunakan arus DC sebagai sumber magnet pada rotor. Gelombang vertikal dari sungai akan menggerakkan rotor naik turun terhadap stator dengan variasi kumparan 1500,1750,2000,2250,dan 2500. Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana perubahan fluks magnet pada rotor dan besar tegangan output dari PLTGS. Desain PLTGS dalam penelitian ini dibuat dengan menggunakan aplikasi Solidwork. Perubahan fluks magnet pada rotor dapat dilihat menggunakan software COMSOL Multiphysics. Output dari PLTGS yang berupa tegangan akan didapatkan menggunakan rumus tegangan induksi. Fluks magnet pada rotor PLTGS memiliki nilai minimum 3.61×10^{-4} T pada bagian luar dari besi homogen dengan 13 lilitan yang dialiri arus DC sebesar 3A dan dengan nilai maksimum 2.62 T pada bagian tengah besi homogen. Besar tegangan output dari PLTGS adalah 246.75 volt untuk variasi 1500 lilitan sedangkan untuk variasi 2500 volt didapatkan besar tegangan output dari PLTGS sebesar 411.25 volt. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak lilitan pada stator maka semakin besar pula tegangan yang terjadi pada PLTGS.

Keyword : Pembangkit listrik tenaga gelombang sungai, Arus DC, kumparan

ABSTRACT
RIVER'S WAVE ENERGY PLANT DESIGN USING DIRECT CURRENT AS
SOURCE OF MAGNETIK FORCE

(Empindonta Emmanuel Ginting, 03041281823061, 2023)

River's wave energy plant (PLTGS) is nonconventional energy plant that use vertical wave of river to produce electrical energy. PLTGS in this research use direct current as magnetic force's source in rotor. River's Vertical wave will move rotor up and down towards the stator with coil variation 1500, 1750, 2000, 2250, and 2500 turns . The purpose of this research is to see how magnetic flux in the rotor and how big the output of PLTGS. Design of PLTGS was made using Solidworks software. The change of magnetic flux in rotor can be seen in COMSOL Multiphysics software. PLTGS' output which is voltage will be gotten by using induction voltage equation. The magnetic flux on the PLTGS rotor has a minimum value of 3.61×10^{-4} T on the outside of the homogeneous iron with 13 turns carrying a DC current of 3A and with a maximum value of 2.62 T in the center of the homogeneous iron. The output voltage of PLTGS is 246.75 volts for a variation of 1500 turns, while for a variation of 2500 turns, a large output voltage of PLTGS is 411.25 volts. This proves that the more turns on the stator, the greater the voltage that occurs in the PLTGS.

Keyword : River's wave energy plant, Direct current , coil

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Magnet.....	5
2.1.1 Jenis-Jenis Magnet.....	5
2.1.2 Medan Magnet	6
2.1.3 Hubungan antara Medan Magnet dan Listrik	8
2.2 Hukum Oersted.....	10
2.3 Hukum Biot Savart.....	11

2.4 Hukum Faraday	13
2.5 Pembentukan GGL Induksi	15
2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai (PLTGS)	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Lokasi Penelitian	19
3.2 Waktu Penelitian	19
3.3 Desain PLTGS	20
3.4 Desain Stator	20
3.5 Desain Rotor	21
3.6 Tahapan Penelitian	22
3.7 Peralatan dan Bahan	23
3.8 <i>Flowchart</i> Penelitian	24
3.9 Data Hasil Penelitian	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Umum	27
4.2 Frekuensi, Periode, dan Cepat Rambat Gelombang Sungai	27
4.3 Perhitungan Fluksi Magnet Rotor	28
4.4 Perhitungan GGL pada PLTGS	30
4.5 Analisa Hasil Percobaan	34
BAB V KESIMPULAN.....	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Garis gaya pada magnet dengan 2 kutub.....	6
Gambar 2.2 Bentuk hubungan antara energi listrik dan medan magnet	8
Gambar 2.3 Kaidah Tangan Kanan.....	10
Gambar 2.4 Elemen kawat yang dialiri arus listrik menghasilkan medan magnet.....	11
Gambar 2.5 Percobaan Faraday	13
Gambar 2.6 Proses Sederhana Pembangkitan GGL pada rotor	16
Gambar 2.7 Gelombang Keluaran Generator AC 3 Fasa.....	16
Gambar 2.8 PLTGS menggunakan PMG.....	17
Gambar 2.9 Rangkaian elektronik generator PLTGS	18
Gambar 3.1 Desain PLTGS.....	20
Gambar 3.2 Desain Stator	21
Gambar 3.3 Desain Rotor.....	22
Gambar 3.4 Software SolidWorks	23
Gambar 3.5 Software COMSOL Multiphysics	24
Gambar 3.6 Flowchart Penelitian.....	25
Gambar 4.1 Proses yang Terjadi pada PLTGS	30
Gambar 4.2 Gambar Perubahan Fluks pada Rotor menggunakan COMSOL Multiphysics	31
Gambar 4.3 GGL Induksi pada Stator.....	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	19
Tabel 3.2 Bagan Data Penelitian.....	26
Tabel 4.1 Data Hasil Penelitian.....	33

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Hukum Lorentz	7
Rumus 2.2 Gaya Gerak Magnet	8
Rumus 2.3 Intensitas Medan Magnet.....	8
Rumus 2.4 Rapat Fluks	9
Rumus 2.5 Rapat Fluks	9
Rumus 2.6 Hukum Faraday.....	12
Rumus 2.7 Besar Medan Magnet pada Seluruh Bagian Kawat	12
Rumus 2.8 Kuat Medan Magnet	12
Rumus 2.9 Tegangan Induksi.....	14
Rumus 2.8 Tegangan RMS	15

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi berkembang seiring dengan perkembangan zaman, seiring dengan perkembangan teknologi tersebut kebutuhan akan energi juga semakin tinggi. Energi listrik merupakan sumber energi yang paling sering digunakan pada kehidupan umat manusia. Energi listrik dapat dibangkitkan menggunakan berbagai pembangkit seperti air, angin, gas alam, panas bumi, batu bara dan masih banyak lagi. Pembangkitan energi listrik yang banyak digunakan di Indonesia pada saat ini adalah PLTU. Menurut data kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), 47% dari kapasitas pembangkit energi listrik di Indonesia berasal dari PLTU. Bahan bakar yang dipakai PLTU adalah batu bara yang jumlahnya terbatas. Hal ini merupakan permasalahan yang cepat atau lambat harus dicari solusinya karena menyangkut tentang kebutuhan energi dunia. Salah satu solusi dari permasalahan tersebut adalah pembangkit listrik berbasis energi terbarukan. Hal ini merupakan alternatif bagi semua pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar yang jumlahnya terbatas. Salah satu diantaranya adalah pembangkit listrik tenaga gelombang sungai.

Pembangkit listrik tenaga gelombang sungai berbeda dari pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan gelombang horizontal dari sungai. Pembangkit listrik tenaga gelombang sungai pada penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan gelombang vertikal dari sungai. Gelombang vertikal dari sungai akan menggerakkan sumber magnet atau rotor keatas menuju arah stator dengan kumparan. Rangkaian gerakan ini akan menimbulkan gaya gerak listrik pada stator.

Penelitian yang serupa pernah dilakukan oleh saudara Regita Cahyani Syafria Rabi dari Universitas Sriwijaya pada tahun 2019 dengan judul "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai Musi Palembang Menggunakan Generator PMG-260" dan saudara Borris Adhanto dari Universitas Sriwijaya dengan judul "Rancang Bangun Prototype Generator Magnet Permanen Dengan Memanfaatkan Gelombang Air". Kedua penelitian tersebut membahas masalah pembangkit listrik gelombang sungai menggunakan generator magnet permanen. Dengan latar belakang inilah skripsi ini dibuat

dengan judul ” Perencanaan Pembangkit Listrik Gelombang Sungai Dengan Menggunakan Arus Searah Sebagai Sumber Medan Magnet”. Penelitian ini dilakukan untuk membuat rancangan pembangkit listrik gelombang sungai tetapi menggunakan sumber magnet yang berbeda yaitu magnet yang dibangkitkan menggunakan arus DC. Arus DC yang dipakai awalnya berasal dari baterai tetapi ketika pembangkit mulai berjalan maka arus DC yang diperlukan akan dialirkan melalui arus listrik yang merupakan output dari pembangkit.

1.2 Rumusan Masalah

Dilandasi oleh latar belakang tersebut penulis ingin membuat perencanaan pembangkit listrik memanfaatkan gelombang magnet menggunakan arus searah sebagai sumber magnet dengan desain yang lebih efisien dari penelitian-penelitian sebelumnya.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian dengan judul perencanaan pembangkit listrik tenaga gelombang sungai dengan menggunakan arus searah atau arus DC sebagai sumber medan magnet ini adalah sebagai berikut

1. Merencanakan serta membuat desain pembangkit listrik yang memanfaatkan gelombang sungai untuk membangkitkan energi listrik menggunakan sumber magnet arus DC.
2. Untuk melihat pergerakan fluks magnet pada rotor menggunakan aplikasi COMSOL Multiphysics.
3. Menghitung tegangan output dari PLTGS dengan sumber magnet DC menggunakan rumus tegangan induksi.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mencegah penelitian ini keluar dari arah yang telah ditentukan penulis memberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Sumber magnet yang digunakan adalah arus DC
2. Hanya membuat desain pembangkit listrik menggunakan aplikasi Solidwork
3. Perencanaan pembangkit menggunakan simulasi dari aplikasi COMSOL Multiphysics

1.5 Manfaat Penulisan

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian untuk memenuhi tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menjadi bahan referensi dan sumber informasi pada penelitian yang berkaitan lainnya.
2. Dapat membuktikan bahwa sumber magnet menggunakan arus DC dapat dipakai dalam membangkitkan energi listrik.
3. Penulis mendapatkan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat dalam merencanakan sebuah pembangkit listrik memanfaatkan gelombang sungai dengan arus DC sebagai sumber magnet.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dibagi dalam beberapa bab agar dapat menjadi pedoman bagi penulis untuk menulis. Beberapa bab tersebut yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, tujuan penulisan, perumusan masalah, manfaat penulisan, pembatasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori yang berkaitan dengan perencanaan pembangkit listrik gelombang sungai menggunakan arus searah sebagai sumber magnetnya

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang langkah-langkah penelitian, rencana penggunaan rumus, dan diagram alir penelitian.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai hasil perencanaan penelitian, pembahasan serta analisisnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan dan diuraikan mengenai kesimpulan dan saran dari hasil penelitian dari percobaan yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Anthony, *Mesin-Mesin Listrik Arus Bolak-Balik edisi Revisi*, II. Yogyakarta: ANDI, 2019.
- [2] Y. Kurniawan and Z. Zulkifli, “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Menggunakan Solenoida Dengan Pemanfaatan Fluks Magnet,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 9–13, 2019, doi: 10.30596/rele.v2i1.3111.
- [3] R. J. Barish, “Basic Physics,” *Radiat. Biol.*, pp. 3–26, 2020, doi: 10.4324/9780429279034-1.
- [4] D. HALLIDAY and R. RESNICK, *Fisika jilid 2*, 7th ed. Jakarta: Erlangga, 2010.
- [5] A. . Branspiz, Yu.A. and Kovalevsky, “Analysis of the Oersted experiments,” vol. vol.1, pp. 240–242, 1998.
- [6] L. O. Asmin, “Hukum Biot-Savart, Hukum Ampere dan Aplikasinya,” *IAIN Kendari*, pp. 1–4, 2020.
- [7] M. S. Drs. Mulyatno, “Listrik – Magnet,” pp. 1–76.
- [8] M. J. C. Edward J. Rothwell, *Electromagnetics*. 2009.
- [9] R. Cahyani Syafria Rabi, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Sungai Musi Palembang Menggunakan generator Pmg-260,” universitas sriwijaya, 2019.
- [10] D. Trivaldo, “PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG SUNGAI MUSI PALEMBANG DENGAN MENGGUNAKAN GENERATOR MAGNET PERMANEN,” 2017.
- [11] B. ADHANTO, “RANCANG BANGUN PROTOTYPE GENERATOR MAGNET PERMANEN DENGAN MEMANFAATKAN GELOMBANG AIR,” Universitas Sriwijaya, 2019.

- [12] A. D. Fortuna, "RANCANG BANGUN GENERATOR MAGNET PERMANEN DENGAN GERAK TRANSLASI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG SUNGAI," 2021.