

**PERANCANGAN TURBIN *PROPELLER TYPE AXIAL* SKALA PIKO HIDRO  
PADA SALURAN IRIGASI CIGIRANG KAB. SUMEDANG DENGAN  
MENGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)***



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2021**

## LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN TURBIN *PROPELLER TYPE AXIAL* SKALA PIKO HIDRO  
PADA SALURAN IRIGASI CIGIRANG KAB. SUMEDANG DENGAN  
MENGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)*



Disusun Oleh:

Nama : Budi Efendi  
NIM : 41316010039  
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
FEBRUARI 2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PERANCANGAN TURBIN *PROPELLER TYPE AXIAL* SKALA PIKO HIDRO  
PADA SALURAN IRIGASI CIGIRANG KAB. SUMEDANG DENGAN  
MENGUNAKAN *COMPTUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)***




Disusun Oleh:

Nama : Budi Efendi  
NIM : 41316010039  
Program Studi : Teknik Mesin

MERCU BUANA

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing  
Pada tanggal: 15 Maret 2021

Dosen Pembimbing

  
Alief Avicenna L, ST/M.Eng.  
NIP. 216910097

Mengetahui

Koordinator Tugas Akhir

  
  
Alief Avicenna L, ST/M.Eng.  
NIP : 216910097

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Budi Efendi

NIM : 41316010039

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Perancangan Turbin Propeller Type Axial Skala Piko Hidro  
Pada Saluran Irigasi Cigirang Kab. Sumedang Dengan  
Monggunakan Computational Fluid Dynamic (CFD)

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS Jakarta, 11 Februari 2021  
MERCU BUANA



METERAI  
TEMPEL  
92BAJX051760132

Budi Efendi

## PENGHARGAAN

Puji syukur selalu dan tak lupa penulis panjatkan kepada kehadiran Tuhan yang Maha Kuasa, Allah SWT, karena atas nikmat, ridho, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu dan dapat menyusun laporan Tugas Akhir. Penyusunan laporan Tugas Akhir merupakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir dan sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian jenjang Sarjana Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

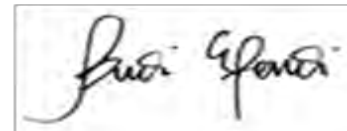
Dalam proses melaksanakan kegiatan dan penyusunan laporan Tugas Akhir, penulis menyadari begitu banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara moral maupun langsung.

Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih sebesar – besarnya kepada:

1. Allah SWT, karena berkat izin dan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan rangkaian kegiatan Tugas Akhir dan menyusun laporan Tugas Akhir dengan baik.
2. Kedua orang tua, Ayahanda Cece Rohadi dan Ibunda Dodoh Rohaedah yang telah membiayai kuliah penulis.
3. Kedua orang tua wali, Ibunda Nur Akhidah Amd, Kep dan Eva Silvia Amd, AK yang telah membiayai kuliah penulis.
4. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan motivasi kepada setiap mahasiswa Teknik Mesin.
5. Bapak Alief Avicenna L, ST, M. Eng Sekretaris Program Studi selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
6. Bapak Alief Avicenna L, ST, M. Eng sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan nasehat selama proses pembuatan laporan ini.
7. Teman-teman jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana angkatan 2016 yang selama ini memberikan bantuan dan dukungan.
8. Teman-teman penulis yang tidak dapat penulis cantumkan satu persatu namanya yang telah membantu dan memberikan *support* penulis agar laporan ini selesai.

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini hal tersebut tidak lain karena keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis dengan sangat terbuka menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, penulis berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 11 Februari 2021



Budi Efendi



## ABSTRAK

Sungai Cigirang memiliki aliran air yang mengalir sepanjang tahun, sehingga sungai tersebut berpotensi dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Berdasarkan potensi tersebut untuk memaksimalkan energi aliran air sungai Cigirang, penelitian ini dilakukan untuk pengembangan perancangan turbin *propeller axial* sebagai alat untuk penunjang elektrifikasi pertanian dengan metode berbasis perangkat lunak CFD menggunakan *software solidworks flow simulation*. Turbin *propeller* dengan model menggunakan perbandingan jumlah *blade* dengan 6 dan 9 *blade* dengan kecepatan aliran sungai cigirang bervariasi (3,87 m/s, 5,31 m/s dan 5.83 m/s). Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dengan menggunakan *software solidworks 2018*, diperoleh parameter yaitu daya, torsi dan efisiensi yang dihasilkan oleh turbin *propeller* yang terbaik adalah pada model 9 *blade* dengan nilai torsi (12.6 Nm, 23,7 Nm dan 28,6 Nm), diperoleh daya yang dihasilkan turbin *propeller* model 9 *blade* adalah (277.2, 711, dan 915.2 W), dengan nilai efisiensi (6,3 %, 19 % dan 25 %). Hasil penelitian didapatkan bahwa model dengan 9 *blade* dengan variasi kecepatan yang berbeda mampu memberikan performansi turbin *propeller* yang lebih baik untuk aliran sungai Cigirang dibandingkan dengan model 6 *blade*.

**Kata kunci:** Turbin Air, Turbin *Propeller*, Turbin Aliran *Axial*, Turbin air Piko Hidro *Solidworks*.



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

*DESIGN OF PIKO HYDRO TYPE AXIAL PROPELLER TURBINE ON CIGIRANG IRRIGATION CHANNEL, KAB. SUMEDANG USING COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)*

**ABSTRACT**

*The Cigirang River has water that flows throughout the year, so that the river has the potential to be used for hydroelectric power. Based on this potential, to maximize the energy flow of Cigirang river water, this research was conducted for the development of axial propeller turbine design as a tool to support agricultural electrification using the CFD software-based method using solidworks flow simulation software. The propeller turbine model uses a ratio of the number of blades with 6 and 9 blades with various cigirang river flow velocities (3.87 m / s, 5.31 m / s and 5.83 m / s). Based on the simulation results that have been carried out using SolidWorks 2018 software, the best parameters are the power, torque and efficiency produced by the propeller turbine is the 9 blade model with torque values (12.6 Nm, 23.7 Nm and 28.6 Nm), The power produced by the 9-blade propeller turbine is (277.2, 711, and 915.2 W), with efficiency values (6.3%, 19% and 25%). The results showed that the model with 9 blades with different speed variations was able to provide better propeller turbine performance for Cigirang river flow compared to the 6 blade model.*

**Keywords:** *Water Turbine, Propeller Turbine, Axial Flow Turbine, Piko Hydro Solidworks.*





## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b>                        | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b>                        | <b>ii</b>   |
| <b>PENGHARGAAN</b>                               | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRAK</b>                                   | <b>v</b>    |
| <b>ABSTRACT</b>                                  | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI</b>                                | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                             | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                              | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR SIMBOL</b>                             | <b>xiii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                         | <b>1</b>    |
| 1.1. LATAR BELAKANG                              | 1           |
| 1.2. RUMUSAN MASALAH                             | 4           |
| 1.3. TUJUAN PENELITIAN                           | 4           |
| 1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH           | 5           |
| 1.5. SISTEMATIKA PENULISAN                       | 5           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                   | <b>7</b>    |
| 2.1. TURBIN AIR                                  | 7           |
| 2.2. PIKOHIDRO                                   | 8           |
| 2.2.1. Turbin Impuls                             | 9           |
| 2.2.2. Turbin Reaksi                             | 9           |
| 2.3. JENIS TURBIN ALIRAN AIR MASUK <i>RUNNER</i> | 9           |
| 2.3.1. Turbin Aliran Aksial                      | 10          |
| 2.3.2. Turbin Aliran Aksial – Radial             | 10          |
| 2.3.3. Turbin Aliran Tangensial                  | 10          |
| 2.4. TURBIN <i>PROPELLER AXIAL</i>               | 11          |

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| 2.5.           | KARAKTERISTIK ALIRAN KANAL TERBUKA                                    | 12        |
|                | 2.1.1. Laju Aliran Sungai   | 14        |
|                | 2.1.2. Daya Potensi Air   | 15        |
| 2.6.           | PEMILIHAN JENIS TURBIN  | 15        |
| 2.7.           | <i>REVOLUTION PER MINUTE</i>  | 17        |
| 2.8.           | KECEPATAN SUDUT   | 18        |
| 2.9.           | VISKOSITAS AIR  | 18        |
| 2.10.          | <i>REYNOLDS NUMBER (Re)</i>   | 19        |
| 2.11.          | PERANCANGAN SUDU TURBIN   | 20        |
|                | 2.11.1. Segitiga Kecepatan  | 21        |
| 2.12.          | PARAMETER TURBIN PROPELLER  | 23        |
|                | 2.12.1. Potensi Daya Turbin   | 23        |
|                | 2.12.2. <i>Coefficient Power (CP)</i>                                 | 23        |
| 2.13.          | <i>SOLIDWORKS</i>   | 24        |
| 2.14.          | <i>SOLIDWORKS FLOW SIMULATION</i>                                     | 25        |
| 2.15.          | <i>COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)</i>                              | 26        |
| 2.16.          | SUMBER DATA   | 27        |
| <b>BAB III</b> | <b>METODOLOGI</b>   | <b>31</b> |
| 3.1.           | DIAGRAM ALIR PENELITIAN   | 31        |
| 3.2.           | ALAT DAN BAHAN  | 32        |
| 3.3.           | TAHAP PENELITIAN  | 32        |
|                | 3.3.1. Observasi Sungai dan Pengumpulan Data                          | 32        |
|                | 3.3.2. Permodelan Turbin <i>Propeller Axial</i>                       | 33        |
|                | 3.3.3. Simulasi Menggunakan <i>Software Solidworks For Simulation</i> | 34        |
| <b>BAB IV</b>  | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>   | <b>40</b> |
| 4.1.           | HASIL OBSERVASI SUNGAI  | 40        |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| 4.1.1.       | Luas Penampang Aliran Sungai   | 40        |
| 4.1.2.       | Kecepatan Aliran Sungai  | 41        |
| 4.1.3.       | Debit Air  | 41        |
| 4.1.4.       | Potensi Daya Air   | 42        |
| 4.2.         | HASIL PERANCANGAN SUDU TURBIN  | 42        |
| 4.3.         | HASIL PERHITUNGAN RPM DAN KECEPATAN <i>ANGULAR</i>                   | 43        |
| 4.4.         | PERHITUNGAN REYNOLD  | 43        |
| 4.5.         | HASIL SIMULASI MODEL   | 43        |
| 4.5.1.       | Hasil Simulasi Turbin <i>Propeller</i> Dengan Enam <i>Blade</i>      | 44        |
| 4.5.2.       | Hasil Simulasi Turbin <i>Propeller</i> Dengan Sembilan <i>Blade</i>  | 46        |
| 4.6.         | ANALISIS PERBANDINGAN TORSI KEDUA MODEL TURBIN<br><i>PROPELLER</i>   | 47        |
| 4.7.         | ANALISIS PERBANDINGAN DAYA KEDUA MODEL JUMLAH<br><i>BLADE</i> TURBIN | 49        |
| 4.8.         | ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI KEDUA MODEL JUMLAH<br><i>BLADE</i>   | 50        |
| <b>BAB V</b> | <b>PENUTUP</b>   | <b>52</b> |
| 5.1.         | KESIMPULAN   | 52        |
| 5.2.         | SARAN  | 52        |
|              | <b>DAFTAR PUSTAKA</b>  | <b>54</b> |
|              | <b>LAMPIRAN</b>  | <b>57</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   |          |
|---|----------|
| Gambar 2.1 Skema Pembangkit Listrik Tenaga Air  | 8        |
| Gambar 2.2 Model Turbin Aliran Aksial   | 10       |
| Gambar 2.3 Model Turbin Aliran Aksial – Radial  | 10       |
| Gambar 2.4 Turbin Aliran Tangensial   | 11       |
| Gambar 2.5 Turbin <i>Propeller Axial</i>  | 11       |
| Gambar 2.6 Skema Turbin <i>Propeller</i>  | 12       |
| Gambar 2.7 <i>Rectangular Channel</i>   | 13       |
| Gambar 2.8 Kemiringan Aliran Kanal Terbuka  | 13       |
| Gambar 2.9 Grafik Jangkauan Antara Debit dan Tinggi Jatuh                             | 17       |
| Gambar 2.10 Sifat - sifat Air<br>(Crittenden et al, 2012)                             | 18<br>18 |
| Gambar 2.11 Parameter Dimensi Sudu Turbin Propeller                                   | 21       |
| Gambar 2.12 Segitiga Kecepatan<br>(Marfizal, 2015)                                    | 22<br>22 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian  | 31       |
| Gambar 3.2 Kondisi Sungai Cigirang  | 33       |
| Gambar 3.3 Turbin <i>Propeller</i> model 6, 9 <i>Blade</i>                            | 34       |
| Gambar 3.4 <i>Flow Chart</i> Simulasi   | 35       |
| Gambar 3.4 Tampilan <i>Interface Solidworks</i>                                       | 36       |
| Gambar 3.5 Menu <i>Simulation Solidworks</i>  | 36       |
| Gambar 3.6 Wizard <i>Project Name</i>   | 37       |
| Gambar 3.7 Wizard <i>Unit System</i>  | 37       |
| Gambar 3.8 Wizard <i>Analysis Type</i>  | 38       |
| Gambar 3.9 Wizard <i>Defaul Fluid</i>   | 38       |
| Gambar 3.10 Wizard <i>Initial Conditions</i>  | 39       |
| Gambar 3.11 <i>Run</i>  | 39       |
| Gambar 4.1 <i>Contour Pressure</i> [N/m <sup>2</sup> ] Dengan Kecepatan Arus 3,87 m/s | 44       |
| Gambar 4.2 <i>Contur pressure</i> [N/m <sup>2</sup> ] Dengan Kecepatan Arus 5,31 m/s  | 45       |
| Gambar 4.3 <i>Contur Pressure</i> [N/m <sup>2</sup> ] Dengan Kecepatan 5,83 m/s       | 45       |
| Gambar 4.4 <i>Contour Pressure</i> [N/m <sup>2</sup> ] Dengan Kecepatan Arus 3,87 m/s | 46       |
| Gambar 4.5 <i>Contur Pressure</i> [N/m <sup>2</sup> ] Dengan Kecepatan Arus 5,31 m/s  | 46       |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 4.6 Contur Pressure [ $\text{N/m}^2$ ] Dengan Kecepatan Arus 5,83 m/s | 47 |
| Gambar 4.7 Grafik Torsi Turbin <i>Propeller</i>                              | 48 |
| Gambar 4.8 Grafik Nilai Daya Turbin <i>Propeller</i> Kedua Model             | 50 |
| Gambar 4.9 Grafik Efisiensi Turbin <i>Propeller</i>                          | 51 |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Klasifikasi Turbin Air Pada Pembangkit Tenaga Air  | 7  |
| Tabel 2.2 Operasi Turbin Berdasarkan Tinggi Jatuh            | 16 |
| Tabel 3.1 Alat dan Bahan                                     | 32 |
| Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Lebar dan Kedalaman Aliran Sungai | 33 |
| Tabel 3.4 Dimensi Turbin <i>Propeller</i>                    | 34 |
| Tabel 4.1 Luas Penampang Sungai                              | 40 |
| Tabel 4.2 Kecepatan Aliran                                   | 41 |
| Tabel 4.3 Debit Air  | 41 |
| Tabel 4.4 Potensi Daya Air                                   | 42 |
| Tabel 4.5 Kecepatan Angular                                  | 43 |
| Tabel 4.6 Nilai Torsi  | 48 |
| Tabel 4.7 Nilai Daya Turbin <i>Propeller</i>                 | 49 |
| Tabel 4.8 Nilai Efisiensi Turbin Propeller                   | 51 |



## DAFTAR SIMBOL

| Simbol     | Keterangan                          |
|------------|-------------------------------------|
| $\alpha$   | Sudut Bilah Turbin                  |
| $\lambda$  | <i>Tip Speed Ratio</i>              |
| $\nu'$     | Viskositas Kinematis                |
| $\rho$     | Massa Jenis                         |
| $\eta$     | Efisiensi Turbin                    |
| $\omega$   | Kecepatan Sudut                     |
| $v$        | Kecepatan Arus                      |
| $D$        | Diameter                            |
| $n$        | Jumlah Putaran Turbin               |
| $u_1$      | Kecepatan Tangensial Air Masuk Sudu |
| $Dn$       | Diameter Hub/Leher Poros            |
| $\alpha_1$ | Sudut Masuk                         |
| $\alpha_2$ | Sudut Keluar                        |
| $\beta_2$  | Sudut Masuk                         |
| $\beta_3$  | Sudut Keluar                        |
| RPM        | Revolution per Minute               |
| $C_p$      | <i>Coefficient Power</i>            |
| $P_t$      | Daya Turbin                         |
| $P_w$      | Daya Air                            |
| $T$        | Torsi                               |
| $F$        | Gaya                                |
| $A$        | Luas Area                           |
| $C_d$      | <i>Coefficient Drag</i>             |
| H1         | Kedalaman                           |
| H          | Tinggi Air Jatuh                    |
| Q          | Debit Air                           |
| V          | Kecepatan Arus                      |