



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PROTOTIPE MODEL PLTMH MENGGUNAKAN *TRIPLE* TURBIN

Sub Judul: Pemanfaatan Variasi Flywheel Guna Meningkatkan Daya pada Turbin Sentrifugal pada PLTMH

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Fadhil Ramadhan Widoyoko

NIM. 1802321045

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2021



“Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk ayah ibu, bangsa dan almamater”

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

PROTOTIPE MODEL PLTMH MENGGUNAKAN *TRIPLE* TURBIN

Oleh:

Aldri Boantua Siadari NIM. 1802321054

Fadhil Ramadhan Widoyoko NIM. 1802321045

Muhammad Arif Rohman NIM. 1802321060

Nurkholifah Amini NIM. 1802321028

Program Studi Teknik Konversi Energi

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing I

Ir. Budi Santoso, M.T.
NIP. 195911161990111001

Pembimbing II

Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si.
NIP. 196604161995122001

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Kepala Program Studi
Teknik Konversi Energi

Ir. Agus Sukandi, M.T.
NIP. 196006041998021001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

PROTOTIPE MODEL PLTMH MENGGUNAKAN *TRIPLE* TURBIN

Oleh:

Aldri Boantua Siadari NIM. 1802321054

Fadhil Ramadhan Widoyoko NIM. 1802321045

Muhammad Arif Rohman NIM. 1802321060

Nurkholifah Amini NIM. 1802321028

Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada Tanggal 25 Agustus 2021 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Ir. Budi Santoso, M.T.	Ketua Penguji I		29-08-2021
	NIP. 1959111619900111001			
2	Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si.	Ketua Penguji II		29-08-2021
	NIP. 196604161995122001			
3	Ir. Agus Sukandi, M.T.	Anggota		29-08-2021
	NIP. 196006041998021001			
4	Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T.	Anggota		29-08-2021
	NIP. 199306062019032030			

Depok, 29 Agustus 2021

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.

NIP. 197707142008121005



LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fadhil Ramadhan Widoyoko
NIM : 1802321045
Program Studi : D3 Teknik Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik Sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 29 Agustus 2021



Fadhil Ramadhan Widoyoko
NIM. 1802321045

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PEMANFAATAN VARIASI FLYWHEEL GUNA MENINGKATKAN DAYA PADA TURBIN SENTRIFUGAL PADA PLTMH

Fadhil Ramadhan Widoyoko¹⁾, Budi Santoso¹⁾, Tatun Hayatun Nufus¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

ABSTRAK

Pertumbuhan kebutuhan energi dan perkembangan lingkungan membuat bertambahnya ketertarikan terhadap pembangkit tenaga air. Pengetahuan mengenai pembangkit listrik tenaga air tersebut dibutuhkan untuk dapat mengoperasikan. Berdasarkan permasalahan tersebut penulis melakukan penelitian untuk membuat prototipe model pembangkit listrik tenaga air mikro (PLTMH) dalam skala laboratorium menggunakan turbin sentrifugal sebagai bagian media pembelajaran untuk mengetahui performa turbin. PLTMH dibuat dengan menggunakan *resevoir* dengan siklus tertutup, kemudian pompa sentrifugal digunakan sebagai sumber *head* air yang akan menggerakkan turbin. Instalasi pemipaan terpasang *valve* untuk mengatur debit air yang disalurkan ke turbin, dan dipasangkan *pressure gauge* untuk melihat besarnya tekanan pada beberapa titik yaitu *suction* pompa, dan *inlet* turbin. Data penelitian ini diambil dengan memvariasikan ukuran *flywheel* yang digunakan pada turbin sentrifugal. Data yang diambil berupa rpm, tegangan, dan arus. Hasil analisa dari kinerja PLTMH ini memiliki daya listrik maksimal pada setiap *flywheel*, yaitu pada *flywheel* diameter 30 cm adalah 69,6 Watt, *flywheel* diameter 25 cm adalah 66,38 Watt, *flywheel* diameter 22 cm adalah 66,83 Watt, *flywheel* diameter 20 cm adalah 68,06 Watt, *flywheel* diameter 10 cm adalah 64,13 Watt.

Kata-kata Kunci: Turbin Sentrifugal, Flywheel, PLTMH, Daya Listrik

ABSTRACT

The growth of energy needs and environmental development make increasing interest in hydropower. Knowledge of hydroelectric power plants is needed to be able to operate. Based on these problems, the authors conducted research to prototype micro hydroelectric models (PLTMH) on a laboratory scale using centrifugal turbines as part of learning media to find out the performance of turbines. PLTMH is made using a reservoir with a closed cycle, then the centrifugal pump is used as a water head source that will move the turbine. The piping installation is attached to the valve to regulate the discharge of water channeled to the turbine and is paired with a pressure gauge to see the amount of pressure at several points, namely the pump suction, and the turbine inlet. The study data was taken by varying the size of the flywheel used in centrifugal turbines. The data taken in the form of rpm, voltage, and current. The results of the analysis of pltmh performance has maximum electrical power on each flywheel, namely at flywheel diameter 30 cm is 69.6 Watts, flywheel diameter 25 cm is 66.38 Watt, flywheel diameter 22 cm is 66.83 Watt, flywheel diameter 20 cm is 68.06 Watt, flywheel diameter 10 cm is 64.13 Watt.

Keywords: Centrifugal Turbine, Flywheel, PLTMH, Electric Power

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Prototipe Model PLTMH menggunakan Triple Turbin**”. Dalam buku ini juga terdiri dari 4 sub judul berbeda dari setiap penulis, yaitu:

1. **Sub Judul:** Analisa Pengoperasian Model Turbin Banki pada PLTMH oleh Aldri Boantua Siadari.
2. **Sub Judul:** Pemanfaatan Variasi Flywheel Guna Meningkatkan Daya pada Turbin Sentrifugal pada PLTMH oleh Fadhil Ramadhan Widoyoko.
3. **Sub Judul:** Analisa Pengoperasian Turbin Propeller dengan Dual Turbin (Banki dan Sentrifugal) pada PLTMH oleh Muhammad Arif Rohman.
4. **Sub Judul:** Analisa Pengaruh Suhu Fluida pada Pompa Sentrifugal untuk Pengopersian *Triple* Turbin oleh Nurkholifah Amini.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah menyetujui pembuatan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Agus Sukandi, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Budi Santoso, M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan masukan dan ide dalam mengembangkan rancangan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

selalu memberikan masukan dan ide dalam mengembangkan rancangan Tugas Akhir ini.

5. Seluruh dosen kami sejak kami berada di tingkat I sampai tingkat III yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu dalam memberikan ilmu yang bermanfaat untuk kami.
6. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan doa, semangat, dukungan, dan motivasi selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
7. Rekan-rekan Program Studi Teknik Konversi Energi yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
8. Kepada pihak-pihak terkait lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu untuk membantu dalam proses pembuatan rancangan Tugas Akhir dan telah berperan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan.

Akhir kata, penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Depok, 25 Agustus 2021

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Penulis



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Lokasi Objek Tugas Akhir	2
1.6 Metode Penyelesaian Masalah	2
1.7 Manfaat yang Didapatkan	3
1.7.1 Pelaksanaan Tugas Akhir	3
1.7.2 Politeknik Negeri Jakarta	3
1.7.3 Ilmu Pengetahuan.....	4
1.8 Sistem Penulisan Tugas Akhir	4
BAB II Tinjauan Pustaka.....	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro	5
2.2 Pompa Sentrifugal.....	5



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3 Pompa Sentrifugal Sebagai Turbin	6
2.4 Generator.....	9
2.5 Flywheel.....	12
2.6 Momen Inersia	14
2.7 Momen Gaya (Torsi).....	16
BAB III Metode Penelitian.....	18
3.1 <i>Flow Chart</i> Kegiatan.....	18
3.2 Pembuatan Model Analisa PLTMH.....	19
3.2.1 Model PLTMH.....	19
3.2.2 Skema Kerja.....	20
3.3 Spesifikasi Peralatan dan Perlengkapan Model PLTMH.....	20
3.3.1 Spesifikasi Komponen Utama.....	20
3.4 Pengujian Alat.....	22
3.4.1 Waktu dan Tempat.....	22
3.4.2 Alat Bantu Perbengkelan.....	22
3.4.3 Alat Ukur yang Digunakan	23
3.4.4 Bahan yang Digunakan	25
3.5 Metode Pengumpulan Data.....	25
3.6 Metode Pengolahan Data	26
3.7 Pengamatan dan Prosedur Tahap Pengujian	26
3.8 Rangkaian Penguji.....	26
3.9 Langkah Pembuatan Alat Pengujian	27
3.9.1 Pembuatan Alat Pengujian	27
3.9.2 Langkah-Langkah Pengambilan Data	27
BAB IV Hasil dan Analisa Pengujian	28



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1 Perhitungan Flywheel.....	28
4.2 Pengujian Menggunakan <i>Prony Brake</i>	29
4.3 Hasil Data Pengujian.....	30
4.4 Analisa Data Pengujian dan Perhitungan.....	33
4.4.1 Daya Listrik, Daya Poros dan Torsi.....	33
4.4.2 Waktu Berhenti Flywheel	37
4.5 Grafik dan Analisa Data.....	38
4.5.1 Grafik Tegangan Terhadap Arus Pada Setiap Flywheel.....	38
4.5.2 Grafik Perbandingan Tegangan, Arus, dan Daya Listrik Pada Setiap Ukuran Flywheel.....	40
BAB V Kesimpulan dan Saran	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43
Daftar Pustaka.....	44
Lampiran	46

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal (Mustakim. 2015).....	5
Gambar 2. 2	Ilustrasi Kerja Pompa Sentrifugal (Mustakim, 2015).....	6
Gambar 2. 3	Arah Rotasi dan Aliran pada Pompa Sebagai Turbin (Linneman, 1988)	7
Gambar 2. 4	Segitiga Kecepatan Pompa (kanan) dan Turbin (kiri) (Linneman, 1988)	7
Gambar 2. 5	Operasi Metode Pompa vs Turbin (Centrifugal) (Linneman 1988) .	8
Gambar 2. 6	Generator (Syafrudin, Diky. 2013).....	9
Gambar 2. 7	Rotor Sangkar (<i>cage rotor</i>) Motor Induksi (Syafrudin, Diky. 2013)	10
Gambar 2. 8	Rangkaian Ekuivalen Generator (Mahalla, Suharyanto, & S. 2013)	11
Gambar 2. 9	Karakteristik Eksitasi Sendiri Generator Induksi (SEIG) (Mahalla, Suharyanto, & S. 2013).....	11
Gambar 2. 10	Momen Inersia Beberapa Bentuk Benda Tegar (Marinus, Hiendro, dan Yandri 2019).....	15
Gambar 2. 11	Momen Inersia Flywheel yang Berputar (Aminudin, M. S., Sarwono, & Hantoro, R.)	16
Gambar 3. 1	<i>Flow Chart</i> Kegiatan	18
Gambar 3. 2	Desain PLTMH.....	19
Gambar 3. 3	Skema Kerja PLTMH.....	20
Gambar 3. 4	Pompa Sentrifugal	20
Gambar 3. 5	Turbin Sentrifugal.....	21
Gambar 3. 6	Motor Induksi sebagai Generator	21
Gambar 3. 7	Variasi Ukuran Flywheel	22
Gambar 3. 8	Voltmeter	23
Gambar 3. 9	Amperemeter	23
Gambar 3. 10	Tachometer	24
Gambar 3. 11	Pressure Gauge	24
Gambar 3. 12	Prony Brake	25

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 13	Rangkaian Star Motor Induksi Sebagai Generator	26
Gambar 4. 1	Cara Kerja Prony Brake.....	29
Gambar 4. 2	Grafik Tegangan Terhadap Arus Pada Flywheel Diameter 10 cm. 38	
Gambar 4. 3	Grafik Tegangan Terhadap Arus Pada Flywheel Diameter 20 cm. 38	
Gambar 4. 4	Grafik Tegangan Terhadap Arus Pada Flywheel Diameter 22 cm. 39	
Gambar 4. 5	Grafik Tegangan Terhadap Arus Pada Flywheel Diameter 25 cm. 39	
Gambar 4. 6	Grafik Tegangan Terhadap Arus Pada Flywheel Diameter 30 cm. 40	
Gambar 4. 7	Perbandingan Tegangan Pada Setiap Ukuran Flywheel	40
Gambar 4. 8	Perbandingan Arus Pada Setiap Ukuran Flywheel.....	41
Gambar 4. 9	Perbandingan Daya Listrik Pada Setiap Ukuran Flywheel.....	41



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel Data Pengujian Torsi Menggunakan Prony Brake.....	29
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengukuran Turbin Sentrifugal Menggunakan Flywheel Diameter 10 cm.....	30
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengukuran Turbin Sentrifugal Menggunakan Flywheel Diameter 20 cm.....	31
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengukuran Turbin Sentrifugal Menggunakan Flywheel Diameter 22 cm.....	31
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengukuran Turbin Sentrifugal Menggunakan Flywheel Diameter 25 cm.....	32
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengukuran Turbin Sentrifugal Menggunakan Flywheel Diameter 30 cm.....	32
Tabel 4. 7 Perhitungan PLTMH Menggunakan Flywheel Diameter 10 cm.....	35
Tabel 4. 8 Perhitungan PLTMH Menggunakan Flywheel Diameter 20 cm.....	35
Tabel 4. 9 Perhitungan PLTMH Menggunakan Flywheel Diameter 22 cm.....	36
Tabel 4. 10 Perhitungan PLTMH Menggunakan Flywheel Diameter 25 cm.....	36
Tabel 4. 11 Perhitungan PLTMH Menggunakan Flywheel Diameter 30 cm.....	37
Tabel 4. 12 Waktu Berhenti Flywheel.....	37

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Besarnya pertumbuhan kebutuhan energi berkembang seiring dengan bertumbuhnya lingkungan, hal ini membuat ketertarikan akan pembangkit listrik meningkat (Walseth, 2009). Pentingnya pengetahuan mengenai pembangkit listrik ini sangat dibutuhkan untuk dapat mengoperasikan dan mengembangkan pembangkit tersebut. Pembangkit listrik tenaga air merupakan salah satu pembangkit dengan biaya pembuatan yang murah dan mudah sangat cocok untuk memenuhi pasokan energi listrik dalam skala kecil. Selain pengoperasiannya secara konvensional menggunakan bendungan yang besar, pembangkit listrik jenis ini dapat dieksplorasi lagi menjadi skala yang lebih kecil hingga skala mikro.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro yang disebut PLTMH merupakan pembangkit listrik skala mikro yang menggunakan tenaga air sebagai penggerak sehingga dapat memutar generator yang dihubungkan dengan turbin dan menghasilkan listrik (M.C. Kinney, 1983). PLTMH dibuat dalam skala laboratorium ini dioperasikan dalam sistem tertutup dimana dua buah reservoir digunakan sebagai penampung air sementara sebelum air dialirkan kembali menuju turbin, air dialirkan menggunakan instalasi pipa pvc dengan ball valve terpasang sebelum inlet turbin, kemudian PLTMH menggunakan pompa sentrifugal untuk menggerakkan air sehingga menghasilkan daya hidrolik. Skala yang kecil ini memungkinkan PLTMH dalam skala laboratorium ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran mengenai ilmu pembangkit listrik tenaga air.

Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian untuk membuat prototipe model PLTMH menggunakan turbin sentrifugal dengan variasi ukuran *flywheel* untuk mengetahui performa *flywheel* yang paling optimal dalam skala laboratorium. PLTMH ini dibuat dengan tujuan untuk mempelajari kinerja turbin sentrifugal sebagai alat pengkonversi daya hidrolik dalam PLTMH.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh daya turbin sentrifugal terhadap perubahan ukuran *flywheel*?

1.3 Tujuan

1. Menganalisa ukuran *flywheel* yang tepat untuk meningkatkan daya pada turbin sentrifugal.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini membahas topik yang dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut ini:

1. Pemasangan *flywheel* pada poros generator untuk menstabilkan putaran poros
2. Data yang diambil berupa putaran, tegangan, dan arus listrik
3. *Flywheel* yang terpasang pada turbin sentrifugal dengan variasi sebagai berikut ini:
 - 1) *Flywheel* diameter 10 cm, tebal 2 cm dengan berat 800 gram
 - 2) *Flywheel* diameter 20 cm, tebal 2 cm dengan berat 2,4 kg
 - 3) *Flywheel* diameter 22 cm, tebal 2 cm dengan berat 2,7 kg
 - 4) *Flywheel* diameter 25 cm, tebal 2 cm dengan berat 3,3 kg
 - 5) *Flywheel* diameter 30 cm, tebal 2 cm dengan berat 4,4 kg

1.5 Lokasi Objek Tugas Akhir

Lokasi pelaksanaan tugas akhir bertempat di Laboraturium Energi, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus Baru UI, Kukusan, Beji, Depok-Jawa Barat.

1.6 Metode Penyelesaian Masalah

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian Tugas Akhir ini dapat dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

1. Tinjauan Pustaka

Tahap ini adalah tahap dilakukannya pengumpulan data untuk

digunakan sebagai dasar teori sehingga dapat menunjang pembuatan tugas akhir.

2. Perencanaan dan Pembuatan prototipe Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro

Tahap ini adalah pembuatan konstruksi prototipe Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro sesuai dengan desain yang direncanakan.

3. Pengujian Prototipe

Pada tahap ini, prototipe tersebut dioperasikan dengan beban dan menguji perubahan putaran ketika beban diubah serta dapat mengetahui hasil tegangan yang dihasilkan oleh generator tersebut. Kemudian untuk memastikan tidak ada kesalahan lagi pada sistem sebelum diambil data untuk analisa.

4. Pengambilan data dan Analisa hasil dari Alat Pengujian

Setelah semua rangkaian terpasang dan dibuat dengan baik maka dilakukan uji coba dan pengujian pada sistem yang telah didesain kemudian dianalisa kinerja dan efisiensinya.

1.7 Manfaat yang Didapatkan

Dengan pelaksanaan tugas akhir dengan judul “Prototipe Model PLTMH Menggunakan Triple Turbin” maka manfaat yang didapatkan bagi:

1.7.1 Pelaksanaan Tugas Akhir

1. Menambah ilmu pengetahuan mengenai PLTMH.
2. Meningkatkan daya kreatifitas untuk membuat sebuah Pembangkit Listrik terutama PLTMH.

1.7.2 Politeknik Negeri Jakarta

1. Sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran mahasiswa/i Teknik Konversi Energi khususnya pada materi mesin konversi energi dan mesin fluida.
2. Media pembelajaran baru mengenai simulasi PLTMH.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.7.3 Ilmu Pengetahuan

1. Sebagai rujukan penelitian/pengujian pengoptimalan terhadap kinerja PLTMH.

1.8 Sistem Penulisan Tugas Akhir

Penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari:

1. Bagian Awal
 - a. Halaman Sampul
 - b. Halaman Pengesahan
 - c. Halaman Pernyataan Orisinalitas
 - d. Abstrak
 - e. Kata Pengantar
 - f. Daftar Isi
 - g. Daftar Tabel
 - h. Daftar Gambar
2. Bagian Utama
 - a. Bab I Pendahuluan
 - b. Bab II Tinjauan Pustaka
 - c. Bab III Metodologi
 - d. Bab IV Hasil dan Pembahasan
 - e. Bab V Kesimpulan
3. Bagian Akhir
 - a. Daftar Pustaka
 - b. Lampiran
 - c. Riwayat Hidup Penulis

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian alat, data yang diperoleh dengan variasi 5 ukuran *flywheel* yaitu:

1. *Flywheel* diameter 30 cm menghasilkan daya listrik terbesar 69,6 Watt
2. *Flywheel* diameter 25 cm menghasilkan daya listrik terbesar 66,38 Watt
3. *Flywheel* diameter 22 cm menghasilkan daya listrik terbesar 66,83 Watt
4. *Flywheel* diameter 20 cm menghasilkan daya listrik terbesar 68,06 Watt
5. *Flywheel* diameter 10 cm menghasilkan daya listrik terbesar 64,13 Watt

Flywheel dengan diameter 30 cm paling optimal pada rangkaian PLTMH ini karena memiliki energi kinetik yang besar sehingga dapat menstabilkan putaran generator pada saat menerima beban secara mendadak. Pada saat berhenti *flywheel* diameter 30 cm memiliki waktu paling lama akibat momen inersia yang tersimpan pada saat *flywheel* berputar.

Penggunaan *flywheel* sangat berpengaruh terhadap putaran dan tegangan yang dihasilkan oleh generator. Adanya energi kinetik yang tersimpan pada *flywheel* membuat putaran pada poros generator lebih stabil sehingga tegangan yang dihasilkan lebih tinggi.

5.2 Saran

1. Periksa dan teliti kembali dalam memasang *flywheel* agar tidak terjadi *miss alignment* pada poros turbin dan generator.
2. Cek sambungan pipa agar tekanan dan aliran air optimal.
3. Beri bantalan karet agar tidak terjadi *vibrasi* yang berlebihan.
4. Pastikan semua komponen terbaut dengan kencang agar tidak bergeser akibat *vibrasi* yang berlebihan.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. McKinney and P. C. C. Warnick. (1983). *Microhydropower Handbook Volume 1*.
- [2] A. A. Musyafa and I. H. Siregar. (2015).“EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL Achmad Aliyin Musyafa Indra Herlamba Siregar Abstrak” *Jtm*, vol. 03, pp. 136–144.
- [3] Mustakim. (2015). Pengaruh Kecepatan Sudut Terhadap Efisiensi Pompa Sentrifugal Jenis Tunggal. *Jurnal Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Metro*.
- [4] Suwignyo, Masudin, I., Mokhtar, A., & Nissa, K. (2018). Desain dan Pembuatan Turbin Propeller. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*.
- [5] Denny, S. P. (2009). Pengaruh Generator Listrik dalam Kehidupan Sehari-hari. *Jurnal Softskill Mata Kuliah Teknik Listrik*.
- [6] Mahalla, Suharyanto, & S., M. B. (2013). Evaluasi Kinerja IMAG Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Cokro Tulung Kabupaten Klaten. *Jurnal Media ELEktrik*.
- [7] Harvi, & Ikrar H. (2017). Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Reka Buana*.
- [8] Syahrudin, Diky. (2013). Modifikasi Alternator Sepeda Motor menjadi Generator 220 Volt pada Frekuensi 50 Hz. *JBPTPOLBAN*.
- [9] Marinus, Stepanus, Ayong Hiendro, and Yandri. 2019. “Studi Aplikatif Roda Gila (Flywheel) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh).” *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura 1*.
- [10] Aminudin, M. S., Sarwono, & Hantoro, R. (t.thn.). Studi Aplikasi Flywheel Energy Storage Untuk Meningkatkan dan Menjaga Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). *Jurnal Teknik Fisika*.
- [11] Prawatya, Yopa Eka, Eddy Kurniawan, Program Studi, Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Program Studi, Teknik Industri, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, and Universitas Tanjungpura. 2016. “Analisis Efektifitas Pemanfaatan.”
- [12] Linneman, H. W. 1988. *Centrifugal Pumps*.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [13] Islam, M S, M A Matin, Assistant Engineer, Scientific Officer, and Assistant Engineer. 2008. "Determination of Axle Power of Dongfeng Power Tiller by Prony Brake Dynamometer" 2 (December): 61–67.

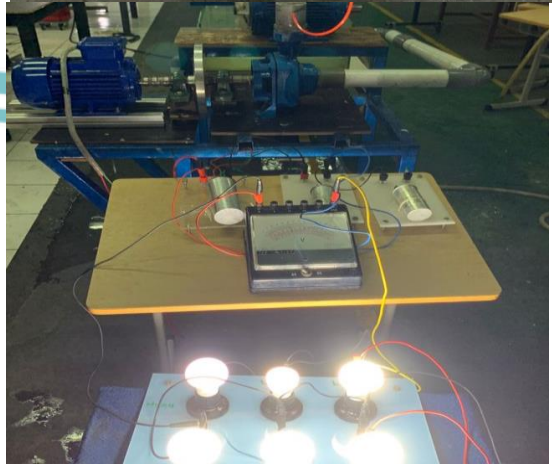


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1: Dokumentasi





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

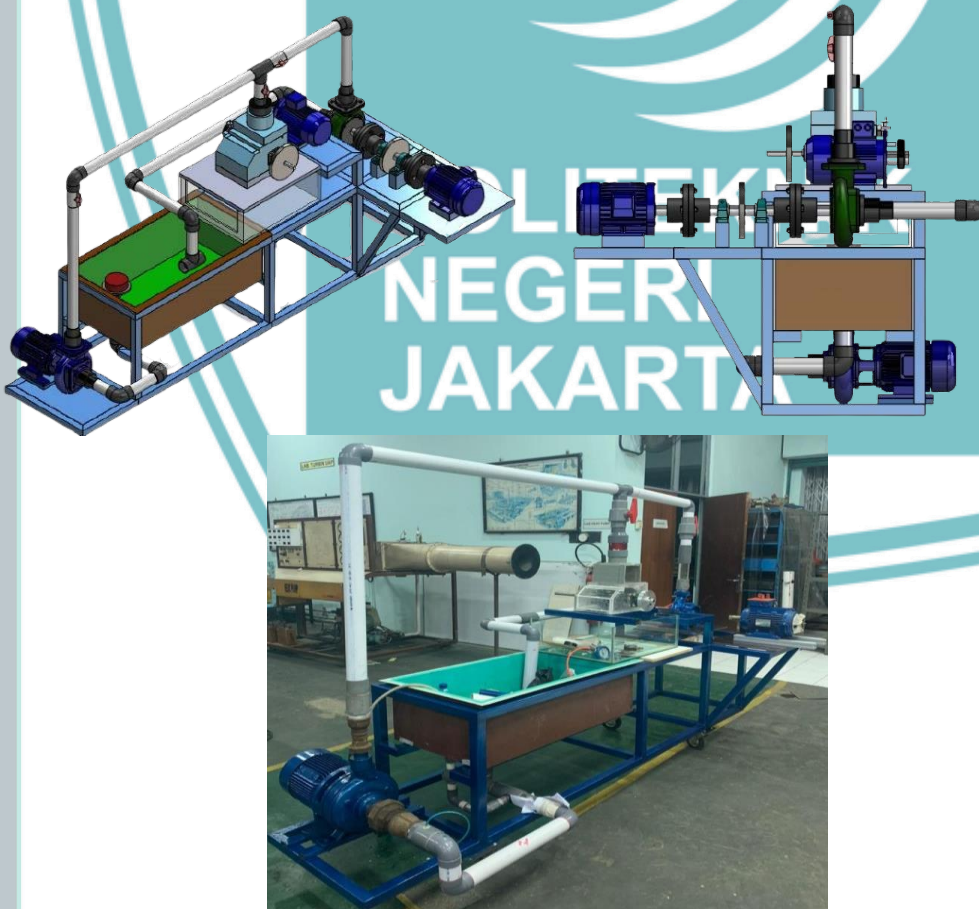
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2: Riwayat Hidup Penulis

Nama : Fadhil Ramadhan Widoyoko
 NIM : 1802321045
 Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 12 Desember 2000
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Alamat : Jalan Tumaritis Kav. Pertamina No. 56 RT
 03 RW 04 Kel. Harjamukti Kec. Cimanggis
 Depok Jawa Barat 16454
 Agama : Islam
 Kewarganegaraan : Indonesia
 No. Handphone : 081395651112
 Email : rfadhil12@gmail.com

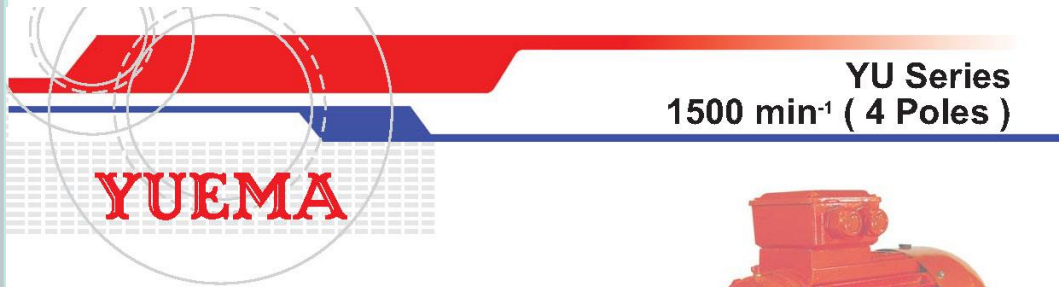
Lampiran 3: Desain Alat





Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4: Data Tabel



CAST IRON
Three - Phase Squirrel Cage Motors
380V - 415V 50Hz
Protection IP55

Motor Type	Output kW	Full Load Speed min ⁻¹	Starting Current Ratio I _s /I _e	Rated Current			Efficiency			Power Factor			TFL Nm	TST TFL	TPU TFL	TM TFL	Moment of Inertia kgm ²	Noise Level dB(A)	Weight kg
				380V	400V	415V	100%FL	75%FL	50%FL	100%FL	75%FL	50%FL							
YU 801-4	0.55	1405	4.6	1.53	1.46	1.40	72.7	72.2	70.2	0.75	0.67	0.55	3.7	2.5	2.2	2.8	0.002	54	15
YU 802-4	0.75	1415	4.6	2.07	1.96	1.89	72.6	72.3	70.5	0.76	0.66	0.55	5.1	2.3	2.1	2.7	0.002	57	16
YU 90S-4	1.1	1406	4.2	2.73	2.60	2.50	76.5	76.1	74.9	0.80	0.69	0.55	7.5	2.4	2.2	3.2	0.0021	60	22
YU 90L-4	1.5	1410	4.6	3.64	3.46	3.33	79.2	78.8	77.1	0.79	0.71	0.59	10.2	2.5	2.3	2.4	0.003	58	25
YU 100L1-4	2.2	1408	5.2	4.97	4.72	4.55	81.1	80.8	79.7	0.83	0.73	0.60	14.9	2.6	2.0	3.0	0.007	61	33
YU 100L2-4	3	1416	5.6	6.69	6.36	6.13	83.0	82.6	81.2	0.82	0.76	0.64	20.2	2.4	2.1	3.0	0.007	63	37
YU 112M-4	4	1438	5.8	8.57	8.15	7.85	84.4	83.9	81.8	0.84	0.77	0.68	26.6	2.8	2.3	3.2	0.0095	67	43
YU 132S-4	5.5	1455	6.5	11.6	11.0	10.6	86.6	86.1	84.8	0.83	0.77	0.68	36.1	2.2	2.1	3.1	0.0214	66	70
YU 132M-4	7.5	1448	6.8	15.1	14.3	13.8	88.4	87.3	85.3	0.86	0.81	0.72	49.5	2.6	2.3	3.2	0.0296	66	78
YU 160M-4	11	1460	6.8	22.3	21.2	20.4	89.1	88.1	87.1	0.84	0.82	0.76	72.0	2.5	2.0	2.9	0.075	69	123
YU 160L-4	15	1462	7.2	29.7	28.2	27.2	90.3	89.3	88.0	0.85	0.82	0.75	98.0	2.5	2.1	3.2	0.082	68	144
YU 180M-4	18.5	1466	6.9	35.4	33.6	32.4	90.3	89.7	88.2	0.88	0.84	0.74	120.6	2.2	2.0	3.0	0.139	72	182
YU 180L-4	22	1472	6.9	41.6	39.5	38.1	91.3	90.8	88.6	0.88	0.85	0.76	142.8	2.3	1.9	3.3	0.158	74	190
YU 200L-4	30	1475	6.3	55.6	52.8	50.9	92.3	91.5	88.8	0.89	0.86	0.81	194.3	2.2	1.8	2.9	0.262	77	270
YU 225S-4	37	1480	7.2	68.3	64.9	62.6	92.8	91.8	90.0	0.89	0.87	0.78	238.9	2.5	1.6	2.8	0.406	80	318
YU 225M-4	45	1472	6.5	82.8	78.7	75.9	92.8	92.1	90.0	0.89	0.86	0.80	292.1	2.3	1.8	3.2	0.469	80	351
YU 250M-4	55	1479	6.3	102	97.0	93.5	93.0	92.3	90.1	0.88	0.85	0.79	355.3	2.4	1.9	2.9	0.66	81	468
YU 280S-4	75	1485	5.8	135	128	124	93.9	93.2	91.5	0.90	0.89	0.85	482.6	2.2	1.8	3.1	1.12	83	532
YU 280M-4	90	1486	6.2	163	155	149	94.3	93.9	91.7	0.89	0.88	0.82	578.7	2.3	1.7	3.2	1.46	83	667
YU 315S-4	110	1483	5.8	197	187	180	95.3	94.8	92.8	0.89	0.89	0.87	708.7	2.2	1.8	2.8	3.11	85	1000
YU 315M-4	132	1487	6.8	238	226	218	95.6	94.9	93.6	0.88	0.88	0.83	848.2	1.9	1.7	3.2	3.29	88	1100
YU 315L1-4	160	1491	6.4	285	271	262	95.6	95.0	93.9	0.89	0.86	0.81	1025.4	2.3	1.6	3.2	3.79	88	1160
YU 315L2-2	200	1488	5.6	356	338	326	95.8	95.0	94.0	0.89	0.87	0.78	1284.3	2.2	1.8	2.8	4.49	87	1270
YU 355M-4	250	1485	6.1	432	410	395	95.5	94.7	93.2	0.90	0.89	0.87	1608.6	2.4	1.8	2.9	5.67	90	1698
YU 355L-4	315	1489	5.9	544	517	498	95.6	95.5	94.3	0.92	0.89	0.87	2021.4	2.2	1.6	3.3	6.66	90	1848

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta