

SKRIPSI

**DESAIN TURBIN KAPLAN EMPAT SUDU MENGGUNAKAN
PROFIL NACA 2412 KAPASITAS 25 kW**



HELISNAWATI

1502619076

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2024

LEMBAR PENGESAHAN I

Judul : DESAIN TURBIN KAPLAN EMPAT SUDU
MENGUNAKAN PROFIL NACA 2412 KAPASITAS
25 kW

Penyusun : Helisnawati

NIM : 1502619076

Pembimbing I : Drs. H. Sirojuddin, M.T.

Pembimbing II : Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D.

Tanggal Ujian : 18 Januari 2024

Disetujui oleh:

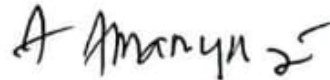
Pembimbing I,



Drs. H. Sirojuddin, M.T.

NIP. 196010271990031003

Pembimbing II

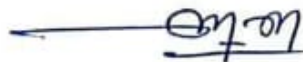


Aam Aminingsih Jumhur, Ph.D.

NIP. 197110162008122001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Drs. Sopiyan, M.Pd.

NIP. 196412231999031002

LEMBAR PENGESAHAN II

Judul : Desain Turbin Kaplan Empat Sudu Menggunakan Profil
NACA 2412 Kapasitas 25 kW
Penyusun : Helisnawati
NIM : 1502619076
Tanggal Ujian : 18 Januari 2024

Disetujui oleh :

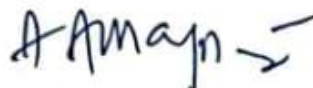
Pembimbing I,



Drs. H. Sirojuddin, M.T.

NIP. 196010271990031003

Pembimbing II,

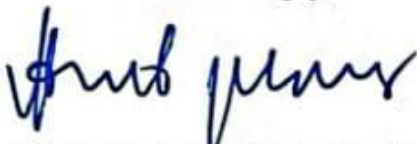


Aam Amaningsih Jumahur, Ph.D.

NIP. 197110162008122001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi :

Ketua Penguji,



Dr. Eng. Agung Premono, M.T.

NIP. 197705012001121002

Sekretaris Penguji,



Ahmad Lubi, M.Pd., M.T.

NIP. 198501312023211014

Dosen Ahli,



Catur Setyawan K, M.T. Ph.D.

NIP. 197102232006041001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Drs. Sopivan, M.Pd.

NIP. 196412231999031002

LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Helisnawati
No. Mahasiswa : 1502619076
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Judul : SKRIPSI
DESAIN TURBIN KAPLAN EMPAT SUDU
MENGUNAKAN PROFIL NACA 2412
KAPASITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah karya asli penulis dan belum pernah dijadikan bahan untuk mendapat gelar akademik sarjana, pada Universitas Negeri Jakarta ataupun perguruan Tinggi lainnya.
2. Skripsi yang telah dikerjakan belum pernah dipublikasi, kecuali dalam bentuk tulisan sebagai acuan dalam naskah yang disebutkan nama pengarang dan dicantumkan pada daftar pustaka.
3. Pernyataan ini penulis buat agar mencegah apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran. Maka, penulis bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 27 Juli 2023

Yang membuat pernyataan,



METERAI
TEMPEL
FB197ALX079866104
Helisnawati

NIM. 1502619076



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: 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 : Helisnawati
NIM : 1502619076
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : helisnawati55627@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 :

Desain Turbin Kaplan Empat Sudu Menggunakan Profil Naca 2412 Kapasitas 25 kW

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 Januari 2024

(Helisnawati)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya kami diberikan kelancaran dalam menyelesaikan penulisan penelitian dengan judul “Desain Turbin Kaplan Empat Sudu Menggunakan Profil NACA 2412 Kapasitas 25 kW”. Penulisan ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Mesin di Universitas Negeri Jakarta.

Dalam menyelesaikan penulisan ini penulis mendapat banyak bantuan, dukungan, saran serta kritik dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala bentuk Nikmat kepada penulis.
2. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
3. Bapak Drs. Sopiyan selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta.
4. Bapak Drs. Sirojuddin, M.T selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan masukan dan saran dalam penelitian.
5. Ibu Aam Amaningsih Jumhur, Ph.D selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan masukan dan saran dalam penelitian.
6. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta yang telah banyak memberikan saran, masukan, serta dukungan.
7. Seluruh pihak yang membantu dalam kelancaran berlangsungnya penelitian dan penulisan laporan secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini terdapat masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun agar lebih baik lagi dalam menyusun laporan dikemudian hari.

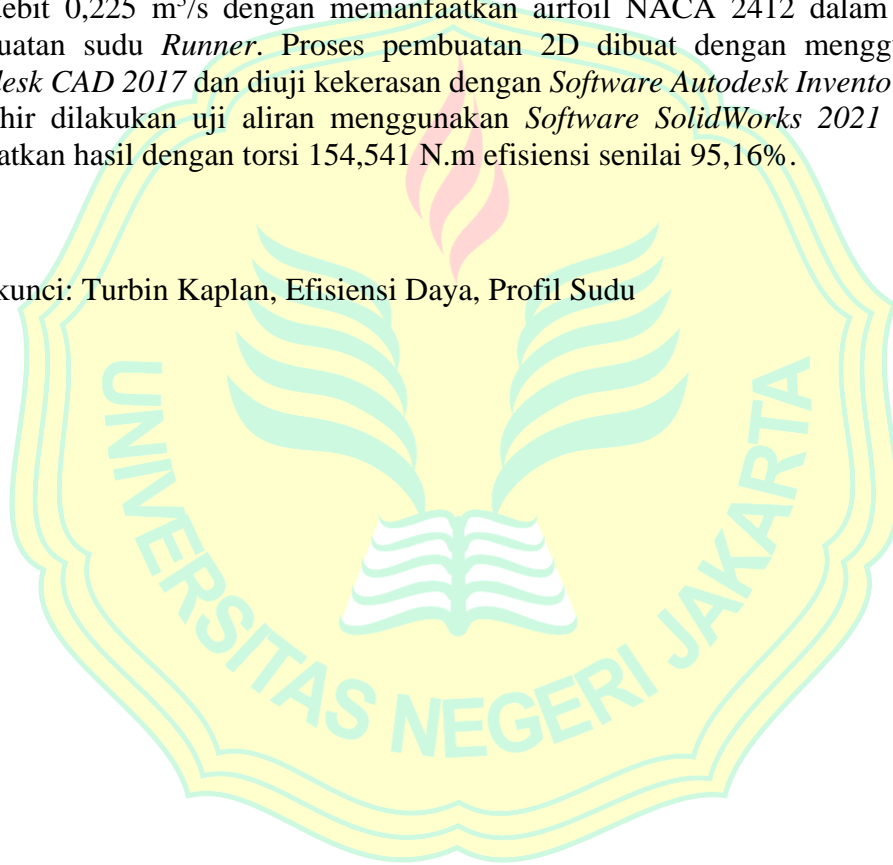
Jakarta, 6 Januari 2024

Helisnawati
NIM.1502619076

ABSTRAK

Energi listrik merupakan salah satu energi yang sangat dibutuhkan Masyarakat dalam menjalankan kehidupan sehari-hari. Salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan memanfaatkan sumber air yang berlimpah yaitu merancang Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Turbin Kaplan bisa digunakan sebagai alternatif dengan memanfaatkan tinggi jatuh air yang rendah dan debit yang tinggi. Air yang mengalir pada *spiralcase* melewati sudu dan bergerak menuju *runner* sehingga terjadi putaran pada poros yang menggerakkan generator. Mendesain turbin Kaplan dapat dilakukan dan dibuat sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan sehingga didapatkan nilai daya yang optimal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui berapa efisiensi turbin Kaplan dengan kapasitas daya yang diminta sebesar 25kW yang di desain dengan tinggi jatuh air 12meter dan debit 0,225 m³/s dengan memanfaatkan airfoil NACA 2412 dalam proses pembuatan sudu *Runner*. Proses pembuatan 2D dibuat dengan menggunakan *Autodesk CAD 2017* dan diuji kekerasan dengan *Software Autodesk Inventor 2021*. Terakhir dilakukan uji aliran menggunakan *Software SolidWorks 2021* hingga didapatkan hasil dengan torsi 154,541 N.m efisiensi senilai 95,16%.

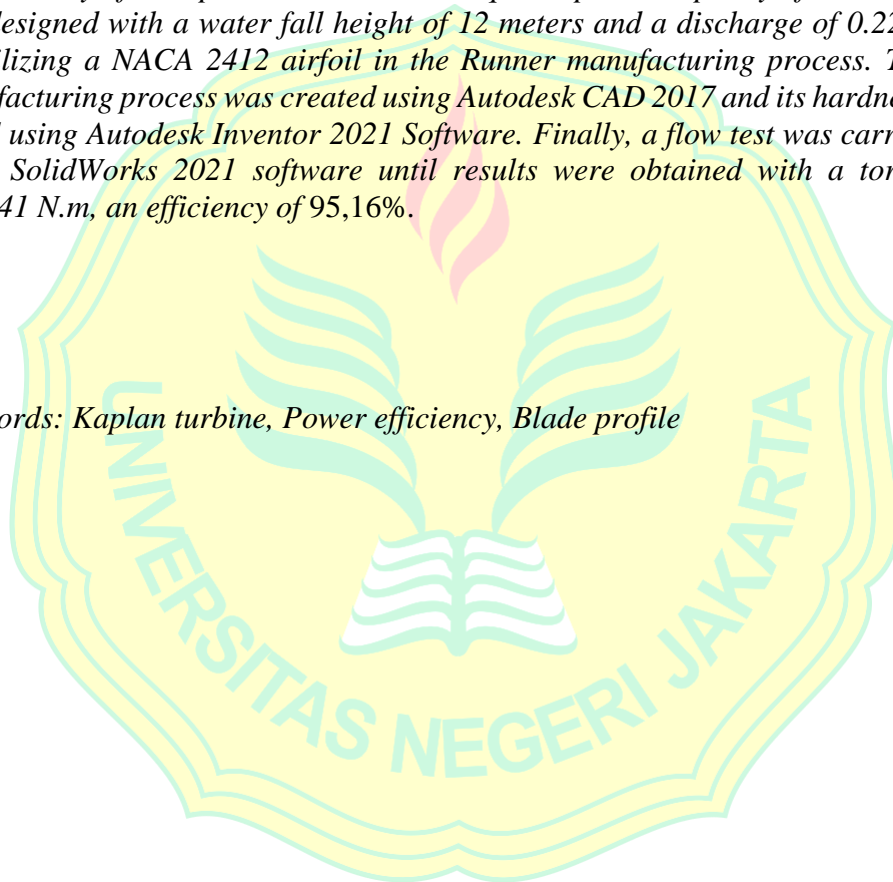
Kata kunci: Turbin Kaplan, Efisiensi Daya, Profil Sudu



ABSTRACT

Electrical energy is one of the energies that people really need to carry out their daily lives. One way that can be done is by utilizing abundant water sources, namely by designing a Micro Hydro Power Plant. The Kaplan turbine can be used as an alternative by utilizing low water fall height and high discharge. The water that flows through the spiral case passes through the blades and moves towards the runner so that rotation occurs on the shaft that drives the generator. Designing a Kaplan turbine can be done and made according to the required requirements so that optimal power values are obtained. This research was conducted to determine the efficiency of a Kaplan turbine with a required power capacity of 25 kW which was designed with a water fall height of 12 meters and a discharge of 0.225 m³/s by utilizing a NACA 2412 airfoil in the Runner manufacturing process. The 2D manufacturing process was created using Autodesk CAD 2017 and its hardness was tested using Autodesk Inventor 2021 Software. Finally, a flow test was carried out using SolidWorks 2021 software until results were obtained with a torque of 154,541 N.m, an efficiency of 95,16%.

Keywords: Kaplan turbine, Power efficiency, Blade profile



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
LEMBAR PENGESAHAN I.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Perumusan Masalah	4
1.5. Tujuan Penelitian	4
1.6. Manfaat Penelitian	4
BAB II.....	6
LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Sumber Energi Terbarukan Di Indonesia.....	6
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.....	7
2.3 Turbin Air	8
2.4 Turbin Air Kaplan	9
2.4.1 Bagian Turbin Kaplan.....	9

2.4.2	Prinsip Kerja Turbin Kaplan	10
2.5	Kriteria pemilihan jenis turbin air	11
2.5.1	Ketinggian Air Jatuh (<i>Net Head</i>)	11
2.5.2	Debit Air (Kecepatan Air).....	12
2.5.3	Daya yang Dihasil Turbin	13
2.5.4	Kecepatan Spesifik (<i>NS</i>).....	13
2.6	Perencanaan <i>Runner</i> Turbin Kaplan	14
2.6.1	Diameter <i>Runner</i> (<i>DM</i>) dan Diameter Hub (<i>Dm</i>).....	14
2.6.1	Segitiga Kecepatan.....	14
2.7	<i>TURBNPRO Version 3</i>	16
BAB III		18
METODOLOGI PENELITIAN.....		18
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.3	Diagram Alir Penelitian	19
3.3.1	Uraian Diagram Alir Penelitian	19
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	34
3.4.1	Pembebanan sudu.....	34
3.4.2	Daya turbin.....	34
3.4.3	Efisiensi Hidrolis	35
BAB IV		36
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		36
4.1	Deskripsi Hasil Penelitian	36
4.1	Model Desain.....	36
4.2	Analisis Proses.....	38

4.2.1	<i>Report Stress Analysis</i>	38
4.2.2	<i>CFD Flow simulation</i>	40
4.2.3	Hasil Simulasi <i>Torque Runner Blade</i>	43
4.3	Pembahasan.....	44
4.4	Aplikasi Hasil Penelitian.....	50
BAB V.....		51
KESIMPULAN.....		51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....		52
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....		53
Lampiran 1. <i>Preliminary design</i>		56
Lampiran 2. Segitiga Kecepatan Sudu Luar dan Sudu Dalam.....		58
Lampiran 3. Pembebanan Sudu.....		60
Lampiran 4. Hitungan Daya dan Efisiensi.....		60



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Material SFCM 60	27
Tabel 3. 2 Penentuan Computational Domain	30
Tabel 4. 1 Hasil Stress Analysis Runner Blade.....	40
Tabel 4. 2 Hasil Torque Runner Blade	43
Tabel 4. 3 Daya dan Efisiensi Runner Blade Berdasarkan Torque.....	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Layout Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.....	8
Gambar 2. 2 Perbedaan Karakteristik berbagai Runner Turbin Air (Gulliver, J S & Arndt, 1991)	9
Gambar 2. 3 Bagian-bagian Utama Turbin Kaplan	10
Gambar 2. 4 Penyebaran Net Head Turbin air	11
Gambar 2. 5 Tampilan utama TURBNPRO Version 3.....	17
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. 2 Aplikasi Airfoil Tools NACA.....	21
Gambar 3. 3 Profil Sudu Luar Airfoil NACA 2412-il	21
Gambar 3. 4 Profil sudu dalam Airfoil NACA 2412-il.....	22
Gambar 3. 5 Desain Runner 4 sudu 2D	23
Gambar 3. 6 Bentangan Runner Blade.....	23
Gambar 3. 7 Contoh Desain 3D Runner 4 sudu.....	24
Gambar 3. 8 Contoh Proses Meshing pada Runner	25
Gambar 3. 9 Pemberian Titik Tumpuan (Fixed) pada Sudu Runner	26
Gambar 3. 10 Pemberian Beban pada Sudu Runner	26
Gambar 3. 11 Pemberian Material pada Runner.....	27
Gambar 3. 12 Tipe Aliran	28
Gambar 3. 13 Jenis Fluida.....	29
Gambar 3. 14 Wall Condition	29
Gambar 3. 15 Penentuan Kondisi Awal.....	30
Gambar 3. 16 Penyesuaian Computational Domain	31
Gambar 3. 17 Bagian Rotasi Putaran	31
Gambar 3. 18 Boundary Conditions inlet Volume Flow	32
Gambar 3. 19 Conditions environment Pressure	33
Gambar 3. 20 Meshing.....	33
Gambar 4. 1 2D Turbin Kaplan (a) Assembly (b) Runner.....	37
Gambar 4. 2 Desain Runner Tampak Depan	38
Gambar 4. 3 Desain Runner Tampak Atas	38
Gambar 4. 4 Hasil Tegangan Von Mises Runner Blade	39

Gambar 4. 5 Hasil Displacement Runner Blade.....	39
Gambar 4. 6 Hasil Safety Factor Runner Blade.....	40
Gambar 4. 7 Flow Trajectories Torque runner blade (a) pressure (b) velocity.....	42
Gambar 4. 8 Cutplots torque runner blade.....	42

