



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PEMANFAATAN ENERGI TERSIMPAN PADA *FLYWHEEL*
UNTUK TENAGA PEMBANGKIT**

TUGAS AKHIR

APRIANI SIMARMATA

40040219650001

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV

REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

AGUSTUS 2023



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PEMANFAATAN ENERGI TERSIMPAN PADA *FLYWHEEL*
UNTUK TENAGA PEMBANGKIT**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan**

Apriani Simarmata

40040219650001

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

SEMARANG

AGUSTUS 2023

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
Dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Apriani Simarmata

NIM : 40040219650001

Tanda Tangan :

Tanggal : 14 Agustus 2023

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK

Jalan Hayam Wuruk No. 3-4
Platuran, Semarang, Kode Pos 50241
Telepon/Faks (024) 8316333
Laman: www.vokasi.undip.ac.id
email: vokasi@live.undip.ac.id

TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 188/PA/RPM/III/2023

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

Nama : Apriani Simarmata

NIM : 40040219650001

Judul Proyek Akhir : **PEMANFAATAN ENERGI TERSIMPAN PADA FLYWHEEL
UNTUK TENAGA PEMBANGKIT**

Dosen Pembimbing : Ir. H . Murni, M. T

NIP. : 19590829 198703 1 009

Isi Tugas:


1. Mendesain dan membuat konstruksi tenaga pembangkit dari energi yang tersimpan pada flywheel.
2. Menguji konstruksi konstruksi tenaga pembangkit dari energi yang tersimpan pada flywheel.
3. Membuat laporan rancang bangun tenaga pembangkit dari energi yang tersimpan pada flywheel.
4. Membuat Artikel ilmiah.

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 16 Maret 2023

Ketua PSD IV

Rekayasa Perancangan Mekanik


Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.
NIP. 197110301998021001

Tembusan:

1. Sekretaris Prodi
2. Dosen Pembimbing Proyek Akhir

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

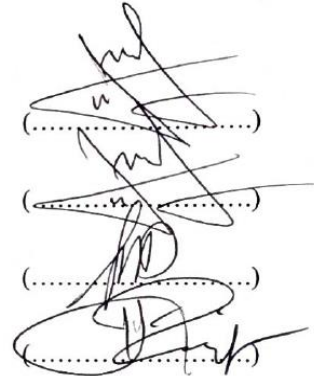
Proyek Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Apriani Simarmata
Nim : 40040219650001
Program Studi : DIV Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Proyek Akhir : Pemanfaatan Energi Tersimpan Pada
Flywheel Untuk Tenaga Pembangkit

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

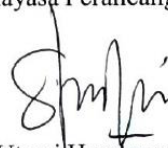
Pembimbing : Ir. Murni, MT.
Penguji I : Ir. Murni, MT.
Penguji II : Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T
Penguji III : Didik Ariwibowo, S.T, M.T



(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Semarang, 14 Agustus 2023

Ketua PSD IV
Rekayasa Perancangan Mekanik



Sri Utami Handayani, ST., MT
NIP 19760915 200312 200

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Apriani Simarmata
NIM	: 40040219650001
Jurusan/Program Studi	: DIV Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen	: Teknologi Industri
Fakultas	: Sekolah Vokasi
Jenis Karya	: Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (None-exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Pemanfaatan Energi Yang Tersimpan Pada *flywheel* Sebagai Pembangkit Tenaga

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal :

Yang menyatakan

Apriani Simarmata

MOTTO

“Habis Gelap Terbitlah Terang”

-R.A Kartini

*“If you are born poor its not your mistake,
But if you die poor its your mistake”*

-Bill Gates

“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras.
Tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan.
Tidak ada kemudahan tanpa doa.”

-Ridwan Kamil

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan berkat, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Proyek Akhir dengan judul “Pemanfaatan Energi Tersimpan Pada *Flywheel* Untuk Tenaga Pembangkit”.

Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas diponegoro. Dalam menyelesaikan laporan Proyek Akhir ini, penulis mendapatkan banyak sekali doa, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Atas berbagai bantuan dan dukungan tersebut, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Sri Utami Handayani, ST, MT. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Ir. Murni, MT. selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir
4. Drs. Juli Mriharjono, M.T. selaku Dosen Wali selama menjadi mahasiswa Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik.
5. Seluruh Dosen dan Staf Pengajar Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
6. Sindu H. Selaku Bapak Pembimbing di luar kampus yang banyak terlibat dalam penyelesaian Proyek Akhir ini

7. Kedua orang tua dan ketiga saudara saya yang tidak pernah berhenti mendukung saya sepenuhnya dari awal perkuliahan sampai pada tahap ini.
8. Novrida Iskarina Br Sinuhaji sahabat sekaligus partner saya dalam menjalankan proyek akhir ini
9. Semua teman-teman Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik angkatan 2019 dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Laporan Tugas Akhir.

Penulis menyadari masih banyak yang dapat dikembangkan pada laporan Proyek Akhir ini. Oleh karena itu penulis menerima setiap masukan dan kritik yang diberikan. Semoga Laporan Proyek Akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis sendiri dan semua pihak khususnya bagi mahasiswa Rekayasa Perancangan Mekanik.

Semarang, Agustus 2023

Apriani Simarmata

ABSTRAK

PEMANFAATAN ENERGI TERSIMPAN PADA *FLYWHEEL* UNTUK TENAGA PEMBANGKIT

Flywheel merupakan sebuah benda berbentuk silinder pejal atau cakram yang berputar yang dapat menyimpan energi kinetik untuk waktu singkat dan dapat melepaskan energi dengan lebih cepat. Energi dapat tersimpan pada *flywheel* karena adanya putaran *flywheel* dan inersia massa yang merupakan fungsi dari massa dan geometri piringan. Dengan demikian besar kecilnya pemanfaatan energi tersimpan pada *flywheel* tergantung pada pengaturan massa, geometri, dan kecepatan putar *flywheel*. Tujuan dari perancangan/penelitian ini untuk media pembelajaran penyimpanan energi pada sistem *flywheel* dan pembaruan dengan penambahan motor untuk menyuplai alternator dan beban dalam durasi lebih lama. Metode yang digunakan adalah eksperimental dengan mendesain, kalkulasi, dan pengujian. Kalkulasi yang digunakan pada penelitian ini diatur dengan variasi berat *flywheel* diantaranya; 1,56 kg, 3,11 kg, dan 4,32 kg untuk menghitung kesetimbangan daya atau energi pada pembangkit listrik sistem *flywheel*, diantaranya momen inersia, torsi, daya. Hasil Pengujian pembangkit listrik sistem *flywheel* yang sudah dilakukan didapatkan daya sebesar 0,225829884 W, 2,075415429 W, dan 2,92085116 W. Namun dari hasil kalkulasi terbesar masih didapatkan kerugian kehilangan daya sebesar 15, 71 W, dari hasil yang didapatkan daya tertinggi dan sisa putaran yang paling lama adalah jenis *flywheel* massa 4,32 Kg.

(kata kunci: *flywheel*, penyimpanan energi, momen inersia, torsi, daya)

ABSTRACT

PEMANFAATAN ENERGI TERSIMPAN PADA FLYWHEEL UNTUK TENAGA PEMBANGKIT

A flywheel is a solid cylindrical or rotating disk-shaped object that can store kinetic energy for a short time and can release energy more quickly. Energy can be stored in the flywheel due to flywheel rotation and mass inertia which is a function of the mass and disk geometry. Thus the size of the utilization of stored energy in the flywheel depends on the mass, geometry, and rotational speed of the flywheel. The purpose of this engineering/research is for learning media to store energy in the flywheel system and update it with the addition of a motor to supply the alternator and load for a longer duration. The method used is experimental by designing, calculating, and testing. The calculations used in this study were adjusted with variations in flywheel weight including: 1.56 kg, 3.11 kg, and 4.32 kg to calculate the power or energy balance in the flywheel system power plant, including moment of inertia, torque, power. Test results for the flywheel system power plant that have been carried out obtained a power of 0.225829884 W, 2.075415429 W, and 2.92085116 W. the longest is the flywheel type with a mass of 4.32 kg.

(key words: flywheel, energy storage, moment of inertia, torque, power)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
SURAT TUGAS PROYEK AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
TABEL NOTASI	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah dan Batasannya.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Luaran.....	4
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Klasifikasi Penyimpanan Energi	6
2.2 Pembangkit Listrik Sistem <i>Flywheel</i>	8
2.3 Desain Pembangkit Listrik Sistem <i>flywheel</i>	9
2.2.1 Elemen dan komponen PLSF.....	11
2.2.2 Kalkulasi dan Spesifikasi Komponen PLSF	28

2.4 Energi atau Daya pada PLSF.....	31
BAB III	32
METODE DAN PROSEDUR PELAKSANAAN TUGAS AKHIR.....	32
3.1 Metode Penyelesaian Proyek Akhir	32
3.2 Desain Dan Kalkulasi	34
3.2.1 Desain	34
3.2.2 Kalkulasi	37
3.3 Variabel Penelitian	38
3.4 Alat dan Bahan	39
3.4.1 Alat.....	39
3.4.2 Bahan	39
3.4.3 Alat Pengujian.....	40
3.5 Pengujian dan Pengoperasian Alat	40
3.6 Analisis	41
BAB IV	42
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Hasil Perancangan	42
4.2 Data Penelitian	43
4.3 Pengolahan Data.....	44
4.4 Kerugian Kehilangan Daya (<i>P losses</i>).....	51
4.5 Analisis Data	52
4.5.1 Keseimbangan Energi Pada PLSF	52
4.5.2 Grafik Hubungan Perubahan Inersia Massa Flywheel Terhadap Daya Dinamo, Alternator, dan Daya Tersimpan Pada Flywheel.....	56
4.5.3 Grafik hubungan inersia massa terhadap waktu sisa putaran	58
BAB V.....	60
SARAN DAN KESIMPULAN.....	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Desain pembangkit listrik alternatif dengan	10
Gambar 2. 2 Diagram skema alat	11
Gambar 2. 3 Aki (Baterai)	13
Gambar 2. 4 Dinamo	15
Gambar 2. 5 Bagian-bagian dinamo	15
Gambar 2. 6 poros	16
Gambar 2. 7 V-belt	17
Gambar 2. 8 Bearing.....	18
Gambar 2. 9 Puli.....	19
Gambar 2. 10 <i>flywheel</i>	20
Gambar 2. 11 Alternator.....	21
Gambar 2. 12 Solar Charge Controller	22
Gambar 2. 13 Power Inverter	23
Gambar 2. 14 Volt-ampere meter	24
Gambar 2. 15 Dimmer	24
Gambar 2. 16 Fuse.....	25
Gambar 2. 17 Toggle switch.....	26
Gambar 2. 18 Lampu Pijar AC 15 Watt	26
Gambar 2. 19 Saklar	27
Gambar 2. 20 Tachometer	27
Gambar 2. 21 Sebuah partikel berotasi di pusat sumbu 0	28
Gambar 3. 1 Diagram alir	32
Gambar 3. 2 Tampak Isometrik PLSF.....	35
Gambar 3. 3 Wiring System	36
Gambar 4. 1 Rancang PLSF	42
Gambar 4. 2 Kesetimbangan Energi 3 flywheel.....	53
Gambar 4. 3 Kesetimbangan Energi 5 <i>Flywheel</i>	54
Gambar 4. 4 Grafik perbandingan daya pada 7 <i>flywheel</i>	55
Gambar 4. 5 Hubungan inersia massa flywheel terhadap daya dinamo, alternator, dan daya tersimpan pada flywheel	56
Gambar 4. 6 Grafik hubungan inersia massa terhadap waktu sisa putaran	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi dinamo DC 795	15
Tabel 3. 1 Data <i>flywheel</i>	37
Tabel 3.3 1 Alat	39
Tabel 3.3 2 Bahan.....	39
Tabel 3.3 3 Alat Untuk Pengujian	40
Tabel 4. 1 Data pengujian 3 <i>flywheel</i> (1,56 Kg).....	43
Tabel 4. 2 Data pengujian 5 <i>flywheel</i> (3,11 Kg)	44
Tabel 4. 3 Data pengujian 7 <i>flywheel</i> (4,32 Kg)	44
Tabel 4. 4 Hasil kalkulasi <i>P losses</i> pada <i>flywheel</i> jenis 4,32 Kg.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancang Pembangkit Listrik Sistem Flywheel.....	64
Lampiran 2 Dokumentasi penelitian	75

TABEL NOTASI

Simbol	Keterangan	Hal.
I	Momen Inersia(kg/m ²)	29
m	massa (kg)	29
r	jari-jari (cm)	29
π	phi (3,14)	29
n	jumlah Putaran (Rpm)	29
ω	kecepatan Sudut (rad/s)	29
T	Torsi (Nm)	30
α	percepatan Sudut (rad/s ²)	30
t	waktu (s)	30
P	Daya (W)	30
a	ampere	-
v	tegangan (volt)	-