



UNIVERSITAS NEGERI PADANG

“Alam Takambang Jadi Guru”

TUGAS AKHIR – MSN1.62.8004

**ANALISIS VARIASI JUMLAH SUDU TERHADAP UJI KINERJA
TURBIN VORTEX**

**Trio Harinaldi Aswanto
19338044/2019**

**Dosen Pembimbing
Drs. Purwantono, M.Pd.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Padang
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR
ANALISIS VARIASI JUMLAH SUDU TERHADAP UJI KINERJA
TURBIN VORTEX

Nama : Trio Harinaldi Aswanto
NIM / BP : 19338044 / 2019
Konsentrasi : Energi
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, November 2023

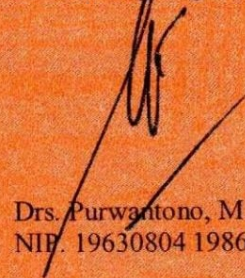
Disetujui Oleh:

Ketua Program Studi
S1 Teknik Mesin



Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19760706 200312 1 001

Pembimbing Tugas Akhir



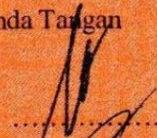


Drs. Purwantono, M.Pd.
NIP. 19630804 198603 1 002

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR
ANALISIS VARIASI JUMLAH SUDU TERHADAP UJI KINERJA
TURBIN VORTEX

Nama : Trio Harinaldi Aswanto
NIM / BP : 19338044 / 2019
Konsentrasi : Energi
Program Studi : SI Teknik Mesin
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Dewan Penguji Tugas Akhir
Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang Pada
Tanggal 10 November 2023.

Dewan Penguji

| Nama | Tanda Tangan |
|---|---|
| 1. Drs. Purwantono, M.Pd. | 1.  (Ketua Penguji) |
| 2. Dr. Randi Purnama Putra, S.Pd., M.T. | 2.  (Penguji) |
| 3. Wanda Afnison, S.Pd., M.T. | 3.  (Penguji) |

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Trio Harinaldi Aswanto
NIM / BP : 19338044 / 2019
Konsentrasi : Energi
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Departemen : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : Analisis Variasi Jumlah Sudu terhadap Uji
Kinerja Turbin Vortex

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, November 2023
Yang Menyatakan



Trio Harinaldi Aswanto
NIM. 19338044

ABSTRAK

Trio Harinaldi Aswanto : ANALISIS VARIASI JUMLAH SUDU TERHADAP UJI KINERJA TURBIN VORTEX

Turbin air merupakan sumber energi alternatif yang memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan, khususnya turbin vortex. Turbin vortex merupakan salah satu jenis turbin air yang cukup baru dan masih banyak peluang untuk para peneliti melakukan penelitiannya. Tujuan dilakukan penelitian ini ialah mengetahui efisiensi dari masing-masing variasi jumlah sudu yaitu sudu 3,4 dan 5. Analisis dilakukan pada software solidworks 2022 menggunakan metode CFD (Computational Fluid Dynamics). Boundary condition merupakan bagian dari input data parameter dimana menggunakan inlet volume flow sebesar 0,003 m³/s sebagai input dari boundary condition dan outlet pressure sebagai output boundary condition. Setelah dilakukan running simulasi didapatkan data torsi dari sudu 3 yaitu 0,26 Nm, sudu 4 yaitu 3,02 Nm dan sudu 5 yaitu 4,96 Nm. Efisiensi dari masing-masing jumlah sudu didapatkan dari hasil perhitungan analitik menggunakan rumus diperoleh efisiensi dari masing-masing sudu yaitu sudu 3 sebesar 0,9%, sudu 4 sebesar 11,91% dan sudu 5 sebesar 20,74%. Dari perhitungan efisiensi tersebut dapat diketahui semakin banyak jumlah sudu, maka efisiensi yang dihasilkan akan semakin besar. Maka efisiensi yang paling besar terdapat pada sudu 5, sudu 4 merupakan pertengahan dan sudu 3 paling kecil dalam menghasilkan efisiensi.

Keywords : Pembangkit listrik tenaga air, turbin vortex, torsi, debit, efisiensi, simulasi solidworks, CFD.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan keharidat Allah SWT, karena segala rahmat, hidayah, dan karunia yang telah dilimpahkan-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisis Variasi Jumlah Sudu Terhadap Uji Kinerja Turbin Vortex**” yang mana ini merupakan salah satu bentuk untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Mesin pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam penyusunan Tugas Akhir penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis belum tentu dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas semua dukungan dan bantuan yang telah diberikan selama penyusunan Tugas Akhir ini dilaksanakan, antara lain:

1. Allah SWT atas nikmat luar biasa yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dalam keadaan sehat dan tanpa kekurangan apapun.
2. Bapak Nuzirwan dan Ibu Kambaranas selaku kedua orang tua, Jusepri Aswanto selaku uda, Jul Mardhiyyah Aswanti selaku uni dan keluarga penulis atas doa dan dukungan serta motivasi yang tiada pernah terhenti.
3. Bapak Ir. Krismadinata, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan FT UNP Padang.
4. Bapak Dr. Eko Indrawan, S.T., M.Pd., selaku Ketua Departemen

Teknik Mesin Universitas Negeri Padang

5. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Dr. Ir. Remon Lapisa, M.T., M.Sc., selaku Dosen Penasehat Akademis yang telah membimbing penulis dalam bidang akademis.
7. Bapak Dr. Randi Purnama Putra, S.Pd., M.T., dan Bapak Wanda Afnison, S.Pd., M.T., selaku Dosen Penguji dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir.
8. Bapak Dr. Dori Yuvenda, S.Pd., M.T. yang telah memberikan tutorial *running* simulasi menggunakan *software* kepada penulis.
9. Bapak Rahmat Azis Nabawi, S.Pd, M.Pd.T. selaku Kepala Laboratorium Manufaktur Universitas Negeri Padang yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di Laboratorium Manufaktur Universitas Negeri Padang.
10. Para penghuni Laboratorium Manufaktur yaitu da aulia, dayat, dio, fatiy, insan, irfan, dll.
11. Rekan-rekan coek yaitu apit, ajib, fakhri, ihsan, nazhif dan tommy yang sama-sama berjuang untuk sebuah gelar.
12. Bapak dan Ibu Dosen beserta Staf Administrasi Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membimbing penulis selama kuliah.
13. Rekan-rekan mahasiswa Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Negeri Padang atas waktu-waktu yang sangat berkesan, bantuan, dukungan dan saran yang diberikan kepada penulis.

14. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir dan penulisan ini masih banyak terdapat kekurangan yang harus dilengkapi. Untuk itu, berbagai kritik, saran dan tanggapan dari pembaca sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan penelitian ini. Terakhir penulis mohon maaf jika terdapat kesalahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Padang, November 2023

Trio Harinaldi Aswanto
NIM. 19338044

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|-------------|
| HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR | i |
| HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR..... | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | iii |
| ABSTRAK | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | x |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| B. Identifikasi Masalah | 5 |
| C. Pembatasan Masalah | 6 |
| D. Rumusan Masalah | 6 |
| E. Tujuan Penelitian..... | 7 |
| F. Manfaat Penelitian | 7 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA..... | 8 |
| A. Pembangkit Tenaga Listrik..... | 8 |
| B. Teori Dasar Aliran | 9 |
| C. Potensi Tenaga Air | 10 |
| D. Energi | 10 |
| E. Turbin Air..... | 11 |
| F. Macam macam Turbin Air | 12 |

| | |
|---|-----------|
| G. Turbin Vortex | 14 |
| H. Karakteristik Turbin Vortex..... | 16 |
| I. Generator..... | 19 |
| J. <i>SolidWorks</i> | 19 |
| K. <i>Computational Fluid Dynamic</i> (CFD) | 20 |
| L. Desain Penelitian..... | 21 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 23 |
| A. Jenis Penelitian | 23 |
| B. Waktu dan Lokasi Penelitian..... | 23 |
| C. <i>Timeline</i> Penelitian..... | 24 |
| D. Alat dan Bahan..... | 25 |
| E. Desain 3D Sudu Turbin Vortex pada Software Solidworks..... | 26 |
| F. Tahapan Simulasi Efisiensi Variasi Jumlah Sudu Turbin Vortex pada Solidworks..... | 28 |
| G. <i>Mesh Independence Test</i> | 32 |
| H. Desain Turbin Vortex..... | 33 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 37 |
| A. Data dan Hasil Pengujian..... | 37 |
| B. Analisa Berdasarkan Data Hasil Pengujian | 44 |
| C. Pembahasan Hasil Pengujian | 46 |
| BAB V PENUTUP | 47 |
| A. Kesimpulan | 47 |
| B. Saran..... | 48 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 49 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Skema pembangkit listrik piko hidro..... | 8 |
| 2.2 Turbin Impuls | 13 |
| 2.3 Turbin Reaksi..... | 14 |
| 2.4 <i>Software SolidWorks 2022</i> | 20 |
| 2.5 Desain Penelitian | 21 |
| 3.1 Tampilan <i>Software Solidworks</i> | 25 |
| 3.2 Lembar kerja <i>Solidworks</i> | 26 |
| 3.3 Membuat <i>sketch</i> dari sudu turbin vortex | 26 |
| 3.4 Membuat <i>newplane</i> | 27 |
| 3.5 Membuat <i>sketch</i> yang sama pada 3 <i>plane</i> yang telah dibuat sebelumnya | 27 |
| 3.6 Penggabungan 3 <i>sketch</i> sudu turbin menjadi satu bidang lengkungan..... | 28 |
| 3.7 Desain sudu turbin vortex..... | 28 |
| 3.8 Tampilan <i>mesh global</i> turbin | 29 |
| 3.9 Pembuatan <i>lid</i> | 30 |
| 3.10 <i>Setting wizard</i> | 30 |
| 3.11 <i>Setup Boundary Condition</i> | 31 |
| 3.12 Penentuan <i>goals</i> | 32 |
| 3.13 Desain 3D sudu turbin vortex..... | 33 |
| 3.14 Dimensi turbin vortex..... | 34 |
| 3.15 Desain 3D <i>casing</i> turbin vortex..... | 34 |
| 3.16 Dimensi <i>casing</i> turbin vortex | 35 |

| | |
|---|----|
| 4.1 Grafik hasil <i>running</i> simulasi..... | 37 |
| 4.2 Grafik daya efektif dari masing-masing variasi jumlah sudu..... | 38 |
| 4.3 Grafik efisiensi variasi jumlah sudu dari turbin vortex..... | 40 |
| 4.4 Ukuran <i>mesh</i> yang dipakai ialah global mesh 7 | 41 |
| 4.5 Goals running simulasi <i>Flow Simulation Solidworks</i> | 42 |
| 4.6 <i>Contour velocity</i> | 42 |
| 4.7 Flow trajectories..... | 43 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Pengambilan Data Penelitian..... | 22 |
| 3.1 Rencana <i>Timeline</i> Penelitian..... | 24 |
| 3.2 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)..... | 25 |
| 3.3 <i>Meshing Independence Test</i> | 33 |
| 4.1 Hasil simulasi <i>Flow Simulation Solidworks</i> | 36 |
| 3.2 Rencana <i>Timeline</i> Penelitian..... | 24 |
| 3.3 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)..... | 25 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Energi listrik merupakan kebutuhan mutlak sebagai aktivitas kehidupan setiap hari untuk memenuhi berbagai kebutuhan pada sektor usaha serta industri. Banyak permasalahan dalam pemenuhan kebutuhan energi tersebut, terutama diakibatkan besarnya ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak bumi. Berbagai alternatif energi saat ini telah banyak dikembangkan mulai dari energi dari matahari atau panel surya, panas bumi atau geothermal, angin dan air.

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki jumlah sumber air yang sangat melimpah, hal ini menjadi potensi yang sangat besar dalam mengembangkan sumber energi khususnya dengan memanfaatkan aliran air. Pembangkit listrik tenaga pikohidro tentunya dapat dijadikan alternatif dan cocok jika dikembangkan pada daerah terpencil seperti daerah perbukitan maupun lereng gunung (Akhwan & Sunardi, 2022)

Pemanfaatan energi menggunakan air sebagai pembangkit listrik merupakan salah satu solusi yang sangat berpotensi untuk diaplikasikan. Pembangkit Listrik menggunakan tenaga air telah dilakukan oleh beberapa penelitian salah satunya (Farel Hasiholan Napitupulu, 2008) melakukan penelitian di Sumatera Selatan dengan mengukur debit air terjun rata-rata sebesar 1-10 m/s yang berada di 30 titik air terjun daerah Ogan Komering