

**JURNAL
ANALISIS PERFORMANSI TURBIN AIR
CROSSFLOW TERHADAP PERUBAHAN SUDUT
SUDU DAN DEBIT ALIRAN**



**OLEH:
DIAZ ADITYA ARRIANTO
03051381419132**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PERFORMANSI TURBIN AIR *CROSSFLOW*
TERHADAP PERUBAHAN SUDUT SUDU DAN DEBIT
ALIRAN**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

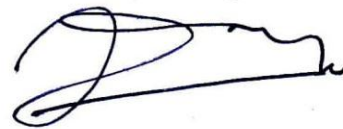
**DIAZ ADITYA ARRIANTO
03051381419132**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yanti, ST, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251907021001

Palembang, Agustus 2018
Dosen Pembimbing,



Ir. H. M. Zahri Kadir, M.T.
NIP. 195908231989031001

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

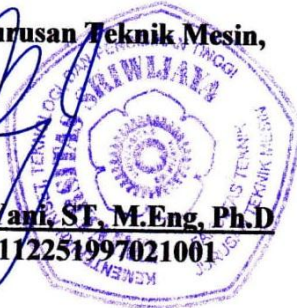
SKRIPSI

**NAMA : DIAZ ADITYA ARRIANTO
NIM : 03051381419132
JURUSAN : TEKNIK MESIN
BIDANG STUDI : KONVERSI ENERGI
JUDUL SKRIPSI : ANALISIS PERFORMANSI TURBIN AIR
CROSSFLOW TERHADAP PERUBAHAN
SUDUT SUDU DAN DEBIT ALIRAN**

**DIBUAT TANGGAL : JANUARI 2018
SELESAI TANGGAL : AGUSTUS 2018**

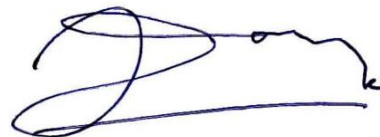
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,


Irsyadi Yanti, ST, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001



Palembang, Agustus 2018
Diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing,



Ir. H. M. Zahri Kadir, MT
NIP. 195908231989031001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Performansi Turbin Air *Crossflow* terhadap Perubahan Sudut Sudu dan Debit Aliran” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 26 Juli 2018.

Palembang, Agustus 2018

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

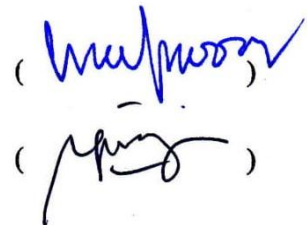
Ketua:

1. Ellyanie, S.T, M.T
NIP. 196905011994122001



Anggota:

2. Ir. Irwin Bizzy, M.T
NIP. 196005281989031002
3. Ir. Hj. Marwani, M.T
NIP. 196503221991022001

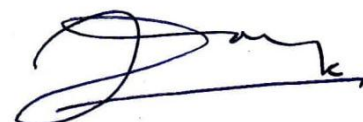


Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Dosen Pembimbing



Ir. Zahri Kadir, M.T
NIP. 195908231989031001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Diaz Aditya Arrianto

NIM : 03051381419132

Judul : Analisis Performansi Turbin Air *Crossflow* Terhadap Perubahan Sudut Sudu dan Debit Aliran

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Agustus 2018



[Diaz Aditya Arrianto]

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Diaz Aditya Arrianto

NIM : 03051381419132

Judul : Analisis Performansi Turbin Air *Crossflow* Terhadap Perubahan Sudut Sudu dan Debit Aliran

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Agustus 2018

Penulis,



Diaz Aditya Arrianto

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-Nya, proposal skripsi yang berjudul “ANALISIS PERFORMANSI TURBIN AIR *CROSSFLOW* TERHADAP PERUBAHAN SUDUT SUDU DAN DEBIT ALIRAN” dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendiri, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang, secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendukung baik dalam hal materiil maupun doa.
2. Ir. H. M. Zahri Kadir, M.T. yang merupakan dosen pembimbing selama penyusunan skripsi ini.
3. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D, selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Dr. Dewi Puspitasari, S.T.,M.T. yang merupakan dosen pembimbing akademik selama penulis menjalani perkuliahan.
6. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah membekali saya dengan ilmu yang berguna sebelum menyusun Skripsi ini..
7. Keluarga dan teman-teman saya yang telah memberikan dukungan selama penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap Skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada setiap pembacanya.

Palembang, Agustus 2018

Diaz Aditya Arrianto
NIM.03051381419132

RINGKASAN

ANALISIS PERFORMANSI TURBIN AIR *CROSSFLOW* TERHADAP PERUBAHAN SUDUT SUDU DAN DEBIT ALIRAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Juli 2018

Diaz Aditya Arrianto; Dibimbing oleh ; Ir. H. M. Zahri Kadir M.T.

PERFORMANCE ANALYSIS OF CROSSFLOW WATER TURBINE TO THE INLET ANGLE OF BLADE AND FLOW DEBIT CHANGES

xxiii + 36 halaman, 9 tabel, 13 gambar

RINGKASAN

Listrik adalah salah satu kebutuhan yang penting bagi kehidupan manusia karena pada saat ini hampir setiap peralatan menggunakan energi listrik, akan tetapi masih banyak beberapa daerah yang belum bisa menikmati listrik secara maksimal. Turbin air adalah salah satu pembangkit listrik tenaga air yang efektif yang artinya sebagian besar sumber energi fluida dapat digunakan sebagai energi mekanik untuk menghasilkan energi listrik. Dengan menentukan head dan debit sebesar 4m dan 3L/s, maka dapat ditentukan jenis turbin air yang tepat yaitu turbin air crossflow. masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh perubahan sudut sudu masuk (β_1) dan juga debit terhadap daya dan efisiensi turbin air. Dengan besarnya *head* yang sudah ditentukan, batasan masalah dari penelitian ini adalah menganalisa pengaruh perubahan sudut sudu masuk dan juga debit alir, merancang sudu dengan bahan dasar pipa, menggunakan head dan debit yang ditentukan, dan juga dengan jumlah sudu yang tetap, tujuan dari penelitian ini, Mengetahui pengaruh perubahan sudut sudu masuk (β_1) terhadap kinerja turbin, Mendapatkan grafik hubungan antara Daya (P) vs Debit (Q) dan Efisiensi (η) vs Debit (Q) dengan perubahan sudut sudu yang berbeda. Turbin Air adalah salah satu mesin yang memanfaatkan energi potensial air agar dapat menghasilkan energi mekanik berupa putaran poros. Energi tersebut selanjutnya diubah menjadi energi listrik. Perbedaan yang mendasar antara turbin air dan kincir air terletak pada komponennya. Komponen pada turbin air lebih optimal dan dapat dengan baik memanfaatkan air dengan putaran lebih cepat dan dapat memanfaatkan *head* yang lebih tinggi. Komponen yang utama terdapat pada turbin air antara lain adalah rotor dan stator. Rotor merupakan bagian yang berputar pada sistem turbin air. sedangkan Stator merupakan bagian yang diam pada turbin air.

Dalam pengoperasian turbin *crossflow* ini sebuah nosel empat persegi mengarahkan pancaran air (jet) ke sepanjang runner. Pancaran air tersebut mendorong sudu dan memindahkan sebagian besar energi kinetiknya ke turbin. Faktor yang mempengaruhi daya dan efisiensi turbin air salah satunya adalah dimensi runner, jumlah sudu dan sudut sudu. Sehingga pada penelitian ini akan dianalisis pengaruh perubahan sudut sudu dan debit aliran terhadap efisiensi dan daya turbin air *crossflow* secara teoritis dan eksperimental. Pengujian dilakukan dengan sudut sudu (β_1) 25°, 30°, dan 35° dan, juga variasi debit aliran 0,0028 m³/s ; 0,003 m³/s ; 0,0032 m³/s. Hasil dari pengujian menunjukkan sudut sudu 25° dengan debit 0,0032 m³/s memiliki efisiensi yang lebih tinggi yaitu 24,15%, sedangkan untuk sudut sudu masuk 35° dan debit aliran 0,0028 m³/s memiliki efisiensi terendah yaitu 20,36%.

Kata Kunci: Sudut sudu masuk Turbin Air *Crossflow*

SUMMARY

PERFORMANCE ANALYSIS OF CROSSFLOW WATER TURBINE TO THE INLET ANGLE OF BLADE AND FLOW DEBIT CHANGES

Scientific Paper in the form of Skripsi, July 2018

Diaz Aditya Arrianto; *Supervised by* : Ir. H. M. Zahri Kadir M.T.

ANALISIS PERFORMANSI TURBIN AIR CROSSFLOW TERHADAP PERUBAHAN SUDUT SUDU DAN DEBIT ALIRAN

xxiii + 36 pages, 9 tables, 13 pictures

SUMMARY

Electricity is one of the important needs for human life because at present almost every equipment uses electrical energy, but there are still many areas that have not been able to enjoy electricity to the full. Water turbines are one of the most effective hydropower plants which means that most of the fluid energy sources can be used as mechanical energy to produce electrical energy. By determining the head and discharge of 4m and 3L / s, the correct type of water turbine can be determined, namely the crossflow water turbine. the problem in this study is how the influence of the change in the angle of the blade (β_1) and also the discharge to the power and efficiency of the water turbine. With the amount of head that has been determined, the problem limitation of this study is to analyze the effect of changes in the entrance blade angle and flow rate, design the blade with pipe base material, use the specified head and discharge, and also with a fixed blade number, the purpose of this study , Knowing the effect of changes in the entrance blade angle (β_1) on the performance of the turbine, Obtain a graph of the relationship between Power (P) vs Debit (Q) and Efficiency (η) vs. Debit (Q) with different blade angle changes. Water Turbine is one of the machines that utilize the potential energy of water to produce mechanical energy in the form of a round shaft. The energy is then converted into electrical energy. The fundamental difference between water turbines and waterwheels lies in the components. The components in the water turbine are more optimal and can better utilize water with faster turns and can utilize a higher head. The main components in the water turbine include the rotor and stator. The rotor is a rotating part of the water turbine system. while the Stator is a stationary part of the water turbine. In the operation of this crossflow turbine a four-square nozzle directs the jet of water along the runner. The water jet pushes the blade and moves most of its kinetic energy to

the turbine. Factors that affect the power and efficiency of the water turbine are runner dimensions, blade number and blade angle. So that in this study will be analyzed the effect of changes in blade angle and flow rate on the efficiency and power of crossflow water turbines theoretically and experimentally. The test is carried out with blade angle (β_1) 25°, 30°, and 35° and, also, the flow discharge variation is 0.0028 m³ / s; 0.003 m³ / s; 0,0032 m³ / s. The results of the test show that the angle of the 25° blade with a discharge of 0.0032 m³ / s has a higher efficiency of 24.15%, while for the angle of the blade is 35° and the flow rate of 0.0028 m³ / s has the lowest efficiency of 20.36%.

Keywords: *Angle of blades Crossflow Water Turbine*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN AGENDA	v
HALAMAN PESETUJUAN	vii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	ix
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xi
KATA PENGANTAR	xiii
RINGKASAN	xv
SUMMARY	xvii
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Turbin Air	5
2.2 Klasifikasi Turbin Air	5
2.2.1 Berdasarkan Jenis Aliran Masuk <i>Runner</i>	5
2.2.2 Berdasarkan Momentum Fluida Kerjanya	6
2.2.3 Berdasarkan Kecepatan Spesifik (n_s)	6
2.2.4 Berdasarkan Head dan Debit	7
2.3 Turbin Air <i>Crossflow</i>	8
2.4 Sudut Sudu Masuk Turbin Air	9

2.5	Persamaan-Persamaan yang Digunakan	12
-----	--	----

BAB 3. METODOLOGI

3.1	Diagram Alir Penelitian	15
3.2	Metode Penelitian	16
3.3	Skematik Alat Uji	16
3.4	Deskripsi Alat Uji	17
3.5	Langkah Penelitian	17
3.6	Prosedur Pengujian	21

BAB 4. ANALISIS DATA

4.1	Hasil Pengujian	23
4.2	Perhitungan	23
4.2.1	Data hasil pengujian untuk Sudut Sudu masuk 25°	23
4.2.2	Data hasil pengujian untuk Sudut Sudu masuk 30°	25
4.2.3	Data hasil pengujian untuk Sudut Sudu masuk 35°	26
4.3	Hasil Pengolahan Data	27
4.3.1	Analisa variasi sudut sudu masuk	27
4.4	Analisa dan Pembahasan	29

BAB 5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1	Simpulan	31
5.2	Saran	31

DAFTAR RUJUKAN

LAMPIRAN..... 35

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Grafik Karakteristik Turbin air berdasarkan <i>Head</i> dan Debit.....	8
Gambar 2.2 Air melalui sudu <i>runner</i> dan diagram kecepatan	9
Gambar 2.3 Segitiga Kecepatan Turbin Air <i>Crossflow</i>	10
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	15
Gambar 3.2. Skematik Alat Uji	16
Gambar 3.3. Dimensi <i>runner</i> turbin air <i>crossflow</i>	20
Gambar 3.4 Gambar isometrik <i>runner</i> turbin air <i>crossflow</i>	20
Gambar 3.5 Segitiga Kecepatan sudut sudu masuk (β_1) 25°, 30°, dan 35°	20
Gambar 3.6 Profil Sudu <i>runner</i>	21
Gambar 4.1. Grafik perbandingan daya turbin terhadap debit	28
Gambar 4.2. Grafik perbandingan efisiensi (η) terhadap debit (Q)	29

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kecepatan Spesifik Turbin	7
Tabel 3.1 Hasil Perhitungan Desain <i>Runner</i>	19
Tabel 4.1 Pengambilan data terhadap sudut sudu 25°	23
Tabel 4.2 Pengambilan data terhadap sudut sudu 30°	25
Tabel 4.3 Pengambilan data terhadap sudut sudu 35°	26
Tabel 4.4 Pengolahan data sudut sudu 25°	27
Tabel 4.5 Pengolahan data sudut sudu 30°	27
Tabel 4.6 Pengolahan data sudut sudu 35°	28
Tabel 4.7 Perbandingan Efisiensi Teoritis dan Aktual.....	30

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik adalah salah satu energi yang penting bagi kehidupan masyarakat karena pada saat ini hampir setiap peralatan menggunakan energi listrik, akan tetapi masih banyak beberapa daerah yang belum bisa menikmati listrik secara maksimal. Sumatera Selatan adalah salah satu wilayah di Indonesia yang hampir sebagian besar di setiap daerah memiliki sungai yang berpotensi sebagai energi yang terbarukan. Pembangkit listrik energi hidro atau air adalah pilihan yang tepat dalam pemanfaatan sumber daya alam yang ada agar dapat menjadi energi yang ramah lingkungan. Namun kebanyakan pemanfaatan energi yang ada, masih menggunakan teknologi yang sangat minim dan sederhana. Pembangkit Listrik ini sangat ekonomis dalam proses pembuatannya. Berarti pembangkit ini mampu mencukupi pemakaian energi listrik dalam skala kecil saja. Turbin air adalah salah satu pembangkit tenaga air yang sangat efektif yang artinya sebagian besar sumber energi fluida dapat digunakan sebagai energi mekanik untuk menghasilkan energi listrik. Turbin yang digunakan pada penelitian analisis ini adalah turbin yang tepat untuk *head* kisaran 3-10 m dan debit kisaran 1-10 L/s, salah satunya adalah turbin air *crossflow*. Perubahan sudut sudu, debit aliran dan material sudu berbahan pipa akan sangat berpengaruh pada besarnya daya dan efisiensi turbin air *crossflow*, dan juga secara teoritis semakin kecil sudut sudu masuk maka semakin baik efisiensi turbin yang dihasilkan. Oleh sebab itu, akan dilakukan penelitian dengan judul **“ANALISIS PERFORMANSI TURBIN AIR *CROSSFLOW* TERHADAP PERUBAHAN SUDUT SUDU DAN DEBIT ALIRAN”**

1.2 Rumusan Masalah

Pengaruh perubahan sudut sudu masuk (β_1) dan juga debit terhadap daya dan efisiensi turbin air. Dengan besarnya *head* yang sudah ditentukan.

1.3 Batasan Masalah.

Sebagai berikut:

1. Menganalisa pengaruh perubahan debit aliran dan sudut sudu masuk.
2. Rancang bangun sudu turbin air menggunakan bahan dasar pipa.
3. Menggunakan *head* dan debit yang ditentukan.
4. Menggunakan jumlah sudu yang tetap.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh perubahan sudut sudu masuk (β_1) terhadap kinerja turbin.
2. Mendapatkan grafik hubungan antara Daya (P) vs Debit (Q) dan Efisiensi (η) vs Debit (Q) dengan perubahan sudut sudu yang berbeda.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah.

1. Dapat mengetahui pengaruh perubahan sudut sudu dan debit aliran turbin air *crossflow* terhadap performansi turbin.
2. Dapat memahami cara merancang bangun turbin air *crossflow* dengan perubahan sudut sudu masuk (β_1).
3. Agar penelitian ini dapat menjadi pedoman bagi peneliti selanjutnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Bizzy, Irwin., Astuti, 2012. Pembangkit Listrik Tenaga Hidro Mikrohidro (PLTMH) Sudu Lurus dan Melengkung Skala Laboratorium, Palembang : Seminar Nasional AVoER fV 2012 Fakultas Teknik Unsri.
- Danardono, D. *et al.* (2015) ‘Pengaruh Jumlah dan Sudut Sudu Pengarah Omni-Directional Terhadap Daya yang Dihasilkan Turbin Angin Savonius’, (Snttm Xiv),
- Haimerl, L.A, 1960. *The Cross Flow Turbine*, Jerman Barat.
- J. D. Mckinney, EG&G Idaho dkk, 1983. *Microhydropower Handbook Vol 1. Idaho.*
- Kaprawi., Firmansyah., Barlin., Firdaus, Aneka., Santoso, Dyos., Astuti, 2011. Pengaruh Geometri Sudu Terhadap Kinerja Turbin Air Darrieus Untuk Aliran Sungai.
- Lal, Jagdish, 1975. *Hydraulic Machine*. New Delhi.
- Mafruddin (2006) ‘Studi Eksperimental Sudut Nosel Dan Sudut Sudu’, (116).
- Nuet et al (2016) ‘Experimental Investigation of Cross-Flow Turbine’, *International Journal of Mechanical And Production Engineering*, (12), pp. 83–8.
- Sutarno, 1973. *Sistim Listrik Mikro Hidro Untuk Kelistrikan Desa*, Yogyakarta
- Zar Nit Tin (2016) ‘Design , Construction and Performance Test of Cross-Flow Turbine’, *International Journal of Mechanical And Production Engineering*, 4(12), pp. 95–100.