



DESAIN BANGUNAN TURBIN PIKOHIDRO DENGAN TENAGA AIR IRIGASI

ADLAN



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2022**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Desain Bangunan Turbin Pikohidro dengan Tenaga Air Irigasi” adalah karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka dibagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2022

Adlan
F451194011

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

ADLAN. Desain Bangunan Turbin Pikohidro dengan Tenaga Air Irigasi.

Dibimbing oleh SATYANTO KRIDO SAPTOMO dan PRASTOWO.

Jaringan irigasi memiliki potensi sebagai pembangkit listrik tanpa emisi karbon. Penelitian ini bertujuan mendesain bangunan turbin pikohidro dengan tenaga air irigasi. Desain bangunan turbin pikohidro tenaga air irigasi telah dapat didesain dengan turbin reaksi kaplan yang terdiri dari desain turbin tunggal dengan daya 24,5 kWh/hari dan desain multi turbin dengan daya 122,75 kWh/hari. Kecepatan aliran irigasi berkisar antara 0,4 m/s – 0,74 m/s dengan potensi daya 1,4 kWh – 655,1 kWh. Hasil simulasi menunjukkan tipe Kaplan adalah turbin terbaik yang dapat digunakan pada desain bangunan turbin pikohidro tenaga irigasi. Pada kondisi debit *inlet* 18 l/s dan ketinggian terjun 0,5 m bangunan turbin pikohidro menghasilkan putaran poros turbin sebesar 106 rpm, tegangan 15,6 volt dan arus 1,1 ampere. Bangunan turbin pikohidro sebaiknya dipertimbangkan sebagai bagian dari bangunan terjun aliran irigasi untuk meredam energi.

Kata Kunci : Jaringan Irigasi, Pikohidro, Turbin, Daya



SUMMARY

ADLAN. Design of Pico Hydro Turbine Structure Utilizing Hydropower of Irrigation. Supervised by SATYANTO KRIDO SAPTOMO and PRASTOWO .

Irrigation networks have a potential to generate electricity without carbon emissions. This study aims to design of pico hydro turbine structure utilizing hydropower of irrigation. The pico hydro turbine structure has been designed with a Kaplan reaction turbine consisting of the single turbine design with power of 24.5 kWh/day and multi-turbine design with power of 122.75 kWh/day. Irrigation flow rates range from 0.4 m/s – 0.74 m/s with power potential of 1.4 kWh – 655.1 kWh. The simulation results show the Kaplan type is the best turbine that can be used in the design of pico hydro turbine structure. At the condition of the inlet discharge of 18 l/s and a waterfall height of 0.5 m the pico hydro turbine structure produces a turbine shaft rotation of 106 rpm, voltage of 15.6 volts and current of 1.1 amperes. The pico hydro turbine structure should be considered as part of drop structures of irrigation canal.

Keywords: Irrigation Networks, Pico hydro, Turbine, Power



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2022
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

DESAIN BANGUNAN TURBIN PIKOHIDRO DENGAN TENAGA AIR IRIGASI

ADLAN

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Teknik pada
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2022**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

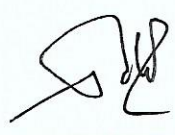
1. Dr. Ir. Moh. Yanuar Jarwadi Purwanto, MS, IPU



Judul Tesis : Desain Bangunan Turbin Pikohidro dengan Tenaga Air Irigasi.
Nama : Adlan
NIM : F451194011

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.TP., M.Si., IPM



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Prastowo, M.Eng

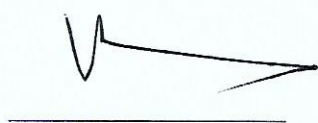


Diketahui oleh

Ketua Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan
Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.TP., M.Si., IPM
NIP. 197304112005011002



Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M. Agr
NIP. 196105021986031002



Tanggal Ujian: 05 Desember 2022

Tanggal Lulus: 06 JAN 2023

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Tulisan ini diharapkan bisa menjadi pendukung dalam pengembangan keilmuan tentang perancangan pembangkit listrik tenaga air irigasi, apapun yang didapatkan dalam tulisan ini mungkin tidak akan memuaskan pembaca, akan tetapi saya pastikan apapun yang terdapat dalam tulisan ini adalah sebuah kejujuran dan memang begitu nyatanya. Tulisan ini saya pesembahkan untuk siapapun yang mencintai ilmu pengetahuan.

Terima kasih saya ucapkan kepada Allah yang Maha Kuasa yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk menempuh Pendidikan di IPB. Alhamdulillah di IPB saya telah dipertemukan dengan dosen – dosen yang sangat luar biasa, khususnya kedua pembimbing saya Bapak Dr. Satyanto Krido Saptomo, S.TP., M.Si., IPM dan Bapak Dr. Ir. Prastowo, M.Eng. Saya berharap bekal ilmu ini dapat digunakan sebaik mungkin didalam membantu orang banyak.

Kepada keluarga saya, khususnya kedua orang tua saya Rusman Teguh dan Laila Sari, alhamdulillah kalian telah sukses menyekolahkan anak kalian sampai tahap ini, meski kalian hanya berpendidikan SMA dan SMP, semoga harapan kalian bisa terwujud untuk saya. Terima kasih juga untuk istriku tercinta Anisa Hasanah yang telah bersabar menunggu untuk proses kelulusan ini, terima kasih juga untuk abang dan adik-adikku atas semua support yang kalian berikan.

Selanjutnya saya mengucapkan terima kasih kepada teman-teman saya yang telah menemani saya selama perjalanan kuliah, serta bersedia bertukar pikiran. Perjalanan kita mungkin hanya sampai masuk dan lulus kuliah tapi pertemanan kita saya harapkan bisa untuk selamanya, maaf jika saya ada salah pada proses perkuliahan ini, begitu juga kepada civitas akademisi terima kasih atas semua bantuannya dan mohon maaf jika saya merepotkan kalian.

Terakhir ada satu kutipan yang saya dapatkan selama ini “belajarlah dengan ikhlas, meskipun itu hanya menulis atau mengucapkan huruf A”

Bogor, Desember 2022

Adlan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Kerangka Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro Irigasi (PLTPI)	4
2.2 Karakteristik Irigasi	4
2.3 Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Hidro	7
2.4 Perancangan Bangunan Turbin	7
2.5 Pendekatan Analisis	11
III. METODOLOGI	13
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Rancangan Penelitian	13
3.3 Komponen Perancangan	18
3.4 Prosedur Pengujian	20
3.5 Analisis Data	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Karakteristik Saluran Irigasi	21
4.2 Simulasi <i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i> Turbin	22
4.3 Analisis Kecepatan dan Energi Aliran	27
4.4 Optimasi Posisi Turbin dan Saluran Bangunan Turbin	29
4.5 Desain Bangunan Turbin dan Hasil Uji Bangunan Turbin	32
V. SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
RIWAYAT HIDUP	43



DAFTAR TABEL

1.	Klasifikasi Pembangkit Daya Listrik Hidro	7
2.	Data Acuan Perancangan melalui sajian data Luas, kedalaman terjun, kecepatan aliran, Debit dan Tipe Turbin Terhadap Jenis Saluran.....	16
3.	Difinisi Operasional	18
4.	Alat Pengukuran dan pengujian	19
5.	Alat Pendukung	19
6.	Bahan Penelitian.....	19
7.	Karakteristik Saluran Irigasi sebagai Pembangkit Listrik.....	21
8.	Hasil Pengukuran Kecepatan dan Perhitungan dan Daya Aliran Irigasi.....	27
9.	Perbandingan nilai kecepatan aliran irigasi Manning, Chazy dan <i>current meter</i>	29
10.	Hasil hitungan menggunakan persamaan Bernoulli	31
11.	Nilai Mayor Losses pada pipa bangunan turbin pikohidro	31
12.	Nilai Minor losses pada pipa bangunan turbin pikohidro	31
13.	Spesifikasi Teknis Desain Bangunan Turbin Pikohidro Kedalaman Terjun 0,5 m dengan diameter turbin 5,5 inci	33
14.	Potensi Daya bangunan turbin pikohidro	39

DAFTAR GAMBAR

1.	Kerangka Pemikiran Penelitian	3
2.	Saluran-Saluran Primer dan Sekunder.....	5
3.	Bangunan Terjun Tegak	6
4.	Klasifikasi <i>Water Turbine</i>	10
5.	Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....	17
6.	Turbin yang digunakan.....	18
7.	Diagram Prosedur Pengujian.....	20
8.	Hasil simulasi desain bangunan turbin impuls	23
9.	Hasil simulasi desain bangunan turbin impuls (<i>Side View</i>)	23
10.	Hasil simulasi desain bangunan turbin <i>Helix</i>	24
11.	Hasil simulasi desain bangunan turbin <i>Helix (Side View)</i>	24
12.	Hasil Simulasi Desain Bangunan Turbin Kaplan.....	25
13.	Hasil Simulasi Desain Bangunan Turbin Kaplan (<i>Side View</i>)	25
14.	Pengukuran Sub-Kritis dan Super-Kritis (<i>Side View</i>)	27
15.	Grafik Kecepatan dan Daya yang dihasilkan oleh Energi Aliran Irigasi	28
16.	Sketsa Saluran pada Bangunan Terjun (<i>Side View</i>)	30
17.	Hasil simulasi rancangan optimasi posisi turbin	30
18.	Desain satu bangunan turbin pikohidro dengan tenaga air irigasi.....	32
19.	Desain bangunan multi turbin pikohidro dengan tenaga air irigasi.....	32
20.	Desain bangunan turbin tunggal piko-hidro dengan tenaga air irigasi 3D.....	39
21.	Desain bangunan multi-turbin piko-hidro dengan tenaga air irigasi 3D	39
22.	Pemasangan Trasmisi, Turbin, dan Generator	40
23.	Pemasangan komponen Elektronika Pikohidro.....	40
24.	Pemasangan bangunan pikohidro untuk pengujian	41

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

@Hak cipta milik IPB University

25. Pengukuran Daya yang dihasilkan pada Pengujian	41
26. Pengukuran Kecepatan aliran menggunakan Current Meter	42

DAFTAR LAMPIRAN

1. Tabel Potensi Daya dan Desain Bangunan Turbin	39
2. Dokumentasi Penelitian	40

© Hak cipta milik IPB University

IPB University



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.