

SKRIPSI  
**EFEK FLYWHEEL YANG DIBUTUHKAN PADA TURBIN  
BANKI**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
2021**

SKRIPSI  
**EFEK FLYWHEEL YANG DIBUTUHKAN PADA TURBIN  
BANKI**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
2021**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Efek *Flywheel* yang dibutuhkan pada Turbin Banki  
Penyusun : Achmed Reynaldo Prihandono  
NIM : 5315155545  
Pembimbing I : Dr. Ragil Sukarno, M.T.  
Pembimbing II: Drs. H. Sirojuddin, M.T.  
Tanggal Ujian : 13 Juli 2021

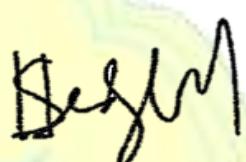
Disetujui oleh

Pembimbing I,



Dr. Ragil Sukarno, M.T.  
NIP. 19790211201212001

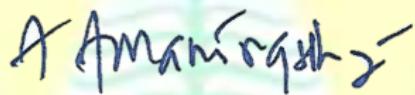
Pembimbing II,



Drs. H. Sirojuddin, M.T.  
NIP. 196010271990031003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



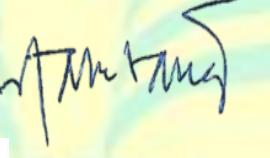
Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D.  
NIP. 197110162008122001

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Efek Flywheel yang dibutuhkan pada Turbin Banki  
Nama Mahasiswa : Achmed Reynaldo Prihandono  
Nomor Registrasi : 5315155545

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<b>Dr. Ragil Sukarno, M.T.</b> NIP. 197902112012121001 (Dosen Pembimbing I)		26/07/2021
<b>Drs. H. Sirojuddin, M.T.</b> NIP.196010271990031003 (Dosen Pembimbing II)		27/07/2021

## PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

<b>Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D.</b> NIP. 197110162008122001 (Ketua)		10/08/2021
<b>Drs. Tri Bambang AK., M.Pd.</b> NIP. 196412021990031002 (Sekretaris)		23/07/2021
<b>Dr. Catur Setyawan Kusumohadi, M.T.</b> NIP. 197102232006041001 (Dosen Ahli)		22/7/2021

Tanggal Lulus: Agustus 2021

Mengetahui  
Koor. Program Studi Pendidikan Teknik Mesin  
Universitas Negeri Jakarta



**Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D.**  
NIP. 197110162008122001

## **LEMBAR PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 10 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan



Achmed Reynaldo Prihandono  
No. Reg: 5315155545

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat – Nya sehingga penulis berkesempatan untuk menyelesaikan skripsi yang berjudul **“EFEK FLYWHEEL YANG DIBUTUHKAN PADA TURBIN BANKI”**. Skripsi ini tidak mungkin selesai tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan segala karunia – Nya dan kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan secara moril maupun materil.
2. Ibu Aam Amanningsing Jumhur, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
3. Bapak Dr. Ragil Sukarno, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Drs. H. Sirojuddin, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah melu-angkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Dra. Ratu Amilia, M.Pd., selaku Pembimbing Akademik.
6. Alumni, rekan, dan tim Turbin Banki yang selalu membantu dan memberi semangat.
7. Teman – teman seperjuangan mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin, Angkatan 2015 yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
8. Dan seluruh pihak lain yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, baik dalam sistematika penulisan maupun dalam isi materinya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca, untuk penyempurnaan dalam penulisan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap kepada Allah SWT membala segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan membawa manfaat bagi semua orang.

Jakarta, 24 Januari 2021

Penyusun,



Achmed Reynaldo Prihandono

## ABSTRAK

Turbin banki adalah jenis turbin tipe *crossflow*, yang digunakan pada pembangkit listrik mikrohidro. Salah satu komponen pada turbin tersebut adalah *Flywheel*. Efek *Flywheel* sangat penting untuk menstabilkan rotasi dan perubahan tenaga. Penelitian ini berfokus pada nilai efek *Flywheel* yang dibutuhkan oleh Turbin Banki untuk menstabilkan rotasinya. Nilai efek *Flywheel* merupakan nilai  $WR^2$  total pada Puli, Poros, *Runner* dan Generator. Debit air 2 m<sup>3</sup>/min, tinggi jatuh air 5,5m dengan *Brake Power* pada turbin 1,580 kW dan 1,422 kW pada generator. Hasil yang didapatkan bahwa nilai  $WR^2$  *Flywheel* yang diletakkan pada puli generator adalah 0,0282 kgm<sup>2</sup> dan yang diletakkan disamping *Runner* memiliki nilai sebesar 0,2818 kgm<sup>2</sup>.

*Kata Kunci:* Efek Flywheel, Flywheel, Mikrohidro, Runner, Turbin Banki



## **ABSTRACT**

*Banki Turbine is a crossflow type turbine, usually for the micro-hydro plant. One of the component in the turbine is flywheel. Flywheel effect is very important to stabilize the rotation and fluctuation of power. The study aims were to determine the flywheel effect required by the Banki turbine to stabilize its operation. Flywheel effects were the sum of WR<sup>2</sup> Pulley, Shaft, Runner, and Generator. The discharge of water 2 m<sup>3</sup>/min, head 5.5m with 1.580 kW brake power of turbine and 1.422 kW of generator. It was found that WR<sup>2</sup> value of flywheel which was placed on a small pulley of generator 0.0282 kgm<sup>2</sup> and on the turbine shaft next to runner had a value of 0.2818 kgm<sup>2</sup>.*

*Keywords:* *Banki Turbine, Flywheel, Flywheel Effect, Microhydro, Runner.*



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Pembatasan Masalah.....	6
1.4 Perumusan Masalah.....	6
1.5 Tujuan Penelitian.....	7
1.6 Manfaat Penelitian.....	7

### **BAB II KERANGKA TEORETIK**

2.1 Sumber Energi Baru dan Terbarukan.....	8
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.....	8
2.3 Turbin <i>Crossflow</i> .....	9
2.3.1 Prinsip Turbin <i>Crossflow</i> .....	10
2.3.2 Komponen Turbin <i>Crossflow</i> .....	11
2.4 Turbin Banki.....	11
2.4.1 Komponen Turbin Banki.....	13
2.4.2 Dasar Teori Turbin <i>Cross-flow</i> (Turbin Banki).....	14
2.4.3 Kecepatan Aliran Air.....	16
2.4.4 Daya Turbin.....	16

2.4.5	Efisiensi Desain Turbin.....	17
2.4.6	Putaran <i>Runner</i> Turbin (N).....	18
2.5	Efek <i>Flywheel</i> .....	18
2.6	Teori dasar Perancangan <i>Flywheel</i> atau Roda Gila.....	19
2.6.1	Koefisien Fluktuasi Kecepatan.....	20
2.6.2	Fluktuasi Energi.....	21
2.6.3	Maksimum Fluktuasi Energi.....	21
2.6.4	Koefisien Fluktuasi Energi.....	22
2.6.5	Energi Tersimpan pada <i>Flywheel</i> .....	23
2.7	AutoCAD.....	24
2.8	Inventor.....	24
2.9	Solidworks.....	24

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	26
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	27
3.3.1	Uraian Prosedur Penelitian.....	28
3.4	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data.....	35
3.5	Teknik Analisis Data.....	36

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

4.1	Efek <i>Flywheel</i> .....	37
4.2	Desain <i>Flywheel</i> .....	37
4.3	Perhitungan Efek <i>Flywheel</i> .....	38
4.3.1	Daya Aktual Turbin.....	38
4.3.1.1	Efisiensi Daya Desain Turbin.....	39
4.3.2	Nilai efek <i>Flywheel</i> yang dibutuhkan.....	39
4.3.3	Nilai efek <i>Flywheel</i> yang tersedia.....	40
4.3.4	Hasil Perhitungan nilai efek <i>Flywheel</i> .....	52
4.3.5	Perhitungan Desain Komponen <i>Flywheel</i> .....	54

4.3.5.1 Komponen <i>Flywheel</i> pada Generator.....	54
4.3.5.2 Komponen <i>Flywheel</i> pada Turbin.....	55
4.4 Diskusi.....	56
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	59
 <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	61
<b>LAMPIRAN.....</b>	65
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>	74



## **DAFTAR TABEL**

Nomor	Judul Tabel	Halaman
Tabel 2.1	Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air terhadap Kapasitas	9
Tabel 2.2	Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air terhadap Ketinggian	9
Tabel 2.3	Nilai yang diizinkan untuk $C_s$	20
Tabel 2.4	$C_e$ untuk mesin uap dan mesin pengapian dalam	23
Tabel 4.1	Spesifikasi Material Puli Kecil	40
Tabel 4.2	Spesifikasi Material Puli Besar	42
Tabel 4.3	Spesifikasi Material Poros	45
Tabel 4.4	Spesifikasi Material <i>Runner</i>	49
Tabel 4.5	$WR^2$ (Efek <i>Flywheel</i> ), Dibutuhkan dan Tersedia	53

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
Gambar 2.1	Konstruksi Turbin (Turbin <i>Crossflow</i> )	10
Gambar 2.2	Alur Air Turbin Banki <i>vertical inlet</i>	12
Gambar 2.3	Komponen Turbin Banki	13
Gambar 2.4	Jalur Air melalui <i>Runner</i>	15
Gambar 2.5	Diagram Segitiga Kecepatan	15
Gambar 2.6	Diagram Torsi untuk mesin uap 1 silinder kerja ganda	21
Gambar 2.7	Diagram Torsi untuk mesin dengan <i>multi – silinder</i>	22
Gambar 2.8	<i>Flywheel</i>	23
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.2	Model 2D <i>Flywheel</i> pada Generator	32
Gambar 3.3	Model 2D <i>Flywheel</i> pada Turbin	33
Gambar 3.4	Model 3D <i>Flywheel</i> pada Generator	34
Gambar 3.5	Model 3D <i>Flywheel</i> pada Turbin	34
Gambar 4.1	Puli Kecil	41
Gambar 4.2	<i>Rim</i> Puli Besar	42
Gambar 4.3	<i>Leg</i> Puli Besar	43
Gambar 4.4	<i>Hub</i> Puli Besar	44
Gambar 4.5	Poros	45
Gambar 4.6	Poros Puli Besar	45
Gambar 4.7	Poros Dinding Turbin (n=2)	46
Gambar 4.8	Poros <i>Runner</i>	47
Gambar 4.9	Poros <i>Flywheel</i>	47
Gambar 4.10	Poros <i>Bearing</i> (n=2)	48
Gambar 4.11	Piringan <i>Runner</i>	49
Gambar 4.12	<i>Hub</i>	50
Gambar 4.13	Sudu/ <i>Blade Runner</i>	51
Gambar 4.14	Generator Hitachi 1,5 kW TFO – K 40 IP55	53

Gambar 4.15 *Flywheel (Solid – type)* 55

Gambar 4.16 *Flywheel (Web – type)* 56



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
Lampiran 1	Desain 2D Turbin Banki	66
Lampiran 2	Desain 2D <i>Flywheel</i> pada Generator ( <i>solid-type</i> )	66
Lampiran 3	Desain 2D <i>Flywheel</i> pada Turbin ( <i>web-type</i> )	67
Lampiran 4	Sertifikat IESC 2020	67
Lampiran 5	Jurnal IESC	68
Lampiran 6	Sertifikat Stadium General	72
Lampiran 7	<i>Small Pulley Software Calculation Autodesk Inventor Professionals 2019</i>	72
Lampiran 8	<i>Large Pulley Software Calculation Autodesk Inventor Professionals 2019</i>	73



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Achmed Reynaldo Prihandono  
NIM : 5315155545  
Fakultas/Prodi : Teknik / Universitas Negeri Jakarta  
Alamat email : achmedreynaldop28@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi     Tesis     Disertasi     Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Efek Flywheel yang dibutuhkan pada Turbin Banki

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta , 30 Agustus 2021

Penulis

( Achmed Reynaldo Prihandono)  
*nama dan tanda tangan*

