

SKRIPSI

**DESAIN *LINKAGE GUIDE VANE* UNTUK MENGATUR
ALIRAN AIR PADA TURBIN KAPLAN 6 SUDU *RUNNER***



*Mencerdaskan &
Memartabatkan Bangsa*

Andhika Pratama Putra

1502618019

Skripsi Ini Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam Mendapatkan
Gelar Sarjana Pendidikan

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2023

HALAMAN PENGESAHAN 1

Judul : DESAIN *LINKAGE GUIDE VANE* UNTUK
MENGATUR ALIRAN AIR PADA TURBIN KAPLAN 6
SUDU *RUNNER*

Penyusun : Andhika Pratama Putra

NIM : 1502618019

Pembimbing I : Drs. Sirojudin, M.T.

Pembimbing II : Dr. Ragil Sukarno, M.T.

Tanggal Ujian : Senin, 07 Agustus 2023

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Drs. Sirojudin, M.T.

NIP : 196010271990031003

Pembimbing II

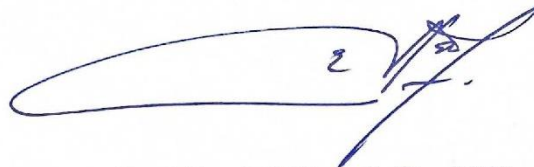


Dr. Ragil Sukarno, M.T.

NIP : 197911022012121001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin



Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.

NIP. 198310132008121002

HALAMAN PENGESAHAN 2

Judul : DESAIN *LINKAGE GUIDE VANE* UNTUK MENGATUR
ALIRAN AIR PADA TURBIN KAPLAN 6 SUDU
RUNNER


Penyusun : Andhika Pratama Putra

No. Registrasi : 1502618019

NAMA DOSEN TANDA TANGAN TANGGAL


Drs. Sirojudin, M.T.

NIP : 196010271990031003
(Dosen Pembimbing I)


..... 10-08-2023

Dr. Ragil Sukarno, M.T.

NIP : 197911022012121001
(Dosen Pembimbing II)


..... 10/08 2023

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI


Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.

NIP : 198310132008121002
(Ketua Sidang)


..... 10-08-2023

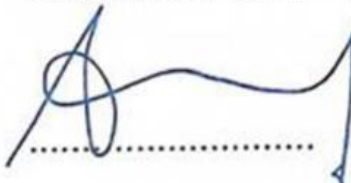
Rani Anggrainy, S.Pd., M.T

NIP : 199201102022032005
(Sekretaris)

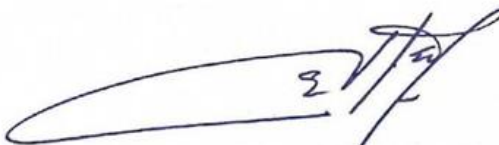

..... 10-08-2023

Ahmad Kholil, S.T., M.T

NIP : 197908312005011001
(Dosen Ahli)


..... 10-08-2023

Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta



Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.

NIP. 198310132008121002

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

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

Jakarta, Agustus 2023



Andhika Pratama Putra

NIM. 1502618019



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 : ANDHIKA PRATAMA PUTRA
NIM : 1502618019
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik / Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : andhikapratama000@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 *Linkage Guide Vane* Untuk Mengatur Aliran Air Pada Turbin Kaplan 6 Sudu *Runner*

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, 21-Agustus-2023

Penulis

(ANDHIKA PRATAMA P.)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkat dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “DESAIN *LINKAGE GUIDE VANE* UNTUK MENGATUR ALIRAN AIR PADA TURBIN KAPLAN 6 SUDU *RUNNER*”

Adapun penulisan skripsi ini bertujuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Adapun pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala bentuk Nikmat
2. Orang Tua yang selalu memberikan doa dan selalu mendukung dalam bentuk apapun
3. Adi Wijaya Bangun, S.T. selaku paman saya yang banyak membantu saya untuk melanjutkan pendidikan saya saat ini
4. Bapak Drs. Sirojuddin, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang banyak memberikan arahan, bimbingan, motivasi dan saran yang baik kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini
5. Bapak Dr. Ragil Sukarno, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini
6. Bapak Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta
7. Staff Tata Usaha Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta
8. Tri Ratnawati yang selalu mendukung dan mengingatkan saya untuk melanjutkan penulisan skripsi ini

9. Keluarga besar Pendidikan Teknik Mesin kelas A 2018 yang selalu memberikan semangat kepada penulis
10. Seluruh rekan mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta dan pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih terdapat kekurangan. Penulis berharap masukan, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar penulis dapat memperbaiki skripsi ini menjadi lebih baik. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat untuk pembaca. Akhir kata penulis memohon maaf jika terdapat kesalahan dari segi isi maupun penulisan baik disengaja atau tidak disengaja. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan juga saya sendiri.

Jakarta, Agustus 2023



Andhika Pratama Putra

NIM. 1502618019

ABSTRAK

Turbin kaplan merupakan turbin air jenis reaksi beraliran aksial, beroperasi pada *head* yang rendah dengan kapasitas aliran air yang tinggi atau bahkan dapat beroperasi pada kapasitas aliran air yang sangat rendah. Turbin kaplan memiliki sudu *runner* yang dapat diatur dan sudu pengarah (*guide vane*) yang dapat diatur untuk mengontrol aliran air ke *runner blade* di turbin kaplan untuk mendapatkan daya maksimum, mengatur aliran air, dan menghentikan aliran air. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan desain *linkage guide vane* yang optimal untuk turbin kaplan 6 sudu runner dan mendapatkan nilai gaya dorong yang terjadi dari aliran air ketika *guide vane* dibuka 20%, 40%, 60%, 80%, 100%. Penelitian ini dimulai dari studi literatur, *preliminary desain* untuk mendapatkan nilai gaya-gaya yang terjadi dan ukuran minimum, pembuatan desain 2D dengan *software* AutoCAD, pembuatan desain 3D menggunakan AutoDesk Inventor, *meshing* yang dilakukan secara otomatis, pemberian kondisi batas, pembebanan dan material lalu melakukan *stress simulation* menggunakan Autodesk Inventor dan *flow simulation* menggunakan SolidWorks pada *spiral case* ketika *guide vane* tertutup, terbuka 20%, 40%, 60%, 80%, 100%. Dari hasil simulasi, didapatkan bahwa desain mekanisme *linkage guide vane* ini mampu membuka dan menutup *guide vane* serta didapatkan nilai *Safety factor* minimum 4,02ul, gaya dorong terbesar yang dihasilkan yaitu 150,318 N ketika *guide vane* terbuka 20% dari posisi tertutupnya dan gaya dorong terkecil yang dihasilkan yaitu 96,9924 N ketika *guide vane* terbuka 100%. Desain ini layak karena telah melebihi nilai *safety factor* yang 4ul dan dapat mengatur aliran air dengan mengatur terbukanya *guide vane*.

Kata kunci: desain, *guide vane*, mekanisme *linkage*, *safety factor*

ABSTRACT

The Kaplan turbine is a type of reaction turbine that operates with low head and high water flow capacity, and can even operate with very low water flow rates. The Kaplan turbine has adjustable runner blades and adjustable guide vanes to control the water flow to the runner blades in the turbine, in order to obtain maximum power, regulate the water flow, and stop the water flow. The objective of this research is to obtain an optimal design of the linkage guide vanes for a 6-blade Kaplan turbine and determine the thrust force values generated by the water flow when the guide vanes are opened at 20%, 40%, 60%, 80% and 100%. The research begins with a literature review and preliminary design to determine the forces and minimum dimensions, followed by the creation of a 2D design using AutoCAD software. A 3D design is then developed using AutoDesk Inventor, with automatic meshing, boundary conditions, loading, and material properties. Stress simulation is conducted using Autodesk Inventor, while flow simulation is performed using SolidWorks on the spiral case when the guide vanes are closed and opened at 20%, 40%, 60%, 80% and 100%. From the simulation results, it is found that this linkage guide vane mechanism design is capable of opening and closing the guide vanes. The minimum safety factor obtained is 4.02, and the maximum thrust force generated is 150.318 N when the guide vanes are opened at 20% from the closed position. The minimum thrust force obtained is 96.9924 N when the guide vanes are opened at 100%. This design is deemed feasible as it exceeds the minimum safety factor requirement of 4 and allows for control of the water flow by adjusting the opening of the guide vanes.

Keywords: design, guide vane, linkage mechanism, safety factor

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN 1	ii
HALAMAN PENGESAHAN 2	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I 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 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sumber Energi Baru Terbarukan.....	5
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.....	5
2.3 Turbin Air.....	6
2.4 Turbin Kaplan	8
2.5 Kriteria Pemilihan Turbin	10
2.6 Motor Servo.....	12
2.7 Mekanisme <i>Linkage</i>	15
2.8 <i>Pasak</i>	22
2.9 <i>Safety Factor</i>	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.3 Diagram Alir Penelitian	27
3.4 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data	46
3.5 Teknik Analisis Data.....	46

BAB IV HASIL PENELITIAN.....	47
4.1 Deskripsi Penelitian.....	47
4.2 Hasil Analisis Tegangan.....	50
4.3 Hasil Analisis Aliran Turbin	54
4.4 Pembahasan.....	67
4.5 Aplikasi Hasil Penelitian.....	67
BAB V KESIMPULAN	68
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN.....	73



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Skema Pembangkit Listrik Mikro Hidro	6
2.2	Karakteristik <i>Runner</i> pada turbin air	7
2.3	Tinggi head dan aliran air terhadap daya turbin mikrohidro	8
2.4	Bagian-bagian utama Turbin Kaplan	9
2.5	Konstruksi Turbin Kaplan	9
2.6	Motor servo	13
2.7	Konstruksi motor servo	13
2.8	Diagram gaya lengan poros <i>guide vane</i>	14
2.9	Momen gaya	16
2.10	Tegangan Tarik	16
2.11	Tegangan Tekan	16
2.12	Tegangan Geser	17
2.13	Jenis Kondisi Akhir Kolom	18
2.14	Hubungan antara panjang ekivalen dan panjang sebenarnya	19
2.15	Pasak	22
3.1	Diagram Alir Penelitian	27
3.2	Gaya pada <i>Assembly</i>	29
3.3	Detail A Gaya pada <i>Assembly</i>	29
3.4	2D <i>Assembly</i> mekanisme <i>linkage guide vane</i> turbin Kaplan	37
3.5	3D <i>Assembly</i> mekanisme <i>linkage guide vane</i> turbin Kaplan	38
3.6	<i>Guide Vane</i> (a) terbuka & (b) tertutup	38
3.7	Tumpuan pada <i>Assembly</i> bagian 1	39
3.8	Tumpuan pada <i>Assembly</i> bagian 2	39
3.9	Pembebanan pada <i>Assembly</i> bagian 1	40
3.10	Pembebanan pada <i>Assembly</i> bagian 2	40
3.11	<i>Meshing</i> pada <i>Assembly</i> bagian 1	41
3.12	<i>Meshing</i> pada <i>Assembly</i> bagian 2	42
3.13	Menentukan Tipe Aliran	42
3.14	Menentukan Jenis Fluida	43
3.15	Menentukan <i>Wall Condition</i>	43

3.16	Menentukan Kondisi Awal	44
3.17	<i>Boundary Conditions Inlet Volume Flow</i>	44
3.18	<i>Boundary Conditions Environment Pressure</i>	45
3.19	<i>Meshing</i> Pada Solidwork	45
4.1	Pembebanan Gaya pada <i>Assembly</i>	47
4.2	Gerakan mekanisme <i>Linkage Guide Vane</i> membuka	49
4.3	Gerakan mekanisme <i>Linkage Guide Vane</i> menutup	49
4.4	Tegangan <i>Von Mises</i> pada bagian 1 (a) <i>Assembly</i> (b) Pasak	50
4.5	<i>Displacement</i> pada <i>Assembly</i> bagian 1	51
4.6	<i>Safety Factor</i> pada <i>Assembly</i> bagian 1	51
4.7	Tegangan <i>Von Mises</i> pada <i>Assembly</i> bagian 2	52
4.8	Tegangan <i>Von Mises max</i> pada <i>Assembly</i> bagian 2	52
4.9	<i>Displacement</i> pada <i>Assembly</i> bagian 2	53
4.10	<i>Safety Factor</i> pada <i>Assembly</i> bagian 1	53
4.11	<i>Flow Trajectories</i> Kecepatan Aliran pada GV Tertutup	54
4.12	<i>Flow Trajectories</i> Kecepatan Aliran pada GV terbuka 20%	55
4.13	<i>Cut Plot</i> Kecepatan Aliran pada GV terbuka 20%	55
4.14	<i>Pressure Trajectories</i> pada GV terbuka 20%	56
4.15	<i>Cut Plot Pressure</i> pada GV terbuka 20%	56
4.16	<i>Flow Trajectories</i> Kecepatan Aliran pada GV terbuka 40%	57
4.17	<i>Cut Plot</i> Kecepatan Aliran pada GV terbuka 40%	58
4.18	<i>Pressure Trajectories</i> pada GV terbuka 40%	58
4.19	<i>Cut Plot Pressure</i> pada GV terbuka 40%	59
4.20	<i>Flow Trajectories</i> Kecepatan Aliran pada GV terbuka 60%	60
4.21	<i>Cut Plot</i> Kecepatan Aliran pada GV terbuka 60%	60
4.22	<i>Pressure Trajectories</i> pada GV terbuka 40%	61
4.23	<i>Cut Plot Pressure</i> pada GV terbuka 40%	61
4.24	<i>Flow Trajectories</i> Kecepatan Aliran pada GV terbuka 80%	62
4.25	<i>Cut Plot</i> Kecepatan Aliran pada GV terbuka 80%	63
4.26	<i>Pressure Trajectories</i> pada GV terbuka 40%	63
4.27	<i>Cut Plot Pressure</i> pada GV terbuka 40%	64
4.28	<i>Flow Trajectories</i> Kecepatan Aliran pada GV terbuka 100%	65

4.29	<i>Cut Plot</i> Kecepatan Aliran pada GV terbuka 100%	65
4.30	<i>Pressure Trajectories</i> pada GV terbuka 100%	66
4.31	<i>Cut Plot Pressure</i> pada GV terbuka 100%	66



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Kecepatan Spesifik Turbin Air	11
2.2	Penggunaan Tipe Turbin Air berdasarkan <i>Head</i>	11
2.3	Profil Penampang Benda	20
2.4	Ukuran Standar Pasak	24
3.1	Spesifikasi motor CPM-SCHP-3441S	37
3.2	Spesifikasi Material	41
4.1	Pembebanan Gaya pada <i>Assembly</i>	47
4.2	Spesifikasi Motor Servo	48
4.3	Tabel Ukuran <i>Linkage Guide Vane</i>	48
4.4	Hasil analisis <i>assembly</i> bagian 1	50
4.5	Hasil analisis <i>assembly</i> bagian 2	52
4.6	Data Hasil Force GV Tertutup	54
4.7	Data Hasil Force GV terbuka 20%	55
4.8	Data Hasil Force GV terbuka 40%	57
4.9	Data Hasil Force GV terbuka 60%	59
4.10	Data Hasil Force GV terbuka 80%	62
4.11	Data Hasil Force GV terbuka 100%	65

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
1	Pembebanan, Tebal rangka, Panjang pasak dan Diameter pin	73
2	Model Desain	81

