



© 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



RANCANG BANGUN PROTOTIPE MODEL PLTMH MENGUNAKAN *DOUBLE* TURBIN

Sub Judul: Analisa Pengoptimalan Daya dengan Menggunakan Variasi *Flywheel*
dan Generator Di Turbin Sentrifugal pada PLTMH

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:

MUHAMMAD HANAN AL KARIM NIM. 1902321062

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2022**



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



RANCANG BANGUN PROTOTIPE MODEL PLTMH MENGUNAKAN *DOUBLE* TURBIN

Sub Judul: Analisa Pengoptimalan Daya dengan Menggunakan Variasi *Flywheel*
dan Generator Di 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

Oleh:

MUHAMMAD HANAN AL KARIM NIM. 1902321062

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

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

2022



© 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



**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGOPTIMALAN DAYA DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI
FLYWHEEL DAN GENERATOR DI TURBIN SENTRIFUGAL PADA PLTMH**

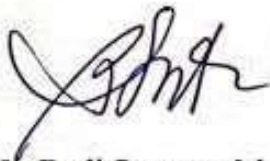
Oleh:

Muhammad Hanan Al Karim NIM. 1902321062

Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi
Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II



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



Arifia Ekayuliana, M.T.
NIP. 199107212018032001

Kepala Program Studi
D3-Teknik Konversi Energi



Yuli Mafendro D.E.S., S.Pd., M.T.
NIP. 199403092019031913

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGOPTIMALAN DAYA DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI
FLYWHEEL DAN GENERATOR DI TURBIN SENTRIFUGAL PADA PLTMH**




Oleh:

Muhammad Hanan Al Karim NIM. 1902321062

Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di
hadapan Dewan Penguji pada Tanggal 26 Agustus 2022 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	Arifia Ekayuliana, M.T.	Ketua		31/08/22
	NIP. 199107212018032001			
2	Cecep Slamet Abadi, S.T., M.T.	Anggota		29/08/22
	NIP. 19660519199003100			
3	Ir. Benhur Nainggolan, M.T.	Anggota		26-08-2022
	NIP. 196106251990031003			

Depok, 26 Agustus 2022

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Eng. Ir. Mashmin, S.T., M.T., IWE.

NIP. 197707142008121005

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Muhammad Hanan Al Karim
NIM : 1902321062
Program Studi : D3-Teknik Konversi Energi

menyatakan bahwa yang dituliskan dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri bukan plagiasi karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pedapat, 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, 26 Agustus 2022



Muhammad Hanan Al Karim
NIM. 1902321062



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 mengizinkan kepengentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISA PENGOPTIMALAN DAYA DENGAN MENGGUNAKAN VARIASI FLYWHEEL DAN GENERATOR DI TURBIN SENTRIFUGAL PADA PLTMH

Muhammad Hanan Al Karim¹⁾, Budi Santoso¹⁾, Arifia Eka Yuliana¹⁾

¹⁾ Program Studi Diploma Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, PoliteknikNegeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424
Email : muhammad.hananalkarim.tm19@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Seiring dengan besarnya perkembangan kebutuhan akan energi listrik, serta pertumbuhan lingkungan membuat bertambahnya ketertarikan terhadap energi baru terbarukan (EBT). Saat ini, pentingnya pengetahuan mengenai EBT itu sendiri, salah satunya yaitu dengan mempelajari PLTMH. Bersumber pada kasus tersebut penulis melaksanakan penelitian guna membuat prototipe model pembangkit listrik tenaga air mikro (PLTMH) dalam skala laboratorium memanfaatkan pompa sentrifugal sebagai turbin guna mengenali performa optimal pada turbin sentrifugal. Rancang bangun ini terbuat dengan menggunakan *reservoir* dengan siklus tertutup, setelah itu pompa sentrifugal digunakan sebagai sumber head air yang hendak menggerakkan turbin. Serta dipasangkan pressure gauge guna melihat besarnya tekanan pada titik tertentu. Informasi data penelitian ini diambil dengan memvariasikan generator dan diameter flywheel yang digunakan pada turbin sentrifugal. Informasi atau data yang diambil berupa arus, tegangan, serta rpm. Hasil analisa dari variasi generator 4 kutub dan *flywheel* berdiameter 30 cm inilah yang memiliki daya listrik paling optimal dengan nilai rata-rata pada *flywheel*, yaitu mencapai 83,70 watt.

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

ABSTRACT

Along with the growing demand for electrical energy, as well as environmental growth, there is an increasing interest in new and renewable energy (EBT). Currently, the importance of knowledge about EBT itself, one of which is by studying PLTMH. Based on this case, the author carried out research to create a prototype model of a micro hydroelectric power plant (PLTMH) on a laboratory scale using a centrifugal pump as a turbine in order to identify the optimal performance of a centrifugal turbine. This design is made by using a reservoir with a closed cycle, after which a centrifugal pump is used as a source of water head that wants to drive the turbine. And a pressure gauge is installed to see the amount of pressure at a certain point. This research data information is taken by varying the generator and flywheel diameter used in the centrifugal turbine. Information or data taken in the form of current, voltage, and rpm. The results of the analysis of the variation of the 4-pole generator and the 30 cm diameter flywheel have the most optimal electrical power with an average value on the flywheel, reaching 83.70 watts.

Keywords: PLTMH, Centrifugal Turbine, Generator, Flywheel, Electric Power



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Rancang Bangun Prototipe Model PLTMH Menggunakan Double Turbin**”. Laporan tugas akhir ini di bagimenjadi 3 Sub-Judul, yaitu:

Analisa Pengaruh Sudut Pengarah Aliran pada Turbin *Crossflow* oleh Muhammad Fahmi Basya.

Analisa Pengoptimalan Daya dengan Menggunakan Variasi *Flywheel* dan Generator Di Turbin Sentrifugal pada PLTMH oleh Muhammad Hanan Al Karim.

Analisa Perbandingan Daya Turbin crossflow dan sentrifugal Pada PLTMH oleh Nurpaizi Hidayatulloh.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan ini dapat selesai berkat dukungan dari berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam proses pengerjaan dari awal hingga saat penyusunan laporan. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, ST., MT. IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Bapak Ir. Budi Santoso, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir
3. Ibu Arifia Eka Yuliana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir
4. Bapak Yuli Mafendro D.E.S., S.Pd., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang membantu dalam mengarahkan pelaksanaan Laporan Tugas Akhir
5. Kepada orang tua, teman dan keluarga yang telah memberikan doa dan semangat dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir
6. Teman-teman kelas J angkatan 2019 yang selalu membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian Laporan Tugas Akhir

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak lainnya yang telah banyak membantu dari penulisan, pelaksanaan, hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam laporan Tugas Akhir. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan diterima dengan senang hati. Penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak terutama bidang Teknik Konversi Energi.

Depok, 26 Agustus 2022



Muhammad Hanan Al Karim
NIM. 1902321062



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 ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Penulisan Tugas Akhir	1
1.2. Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir	2
1.3. Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	2
1.3.1. Pelaksanaan Tugas Akhir	2
1.3.2. Politeknik Negeri Jakarta	2
1.4. Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir	2
1.5. Sistematika Penulisan Tugas Akhir.....	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Turbin)	5
2.2. Pompa Sentrifugal	5
2.1 Pompa Sentrifugal Sebagai Turbin.....	6
2.3. Generator	8
2.4. Flywheel	9



© 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

2.5. Momen Gaya (Torsi)	10
2.6. Momen Inersia.....	11
BAB III.....	12
METODOLOGI Pengerjaan Tugas Akhir.....	12
3.1. Diagram Alir.....	12
3.2. Penjelasan Langkah Kerja.....	13
3.2.1. Langkah Pembuatan Alat Pengujian	13
3.2.2. Langkah-Langkah Pengambilan Data	14
3.3. Metode Pemecahan Masalah	14
3.3.1. Spesifikasi Komponen Utama	15
3.3.2. Pengujian Alat	17
BAB IV.....	19
HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN	19
4.1 Pengujian Terhadap Variasi Generator dan Flywheel.....	19
4.1.1. Pengujian Menggunakan Prony Brake	19
4.1.2. Pengujian Waktu Berhenti Flywheel Terhadap Perbedaan Kutub 20 Generator.....	20
4.1.3. Analisa Data Pengujian dan Perhitungan	21
4.2 Hasil Data Pengujian	23
4.2.1. Ringkasan Hasil Pengujian.....	23
4.2.2. Hasil Perhitungan Daya Hidrolik, Daya Poros, Putaran Generator, dan Debit	24
4.2.3. Grafik Perbandingan Data	25
BAB V.....	28
KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
5.1. Kesimpulan.....	28



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

5.2. Saran.....	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	31
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	31





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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal	5
Gambar 2. 2 Ilustrasi Kerja Pompa Sentrifugal	6
Gambar 2. 3 Arah Rotasi dan Aliran pada Pompa Sentrifugal Sebagai Turbin	7
Gambar 2. 4 Generator	8
Gambar 2. 5 Momen Inersia Flywheel yang Berputar	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir	12
Gambar 3. 2 Penjelasan Langkah Kerja PLTMH Dengan Turbin Sentrifugal	13
Gambar 3. 3 Desain PLTMH	14
Gambar 3. 4 Pompa Sentrifugal	15
Gambar 3. 5 Turbin Sentrifugal	15
Gambar 3. 6 Motor Induksi sebagai Generator	16
Gambar 3. 7 Variasi ukuran Flywheel	16
Gambar 4. 1 Cara Kerja Prony Brake	19
Gambar 4. 2 Perbandingan Waktu Berhenti Terhadap Variasi Generator dan Flywheel	26
Gambar 4. 3 Perbandingan Daya Listrik Pada Setiap Ukuran Flywheel	27

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel data pengujian Torsi menggunakan Prony Brake	20
Tabel 4. 2 Waktu Berhenti Flywheel 4 Kutub	20
Tabel 4. 3 Waktu Berhenti Flywheel 6 Kutub	20
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengukuran Turbin Sentrifugal Menggunakan Flywheel Diameter 20cm (4 kutub)	21
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengukuran Turbin Sentrifugal Menggunakan Flywheel Diameter 25cm	22
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengukuran Turbin Sentrifugal Menggunakan Flywheel Diameter 30cm	22
Tabel 4. 7 Data Hasil Pengukuran Turbin Sentrifugal Menggunakan Flywheel	



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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Diameter 20cm	22
Tabel 4. 8 Data Hasil Pengukuran Turbin Sentrifugal Menggunakan Flywheel Diameter 25cm	23
Tabel 4. 9 Data Hasil Pengukuran Turbin Sentrifugal Menggunakan Flywheel Diameter 30cm	23
Tabel 4. 10 Data Hasil Perhitungan Daya Hidrolik dan Daya Poros Generator ...	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup	31
Lampiran 2. Dokumentasi	32
Lampiran 3. Spesifikasi Generator 4 Kutub	33
Lampiran 4. Spesifikasi Generator 6 Kutub	34



**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

Latar Belakang Penulisan Tugas Akhir

Seiring dengan pesatnya pertumbuhan lingkungan di Indonesia, secara tidak langsung menuntut akan besarnya kebutuhan energi yang seimbang. Oleh sebab itu dibutuhkan banyaknya Energi Baru dan Terbarukan (EBT) di Indonesia. Karena kita tidak bisa terus-menerus memanfaatkan bahan bakar dari energi fosil yang dikatakan berbagai sumber memiliki banyak dampak negatif dari penggunaan energi tersebut, seperti menghasilkan polutan udara yang dapat meningkatkan risiko kematian akibat stroke, penyakit jantung, kanker paru-paru, dan penyakit pernapasan lainnya (Lulu Lukyani,2022) Menurut kementerian ESDM RI dalam pers Nomor : 019.Pers/04/SJI/2021. Pemerintah terus memacu pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) dapat berjalan optimal demi mencapai target sebesar 23% pada tahun 2025.

PLTMH merupakan energi alternatif yang ramah lingkungan, berkelanjutan dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. PLTMH juga dapat memberikan solusi untuk daerah terpencil yang selama ini sulit mendapatkan pasokan listrik (Dadan, 2020). PLTMH adalah pembangkit listrik yang menggunakan air sebagai penggerak untuk memutar generator yang terhubung ke turbin dan menghasilkan listrik. PLTMH dalam skala laboratorium ini bekerja dalam sistem tertutup dimana dua reservoir digunakan sebagai penampungan air sementara sebelum kembali ke turbin, air kemudian dipompa menggunakan pompa sentrifugal yang tersambung dengan pipa PVC dengan ball valve terpasang sebelum masuk ke turbin, sehingga menghasilkan daya hidrolik. PLTMH skala laboratorium ini memungkinkan sebagai salah satu wadah untuk mempelajari ilmu tentang EBT.

Dalam konteks ini, penelitian dilakukan untuk menghasilkan prototipe model PLTMH menggunakan turbin sentrifugal dengan kutub yang berbeda pada generator dan memvariasikan ukuran *flywheel* untuk menentukan kinerja mana yang paling optimal untuk menghasilkan daya listrik. Tujuan PLTMH ini dibangun adalah untuk mempelajari kinerja turbin sentrifugal sebagai pengubah daya hidrolik



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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

pada PLTMH.

Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir

1. Menentukan kutub generator yang tepat untuk mengoptimalkan daya pada pompa sentrifugal sebagai turbin.
2. Menentukan ukuran flywheel yang tepat untuk mengoptimalkan daya pada pompa sentrifugal sebagai turbin.

Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir

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

1.1. Pelaksanaan Tugas Akhir

1. Menambah ilmu pengetahuan mengenai PLTMH.
2. Meningkatkan daya kreatifitas untuk membuat sebuah pembangkit listrik terutama PLTMH.

1.3.2. 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.
3. Sebagai rujukan penelitian/pengujian pengoptimalan terhadap kinerja PLTMH.

1.4. Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir

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



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

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 dua jenis 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.

Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari:

Bagian Awal

1. Halaman Sampul
2. Halaman Pengesahan
3. Halaman Pernyataan Orisinalitas
4. Abstrak
5. Kata Pengantar
6. Daftar Isi
7. Daftar Tabel
8. Daftar Gambar

Bagian Utama

1. Bab I Pendahuluan
2. Bab II Tinjauan Pustaka
3. Bab III Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir
4. Bab IV Hasil dan Pembahasan
5. Bab V Kesimpulan

Bagian Akhir

1. Daftar Pustaka

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



2. Riwayat Hidup Penulis
3. Lampiran

© 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 mengemukakan 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian alat, data yang paling optimal diperoleh dengan variasi :

1. Generator 4 kutub dan
2. *Flywheel* berdiameter 30,

Yaitu dengan nilai rata-rata mencapai 83,70 watt.

Flywheel dengan diameter 30 cm paling optimal pada rangkaian PLTMH ini karena memiliki torsi yang besar. Pada saat pompa *stop*, *flywheel* diameter 30 cm memiliki waktu paling lama berhenti.

Penggunaan *flywheel* sangat berpengaruh terhadap putaran dan tegangan yang dihasilkan oleh generator. Adanya perbedaan kutub pada generator pun membuat perbedaan daya listrik dikarenakan hambatannya berbeda pada masing-masing kutub.

5.2. Saran

1. Bak besi sebagai *reservoir* 2 dapat digantikan dengan ukuran yang lebih besar dari yang sebelumnya untuk mencegah tekanan air yang berlebih.
2. Cek sambungan *water tank* agar tidak terjadi kebocoran pada sambungan pipa .
3. Sambungan pipa dapat digantikan dengan menggunakan pipa besi ukuran 3 inch untuk mengurangi tekanan air yang berlebih.
4. Pastikan semua komponen pipa maupun baut d i p a s a n g dengan kencang agar tidak bergeser akibat *vibrasi* yang berlebih.



DAFTAR PUSTAKA

- A.A. Musyafa and I. H. Siregar. (2015). "EFISIENSI POMPA SENTRIFUGAL Ahmad Aliyin Musyafa Indra Herlamba Siregar Abstrak" *Jtm*, vol. 03, pp. 136–144.
- Aga (2020). Pengertian dan Cara Kerja Pompa Sentrifugal. <https://pintarelektro.com/pengertian-pompa-sentrifugal/>
- 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*.
- Liuzhuan (2009). Dikutip dari 'Pompa Sentrifugal'. <https://www.studocu.com/id/document/universitas-negeri-malang/mesin-konversi-energi/pompa-sentrifugal/25031583> . Diakses pada 21 Agustus 2022.
- Is. H. Sumaryono (2017). Mikrohidro. <https://tinyurl.com/mryms2kt> . Diakses pada 21 Agustus 2022.
- Dadan K (2020). Belajar Pengelolaan Mikrohidro dari Lembah Derita. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2020/01/09/2442/belajar.pengelolaan.mikrohidro.dari.lembah.derita> . Diakses pada 21 Agustus 2022.
- Fadhil Ramadhan Widoyoko, Budi Santoso, Tatun Hayatun Nufus (2021), Pemanfaatan Variasi Flywheel Guna Meningkatkan Daya Pada Turbin Sentrifugal pada PLTMH, Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.
- Firman Y Utama (2018). Analisis Maintenance Centrifugal Pump Tipe Eta-N 125x100-40 pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri. *Jurnal Universitas Negeri Surabaya*
- Henry (2021). MENGENAL ISTILAH "POLE" PADA MOTOR LISTRIK, BEDA MOTOR 2P,4P,6P. <https://www.yanmarpekanbaru.com/berita/2/2-mengenal-istilah-pole-pada-motor-listrik-beda-motor-2p4p6p-berikut-penjelasan-nya/>. Diakses pada 21 Agustus 2022.
- Mitesh Bairwa. (2017). Centrifugal Pump: Principle, Parts, Working, Types, Advantages, Disadvantages with its Application. <https://www.mech4study.com/2017/11/centrifugal-pump-principle-parts-types-working-advantages-disadvantages-with-applications.html>. Diakses pada 21 Agustus 2022.

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 mengumunkan 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Ianneman, H. W. (1988). *Centrifugal Pumps*.

Putri Lukyani (2022). 4 Dampak Negatif Penggunaan Bahan Bakar Fosil terhadap Lingkungan. <https://tinyurl.com/57fcmj4s>

Marinus, Stepanus, Ayong Hiendro, and Yandri. 2019. "Studi Aplikatif RodaGila (Flywheel) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh)." *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura* 1.

Ramawan, Adin . 2015. Referensi Flywheel, (<https://www.scribd.com/doc/234987170/Referensi-Flywheel#scribd>. Diakses pada tanggal 21 Agustus 2022.

Syafrudin, Diky. (2013). Modifikasi Alternator Sepeda Motor menjadi Generator 20 Volt pada Frekuensi 50 Hz. *JBTPPOLBAN*.

Muhamad Supyan (2019). Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal. *Repository Unimar Amni Semarang*. <http://repository.unimar-amni.ac.id/1629/2/11.%20BAB%202.pdf>. Diakses pada 21 Agustus 2022.



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN



Lampiran 1 :

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama Lengkap : Muhammad Hanan Al Karim
2. NIM : 1902321062
3. Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 2 Mei 2001
4. Jenis Kelamin : Laki-laki
5. Alamat : Jalan H. MURTADHO XVI RT 09 RW 06 NO. A.383,
KECAMATAN SENEN, JAKARTA PUSAT 10440
6. Email : muhammad.hananalkarim.tm19@mhs.w.pnj.ac.id
7. Pendidikan
 - a. SD (2007-2013) : SDN KENARI 10 PAGI
 - b. SMP (2013-2016): SMPN 8 Jakarta
 - c. SMA (2016-2019) : SMAN 20 Jakarta
8. Program Studi : D3 - Teknik Konversi Energi
9. Bidang Peminatan : Pembangkit
10. Tempat/Topik OJT : PT PLN (Persero) UPK Sebalang

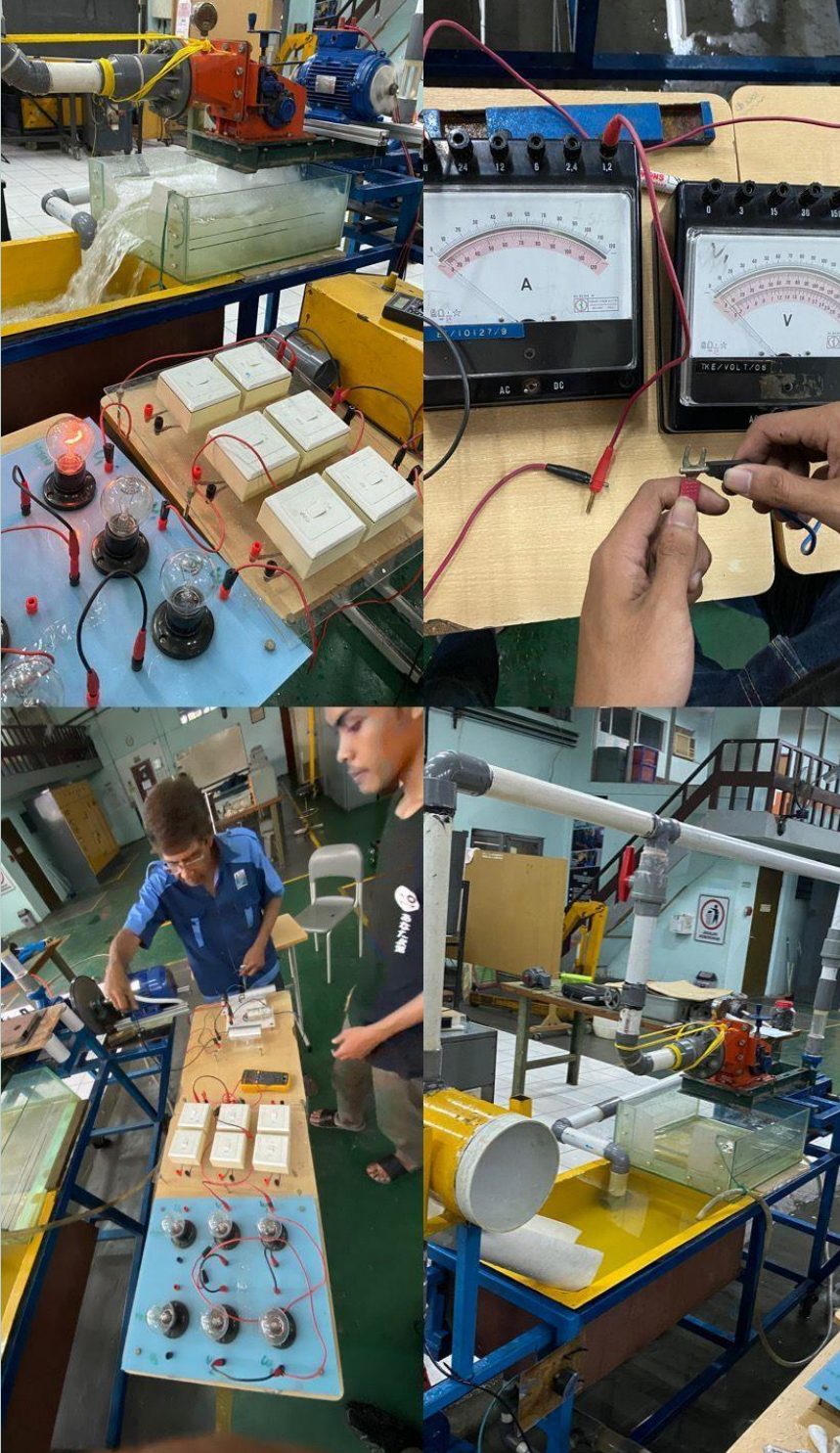
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Lampiran 2 : Dokumentasi

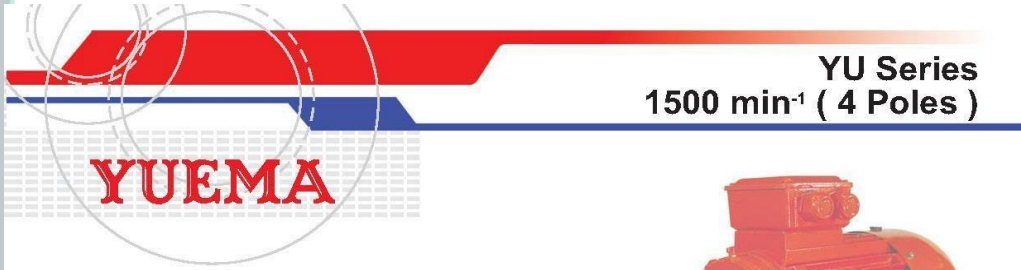
Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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 3: Spesifikasi Generator 4 Kutub



YU Series
1500 min⁻¹ (4 Poles)



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 _r	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 I _r	400V I _r	415V I _r	100%FL η	75%FL η	50%FL η	100%FL COS φ	75%FL COS φ	50%FL COS φ							
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	0.092	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	89.8	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 :**
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 - Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4: Spesifikasi Generator 6 Kutub

yuema
Y3 - Series Three-Phase Induction Motor
 Speed 1000 rpm
 380-420/220-240v Y/ Δ 50hz
 660-725/380-420v Y/ Δ 50hz
 Insulation class F, class B capability

Output kw	Type	Amps A	Speed r/min	Efficiency			Power factor			N.M	LRT	BOT	LRA	Noise L db (A)	Moment of Inertia	Weight kg
				100%	75%	50%	100%	75%	50%		RLT	RLT	RLA			
0.10	Y3. 711-6	0.7	900	57	57	53.1	0.66	0.60	0.52	1.91	1.9	2.0	4.0	52	0.0011	14
0.25	Y3. 712-12	0.9	900	60.0	59.9	55.2	0.68	0.60	0.53	2.65	1.9	2.0	4.0	52	0.0014	14.5
0.37	Y3. 801-6	1.24	900	66.5	67.7	64.2	0.70	0.62	0.49	3.93	1.9	2.0	4.7	54	0.0016	15
0.55	Y3. 802-6	1.7	900	68.2	68.4	64.1	0.66	0.59	0.47	5.84	1.9	2.1	4.7	54	0.0019	16
0.75	Y3. 90S-6	2.18	910	74.4	73.9	70.6	0.74	0.64	0.52	7.87	2.0	2.1	5.5	57	0.0029	19
1.1	Y3. 90L-6	3.03	910	75.2	74.7	72.1	0.75	0.66	0.53	11.54	2.0	2.1	5.5	57	0.0035	22
1.5	Y3. 100L-6	3.75	940	77.6	77.6	74.8	0.73	0.66	0.54	15.24	2.0	2.1	5.5	61	0.0069	32
2.2	Y3. 112M-6	5.32	940	79.9	79.9	76.7	0.75	0.66	0.52	22.35	2.1	2.1	6.5	65	0.014	41
3	Y3. 132S-6	7.03	960	84.5	84.6	82.0	0.77	0.71	0.57	29.84	2.1	2.1	6.5	69	0.0286	63
4	Y3.132M1-6	9.3	960	84.6	84.7	82.6	0.77	0.70	0.58	39.78	2.1	2.1	6.5	69	0.0357	72
5.5	Y3.132M2-6	12.2	960	85.7	86.0	84.4	0.81	0.76	0.64	54.71	2.1	2.1	6.5	69	0.0449	81
7.5	Y3. 160M-6	16.1	970	87.0	87.0	85.5	0.76	0.71	0.60	73.84	2.0	2.1	6.5	73	0.0081	118
11	Y3. 160L-6	22.9	970	89.0	89.5	89.0	0.78	0.73	0.70	108.30	2.0	2.1	6.5	73	0.116	145
15	Y3. 180L-6	30	970	89.1	89.1	87.8	0.84	0.79	0.67	147.68	2.1	2.1	7.0	73	0.207	178
18.5	Y3. 200L1-6	36.6	970	90.0	90.2	88.9	0.82	0.78	0.67	182.14	2.1	2.0	7.0	76	0.315	200
22	Y3. 200L2-6	42.4	970	90.1	90.1	88.6	0.83	0.78	0.71	216.60	2.1	2.0	7.0	76	0.36	228
30	Y3. 225M-6	56.3	980	91.8	91.5	90.2	0.88	0.79	0.79	292.35	2.0	2.0	7.0	76	0.547	265
37	Y3. 250M-6	67.4	980	92.8	92.8	91.8	0.86	0.86	0.76	360.56	2.1	2.0	7.0	78	0.843	370
45	Y3. 280S-6	81.7	980	93.0	92.5	91.5	0.87	0.83	0.77	438.52	2.1	2.0	7.0	80	1.39	490
55	Y3. 280M-6	99.8	980	93.0	92.5	91.5	0.88	0.85	0.78	535.97	2.1	2.0	7.0	80	1.65	540
75	Y3. 315S-6	134	980	94.0	93.5	92.0	0.88	0.85	0.78	730.87	2.0	2.0	7.0	85	4.11	900
90	Y3. 315M-6	161	985	94.0	93.5	92.0	0.86	0.85	0.78	872.59	2.0	2.0	6.7	85	4.78	980
110	Y3. 315L1-6	196	985	94.3	93.9	92.5	0.86	0.84	0.77	1066.50	2.0	2.0	6.7	85	5.45	1045
132	Y3. 315L2-6	232	985	94.7	94.2	93.0	0.87	0.84	0.77	1279.80	2.0	2.0	6.7	85	6.12	1100
160	Y3.355M1-6	277	990	94.9	94.2	93.0	0.87	0.87	0.82	1543.43	1.9	2.0	6.7	92	9.5	1550
200	Y3.355M2-6	347	990	94.9	94.5	93.7	0.89	0.87	0.83	1292.29	1.9	2.0	6.7	92	10.4	1600
250	Y3. 355L-6	432	990	95.0	95.0	94.0	0.88	0.86	0.80	2411.82	1.9	2.0	6.7	92	12.4	1700



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