

**PERANCANGAN DAN ANALISA *GUIDE VANE* TURBIN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) TIPE *CROSSFLOW*
KAPASITAS 4,3 KW BERBANTU *SOFTWARE***

SKRIPSI

*Diajukan Kepada
Universitas Bung Hatta
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin*



**Disusun Oleh :
GIFFARI SHIDDIQI WARRES NST
1910017211007**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA
2023**

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS SARJANA

**"PERANCANGAN DAN ANALISA *GUIDE VANE* TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) TIPE *CROSSFLOW* KAPASITAS 4,3 KW
BERBANTU *SOFTWARE*"**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam
Menyelesaikan Program Strata Satu (S1)
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

GIFFARI SHIDDIQI WARRES NST

NIM. 19100172110007

Diketahui :

Dosen Pembimbing



Ir. Rizky Arman., S.T., M.T

NIDN. 1026057402

Disetujui :

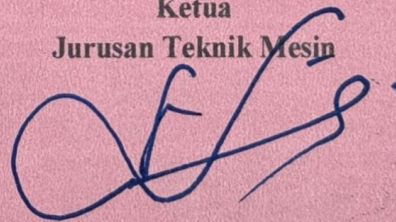
**Dekan
Fakultas Teknologi Industri**



Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T

NIDN. 1012097403

**Ketua
Jurusan Teknik Mesin**



Ir. Kaidir, M.Eng., IPM

NIDN. 0003076301

LEMBARAN PERSETUJUAN PENGUJI
TUGAS SARJANA

**“PERANCANGAN DAN ANALISA *GUIDE VANE* TURBIN PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) TIPE *CROSSFLOW* KAPASITAS
4,3 KW BERBANTU *SOFTWARE*”**

*Telah Diuji dan Dipertahankan Pada Sidang Tugas Sarjana
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Pada Tanggal 25 Februari 2023 Dengan Dosen Penguji.*

Oleh :

GIFFARI SHIDDIQI WARRES NST

NIM. 19100172110007

Diketahui :

Ketua Sidang



Ir. Rizky Arman., S.T., M.T

NIDN. 1026057402

Disetujui :

Penguji I



Iqbal., S.T., M.T

NIDN. 0970800416

Penguji II



Drs. Ir. Mulyanef., M.Sc

NIDN. 0002085903

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Giffari Shiddiqi Warres Nst
NIM : 1910017211007
Judul Skripsi : Perancangan Dan Analisa *Guide Vane* Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Tipe *Crossflow* Kapasitas 4,3 Kw Berbantu *Software*
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknologi Industri

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul di atas beserta seluruh isi adalah benar- benar karya saya, dan saya tidak melakukan plagiatisme atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Padang, 06 Maret 2023

Hormat Saya,



GIFFARI SHIDDIQI WARRES NST

NIM. 1910017211007

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT, atas petunjuk dan bimbingan-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Seminar Skripsi dengan Judul “Perancangan Dan Analisa *Guide Vane* Turbin Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Pltmh) Tipe *Crossflow* Kapasitas 4,3 Kw Berbantu *Software*” sebagai salah satu syarat untuk pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Mesin pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta. Pada Kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas berkat yang telah diberikan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan kerja praktik ini dalam keadaan yang sehat dan tanpa kekurangan apapun.
2. Untuk Papa dan Mama, terima kasih telah membesarkan anak mu sampai sekarang dan terus mendukung Giffari untuk terus melanjutkan pendidikan ke jenjang lebih tinggi sampai saat ini, serta Abang dan Adek terima kasih atas dukungan dan motivasinya kepada Giffari.
3. Bapak **Ir. Rizky Arman, S.T., M.T** selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah banyak meluangkan waktunya dan dengan sabar membimbing penulis;
4. Bapak **Ir. Kaidir, M.Eng., IPM** selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin yang telah banyak memberi motivasi dan kemudahan;
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta yang telah banyak berjasa;
6. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2019 yang telah banyak memberi motivasi, berbagi ilmu serta segala bantuan pada penyelesaian Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak luput dari kekurangan, tentunya kritik dan saran yang bersifat membangun akan sangat berguna untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat untuk semua, terutama bagi penulis dan lingkungan jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Padang, 06 Maret 2023

Hormat Saya,



GIFFARI SHIDDIOT WARRES NST

NIM. 1910017211007

ABSTRAK

“PERANCANGAN DAN ANALISA GUIDE VANE TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) TIPE *CROSSFLOW* KAPASITAS 4,3 KW BERBANTU *SOFTWARE*”

Kebutuhan akan energi listrik saat ini telah menjangkau seluruh sendi kehidupan masyarakat. Namun, keterbatasan jangkauan distribusi listrik Perusahaan Listrik Negara (PLN) ke wilayah wilayah terpencil menjadi kendala utama, padahal banyak daerah terisolir yang memiliki potensi sumber daya air melimpah. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) menjadi solusi alternatif ramah lingkungan untuk mengatasi masalah tersebut dengan memanfaatkan tinggi jatuh air (*head*) dan debit air sungai. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perancangan dan analisa mekanikal pada komponen *guide vane* (sudu pengarah) dan sudu turbin air tipe *crossflow* (impuls) yang dirancang untuk kapasitas daya 4,3 kW. Pemilihan tipe *crossflow* didasarkan pada karakteristik performanya yang sangat baik dan efisien untuk kondisi *head* dan debit skala mikro hidro, serta konstruksinya yang sederhana dan ekonomis.

Metodologi penelitian ini menggabungkan studi literatur, observasi data potensi air, perancangan matematis komponen utama turbin, serta analisis numerik berbantu *software*. Tahapan perancangan matematis meliputi perhitungan parameter debit (Q), tinggi jatuh (*head*), penentuan daya rencana (P), dimensi fisik *runner*, jumlah dan geometri kelengkungan sudu, serta desain *casing nozzle*. Simulasi berbantu *software* diaplikasikan untuk menganalisis karakteristik performa aliran fluida di dalam turbin. Fokus utama analisis difokuskan pada variasi bukaan pintu pengarah (*guide vane*) untuk mengetahui pengaruh signifikannya terhadap distribusi tekanan (*pressure*) dan perubahan kecepatan (*velocity*) fluida air saat mengenai roda jalan (*runner*) turbin.

Hasil akhir dari tugas akhir ini menghasilkan sebuah parameter desain geometris turbin *crossflow* berkapasitas 4,3 kW yang aman secara mekanis dan optimal secara hidrolis. Melalui visualisasi simulasi komputer, pengaruh variasi bukaan *guide vane* berhasil memetakan perubahan performa turbin dalam merespons fluktuasi debit air, sehingga diharapkan dapat menjadi pedoman teknis yang valid dalam memodifikasi serta merealisasikan prototipe PLTMH *crossflow* yang efisien di masa mendatang.

Kata Kunci : PLTMH, Turbin Crossflow, Guide Vane, Perancangan Turbin, Kapasitas 4,3 kW, Software Simulasi.

ABSTRACT

“DESIGN AND ANALYSIS OF TURBINE GUIDE VANE FOR MICRO-HYDRO POWER PLANT (MHPP) CROSSFLOW TYPE WITH 4.3 KW CAPACITY ASSISTED BY SOFTWARE”

The need for electrical energy has currently reached all aspects of human life. However, the limited distribution reach of the State Electricity Company (PLN) to remote areas remains a major obstacle, even though many isolated regions possess abundant water resource potential. Micro-Hydro Power Plant (MHPP) serves as an eco-friendly alternative solution to address this issue by utilizing the water head and river water discharge. This study aims to design and mechanically analyze the guide vane and water turbine blades of a crossflow (impulse) type, which is designed for a power capacity of 4.3 kW. The selection of the crossflow type is based on its excellent and efficient performance characteristics under micro-hydro scale head and discharge conditions, as well as its simple and economical construction.

The methodology of this research combines literature study, observation of water potential data, mathematical design of the main turbine components, and numerical analysis assisted by software. The mathematical design stages include calculating discharge parameters (Q), water head (H), determining the planned power (P), physical dimensions of the runner, the number and curvature geometry of the blades, as well as the casing nozzle design. Software-assisted simulation is applied to analyze the performance characteristics of the fluid flow inside the turbine. The main focus of the analysis is directed toward variations in the guide vane opening to determine its significant influence on the pressure distribution and velocity changes of the fluid (water) as it strikes the turbine runner.

The final result of this final project delivers a secure mechanical and hydraulically optimal geometric design parameter for a crossflow turbine with a capacity of 4.3 kW. Through computer simulation visualization, the effects of varying guide vane openings successfully map out changes in turbine performance when responding to water discharge fluctuations. Consequently, this is expected to serve as a valid technical guideline for modifying and realizing efficient crossflow MHPP prototypes in the future.

Keywords: MHPP, Crossflow Turbine, Guide Vane, Turbine Design, 4.3 kW Capacity, Simulation Software.

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN.....	i
LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusuan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metode Pengambilan Data	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TEORI DASAR	
2.1 Teori Dasar Aliran	5
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)	6
2.3 Kincir Air (<i>Water Wheel</i>).....	8
2.3.1 Kincir Air <i>Overshot</i>	8
2.3.2 Kincir Air <i>Undershoot</i>	9
2.3.3 Kincir Air <i>Breastshot</i>	10
2.3.4 Kincir Air <i>Tub</i>	11
2.4 Turbin Air	12
2.4.1 Turbin <i>Impulse</i>	13
2.4.2 Turbin Reaksi.....	17
2.5 Karakteristik Pemilihan Turbin	20
2.6 Perancangan Turbin <i>Crossflow</i>	22
2.7 Perancangan Diameter Poros.....	30

2.8	Perancangan Pasak	31
2.9	Perencanaan Bantalan	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	36
3.2	Studi Literatur Turbin <i>Crossflow</i>	37
3.3	Cara Menentukan Debit (Q) dan <i>Head</i> (H)	37
3.4	Metode Analisa Data	42
3.5	<i>Software Design</i> dan Analisa	43
3.6	Waktu dan Tempat Perancangan Sudu Turbin	44
BAB IV HASIL ANALISA PENELITIAN		
4.1.	Data Perancangan	45
4.2.	Perancangan Dimensi Sudu Turbin <i>Crossflow</i>	47
4.2.1.	Analisa Segitiga Kecepatan Sudu Bagian Luar	47
4.2.2.	Perancangan Dimensi <i>Runner</i>	49
4.2.3.	Analisa Segitiga Kecepatan Sudu Bagian Dalam	50
4.3.4.	Perancangan Dimensi Sudu Turbin	51
4.3.5.	Perancangan Geometri Sudu Turbin	53
4.2.6.	Perancangan Poros	55
4.2.7	Perancangan <i>Nozzle</i>	58
4.3	Dimensi Turbin <i>Crossflow</i>	61
4.4	Analisa Aliran Air	63
4.4.1	<i>Guide Vane</i> Terbuka 25%	64
4.4.2	<i>Guide Vane</i> Terbuka 50%	65
4.4.3	<i>Guide Vane</i> Terbuka 75%	66
4.4.4	<i>Guide Vane</i> Terbuka 100%	67
4.5	Pembahasan Analisa	68
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	73
5.2	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA		75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat ini energi listrik telah menjangkau seluruh sendi-sendi kehidupan manusia. Energi listrik saat ini telah bertransformasi sebagai sumber energi untuk kebanyakan peralatan elektronik yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Selain pemanfaatan dalam kegiatan sehari-hari seperti memasak, penerangan, menghidupkan televisi maupun pemanfaatan dalam industri saat ini listrik juga dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber energi untuk mengusir hama atau musuh dalam perkebunan.

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) sebagai sarana penghasil energi listrik mempunyai dampak ganda, baik untuk meningkatkan penyediaan dan pemerataan listrik khususnya di daerah pedesaan maupun menjadikan wahana guna meningkatkan kemampuan industri lokal dalam menangani perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Air mulai dari tahap studi kelayakan, perencanaan pembuatan mesin dan peralatan, hingga pemasangannya.

Pengaplikasian Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) memang sudah banyak di Indonesia. Namun, masih banyak aliran sungai yang belum termanfaatkan menjadi pembangkit listrik terutama dalam menghasilkan daya yang lebih kecil. Sementara itu, Perusahaan Listrik Negara (PLN) belum dapat melayani distribusi listrik sampai ke desa-desa terpencil, padahal banyak desa terpencil yang memiliki potensi sumber daya air yang dapat dikembangkan menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) (Ahmad, 2012).

Pemilihan jenis turbin air dalam PLTMH disesuaikan dengan debit air, dan ketinggian (*head*). Turbin air adalah mesin konversi energi yang berfungsi untuk merubah atau mengkonversi energi potensial (*head*) yang dimiliki oleh air ke bentuk energi mekanik pada poros turbin. Turbin air *cross-flow* adalah salah satu turbin air dari jenis turbin aksi (*impulse turbine*). Pemilihan jenis turbin yang digunakan sangat tergantung dari besarnya debit air dan tinggi jatuh air yang tersedia. Berdasarkan perbandingan karakteristik turbin berdasarkan *head* (m)

dengan *flow* (m^3/s), jenis sudu turbin air yang akan penulis rancang adalah sudu turbin *cross-flow*. Hasil akhir penelitian diharapkan dapat menghasilkan desain perancangan dan analisa penggunaan sudu turbin *cross-flow* berbasis software, sehingga dapat direalisasikan secara nyata dikemudian hari. Untuk itu penulis mengangkat judul tugas akhir “**Perancangan dan Analisa Guide Vane Turbin Pembangkit Litrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Turbin Crossflow Kapasitas 4,3 kW Berbantu Software**”.

1.2 Rumusuan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat ditarik suatu rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana cara memilih jenis turbin yang tepat sesuai dengan kemampuan potensial yang dimiliki air ?
2. Bagaimana langkah-langkah yang tepat untuk merancang turbin *crossflow* ?
3. Bagaimana pengaruh bukaan *guide vane* terhadap *pressure* fluida air yang terjadi pada turbin air *crossflow* ?
4. Bagaimana pengaruh bukaan *guide vane* terhadap *velocity* fluida air yang terjadi pada turbin air *crossflow*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah :

1. Mampu menjelaskan dasar pemilihan dan penggunaan turbin air *crossflow*.
2. Untuk mengetahui langkah-langkah yang tepat untuk merancang turbin *crossflow*.
3. Untuk menganalisa pengaruh bukaan *guide vane* terhadap *pressure* fluida air yang terjadi pada turbin air *crossflow*.
4. Untuk menganalisa pengaruh bukaan *guide vane* terhadap *velocity* fluida air yang terjadi pada turbin air *crossflow*.

1.4 Batasan Masalah

Permasalahan dalam perancangan sudu turbin air *crossflow* ini memberikan adanya batasan masalah, agar permasalahan yang sudah ada tidak meluas kepermasalahan yang lainnya. Adapun batasan masalahnya sebagai berikut :

1. Perhitungan pada :
 - a. Perhitungan debit (Q)
 - b. Perhitungan daya (P)
 - c. Perhitungan runner
 - d. Perhitungan Sudu Turbin
 - e. Perhitungan *Casing Nozzle*
2. Pembahasan dilakukan menggunakan turbin air tipe *crossflow* berkapasitas 4,3 kW (Kilowatt).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun perancangan sudu turbin *crossflow* ini diharapkan akan memberikan manfaat diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pedoman dalam mengembangkan, memodifikasi, dan menciptakan desain sudu turbin *crossflow*.
2. Memberikan informasi baru terhadap IPTEKS mengenai salah satu jenis sudu yang dapat mengoptimalkan kinerja turbin *crossflow* pada pembangkit listrik tenaga mikro hidro.

1.6 Metode Pengambilan Data

Adapun metodologi yang digunakan penulis dalam memperoleh data yang mendukung dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini yaitu, sebagai berikut :

1. Observasi

Yaitu dengan metode penulis menyelami dan terlibat langsung dalam kegiatan di lingkungan kerja tersebut. Metode ini dilakukan dengan alasan dapat memahami langsung permasalahan yang nampak di lapangan sehingga memudahkan dalam penulisan laporan.

2. Studi Kepustakaan

Yaitu metode yang digunakan dengan cara mencari dan membaca literatur yang ada kaitannya dengan pokok bahasan. Metode ini dilakukan dengan alasan untuk memperjelas metode pertama.

3. Metode Konsultasi

Yaitu metode yang dilakukan dengan cara wawancara atau konsultasi langsung dengan dosen pembimbing mengenai laporan akhir penulisan.

4. Metode *Cyber*

Yaitu metode yang dilakukan dengan cara mencari informasi dan data melalui internet sebagai bahan referensi.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan penulisan proposal Tugas Akhir ini, penulis menyusun sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan berbagai macam perihal, seperti Latar Belakang, Tujuan, Manfaat, Batasan Masalah, Metode Penulisan Laporan, dan Sistematika Penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Bab ini menjelaskan tentang teori dasar, yang berhubungan dengan Tugas Akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi uraian langkah-langkah kerja, metodologi dan perancangan dimensi dari sudu turbin *crossflow*.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini berisikan pembahasan tentang hasil analisa perancangan dari sudu turbin air tipe *crossflow*.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan Kesimpulan dan Saran tentang tugas akhir ini