

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



OLEH:
JEFTA MANUEL SYAFEI
03051381419143

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

SKRIPSI
**ANALISIS PERFORMANSI TURBIN AIR *CROSS-
FLOW* TERHADAP JUMLAH SUDU DAN
PERUBAHAN DEBIT ALIRAN**

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



OLEH:
JEFTA MANUEL SYAFEI
003051381419143

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

HALAMAN PENGESAHAN

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

SKRIPSI

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

Oleh:

**JEFTA MANUEL SYAFEI
03051381419143**



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin**

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

**Palembang, Agustus 2018
Dosen Pembimbing**

A handwritten signature in blue ink, belonging to Ir. H. M. Zahri Kadir.

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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

Nama : JEFTA MANUEL SYAFEI
NIM : 03051381419143
Jurusan : TEKNIK MESIN
Bidang Studi : KONVERSI ENERGI
Judul Skripsi : ANALISIS PERFORMANSI TURBIN AIR
CROSSFLOW TERHADAP JUMLAH SUDU DAN
PERUBAHAN DEBIT ALIRAN

Dibuat Tanggal : JANUARI 2018
Selesai Tanggal : AGUSTUS 2018



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Yadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Palembang, Agustus 2018
Diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Performansi Turbin Air *Crossflow* terhadap Jumlah Sudu dan Perubahan 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. Ir. Hj. Marwani, M.T
NIP. 196503221991022001



Anggota:

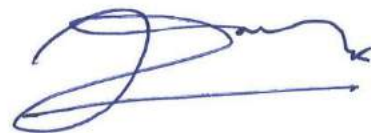
1. Ellyanie, S.T, M.T
NIP. 196905011994122001
2. Ir. Irwin Bizzy, M.T
NIP. 196005281989031002

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: JEFTA MANUEL SYAFEI

NIM : 03051381419143

Judul : ANALISIS PERFORMANSI TURBIN AIR *CROSSFLOW*
TERHADAP JUMLAH SUDU DAN PERUBAHAN 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



Jefta Manuel Syafei

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : JEFTA MANUEL SYAFEI
NIM : 03051381419143
Judul : ANALISIS PERFORMANSI TURBIN AIR *CROSSFLOW*
TERHADAP JUMLAH SUDU DAN PERUBAHAN DEBIT
ALIRAN

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Skripsi, 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

Penulis



Jeftha Manuel Syafei

NIM. 03051381419143

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini berjudul “ANALISIS PERFORMANSI TURBIN AIR *CROSS-FLOW* TERHADAP JUMLAH SUDU DAN PERUBAHAN DEBIT ALIRAN”.

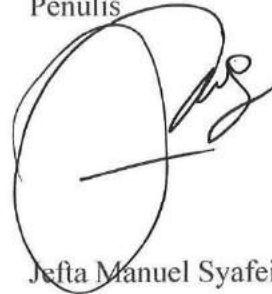
Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendiri, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang, secara langsung maupun tidak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

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena hikmat, anugerah ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya, sehingga dapat diselesaikannya skripsi ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendukung baik dalam hal materi maupun doa.
3. Ir. H. Zahri Kadir, M.T selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
4. Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D, selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Amir Arifin, ST, M.Eng, Ph.D, selaku sekretariat Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Dr. Dewi Puspita Sari, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan *staff* pengajar yang telah membekali saya dengan ilmu yang berguna sebelum menyusun skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Palembang, Agustus 2018

Penulis

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'J' followed by 'M S' and a flourish.

Jefta Manuel Syafei

NIM.03051381419143

RINGKASAN

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

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Agustus 2018

Jefta Manuel Syafei: dibimbing oleh Ir. H.M. Zahri Kadir, M.T.

PERFORMANCE ANALYSIS OF CROSSFLOW WATER TURBINE TO THE NUMBER OF BLADES AND FLOWRATE CHANGES

xv + 35 halaman, 7 tabel, 10 gambar

Pemanfaatan sumber daya alam sebagai sumber dari pembangkit listrik perlu untuk terus dikembangkan. Sumber daya alam seperti air di negara maritim yaitu Indonesia pasti berlimpah jumlahnya. Air memang banyak kita temukan, tetapi banyak pula kondisi-kondisi sumber air tersebut. Seperti adanya perbedaan debit aliran, head, kecepatan aliran yang mempengaruhi daya hidrolik yang berbeda-beda bagi setiap sumber air. Turbin air merupakan salah satu alat untuk memanfaatkan energi potensial dari air dan mengubahnya menjadi energi mekanik dalam putaran poros yang nanti akan dikonversikan menjadi energi listrik. Daya dan efisiensi turbin bergantung kepada banyak faktor, beberapa faktor yang mempengaruhinya yaitu jumlah sudu, sudut sudu dan dimensi runner. Karena jumlah sudu adalah salah satu yang mempengaruhinya maka pada penelitian ini akan dianalisis pengaruh daya dan efisiensi terhadap perubahan jumlah sudu dan perubahan debit alirannya. Jenis-jenis turbin air secara umum dibagi menjadi dua yaitu turbin impuls dan reaksi. Turbin air jenis impuls adalah jenis turbin air yang, arah putaran runner searah dengan arah aliran fluida. Penurunan tekanan terjadi pada *nozzle* saat fluida keluar *nozzle*, tidak ada perubahan tekanan yang terjadi pada fluida kecuali di *nozzle*. Contoh turbin Impuls adalah: Turbin *Cross-flow*, Turbin Pelton. Jika turbin reaksi adalah turbin yang menghasilkan torsi dengan menggunakan tekanan dan massa fluida. Arah torsi yang dihasilkan juga berlawanan arah dengan aliran fluidanya. Pada jenis ini tekanan berubah saat melewati sudu rotor. Diperlukan konstruksi khusus karena pada turbin jenis ini terdapat semacam sudu pada casing untuk mengontrol fluida kerja turbin ini pada fluida kerjanya. Contoh turbin Reaksi: Turbin Propeller, Francis, Kinetik. Ada beberapa faktor yang mendasari perencanaan dan pemilihan suatu turbin air. Salah satunya adalah *Head* dan debit. Dengan menentukan *Head* dan debit kita dapat menentukan jenis turbin air yang tepat. Pada penelitian ini sumber aliran air memiliki *Head* 4 meter dan debit $0,0003\text{m}^3/\text{s}$. Sehingga jenis turbin yang tepat adalah Turbin air *Crossflow*. Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan metode eksperimental, pada mulanya pembuatan/rancang bangun alat lalu dilakukan pengujian. Metode ini dipilih karena pengaruh jumlah sudu harus dilakukan pengujian agar dapat diketahui besar pengaruhnya, sehingga metode ini yang dipilih. Pada skematik pengujian digambarkan, alat – alat yang digunakan dalam pengujian adalah

reservoir (bak penampung), pompa, katup pengatur debit dan turbin air *Crossflow*. Pada pengujian ini, divariasikan jumlah sudu dan debitnya. Jumlah sudu yg digunakan adalah 15, 20, dan 22 buah. Untuk debitnya divariasikan bukaan katup $\frac{1}{4}$ ($0,0028\text{m}^3/\text{s}$), $\frac{1}{2}$ ($0,0030\text{m}^3/\text{s}$) dan 1 ($0,0032\text{m}^3/\text{s}$). Alat ukur rotameter dipasang sebelum air melewati turbin, dan alat ukur preassure gauge dipasang sebelum dan sesudah melewati turbin. Setelah dilakukanya pengujian, didapatkan bahwa debit mempengaruhi performansi turbin air *crossflow*. Dengan 3 variasi debit dengan jumlah sudu 20 buah didapatkan daya terbesar turbin adalah pada debit $0,0032\text{ m}^3/\text{s}$ yaitu 22,2842 W. Untuk 3 variasi jumlah sudu didapatkan jumlah sudu dengan efisiensi yang tertinggi yaitu pada variasi jumlah 22 buah yaitu 27,27%, pengujian tersebut pada debit $0,003\text{ m}^3/\text{s}$. Berdasarkan pengujian secara eksperimental dan analisis yang telah dilakukan pada pengujian turbin air *Crossflow* dengan variasi Jumlah Sudu 15, 20, dan 22 buah juga terhadap perubahan debit alirannya yaitu $0,0028\text{ m}^3/\text{s}$, $0,003\text{ m}^3/\text{s}$ dan $0,0032\text{ m}^3/\text{s}$ dapat ditarik kesimpulan Pertama, debit aliran berpengaruh pada besarnya daya turbin yang dihasilkan. Jika debit alirannya semakin kecil maka semakin kecil pula daya yang dihasilkan oleh turbin air. Kedua, jumlah sudu berpengaruh terhadap besarnya daya turbin yang dihasilkan, dan juga berpengaruh terhadap efisiensi turbin. Dibuktikan dari hasil pengujian bahwa pada debit $0,003\text{ m}^3/\text{s}$ dengan jumlah sudu 15, 20 dan 22 mengalami kenaikan efisiensi.

Kata Kunci : *Turbin Air Crossflow, Jumlah Sudu, Performansi*
Kepustakaan : 17 (1960-2015)

SUMMARY

PERFORMANCE ANALYSIS OF CROSSFLOW WATER TURBINE TO THE NUMBER OF BLADES AND FLOWRATE CHANGES

Scientific Paper in the form of Skripsi, Agustus 2018

Jefta Manuel Syafei; supervised by Ir. H.M. Zahri Kadir, M.T.

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

xv + 35 pages, 7 tables, 10 pictures

The use of natural resources as a source of the power plant needs to be continuously developed. Natural resources such as water in a maritime country, Indonesia must be abundant. We find a lot of water, but there are also many conditions of the water source. Like the difference in flow discharge, head, flow velocity that affects hydraulic power that varies for each water source. Water turbine is one of the tools to utilize potential energy from water and convert it into mechanical energy in the shaft rotation which will later be converted into electrical energy. The power and efficiency of the turbine depends on many factors, some of the factors that influence are the number of blades, blade angle and runner dimensions. Because the number of blades is one of the influencing factors, this study will analyze the effect of power and efficiency on changes in blade numbers and changes in flow rates. The types of water turbines are generally divided into two, namely impulse and reaction turbines. The impulse type water turbine is a type of water turbine, the direction of the runner's rotation is in the direction of the fluid flow. A pressure drop occurs at the nozzle when the fluid exits the nozzle, no pressure changes occur in the fluid except in the nozzle. Examples of Impulse turbines are: Cross-flow turbines, Pelton turbines. If the reaction turbine is a turbine that produces torque using pressure and fluid mass. The direction of torque produced is also in the opposite direction with the fluid flow. In this type of pressure changes when passing through the rotor blade. Special construction is needed because in this type of turbine there is a kind of blade on the casing to control the working fluid of this turbine in the working fluid. Examples of turbines Reactions: Turbine Propeller, Francis, Kinetic ... There are several factors that underlie the planning and selection of a water turbine. One of them is Head and debit. By determining the head and discharge we can determine the right type of water turbine. In this study the water flow source has a 4 meter head and a discharge of $0,0003\text{m}^3 / \text{s}$. So that the right type of turbine is the Crossflow water turbine. The research method used is an experimental method, at the beginning of making / designing a device and then testing it. This method was chosen because the effect of the number of blades must be tested so that the effect can be known, so this method is chosen. In the schematic testing illustrated, the tools used in the test are reservoirs, pumps,

discharge regulating valves and Crossflow water turbines. In this test, the number of blades and debits varied. The number of blades used is 15, 20, and 22 pieces. For the discharge, the valve opening is varied $\frac{1}{4}$ ($0.0028\text{m}^3/\text{s}$), $\frac{1}{2}$ ($0.0030\text{m}^3/\text{s}$) and 1 ($0.0032\text{m}^3/\text{s}$). Rotameter measuring instruments are installed before the water passes through the turbine, and the preasure gauge is installed before and after passing through the turbine. After testing, the result found that the debit affected the performance of the crossflow water turbine. With 3 variations of debit with the number of blades of 20 pieces, the biggest power of the turbine is at a debit of $0.0032\text{ m}^3 / \text{s}$, which is 22.2842 W. For the 3 variations in the number of blades, the number of blades with the highest efficiency is 22.27 %, the test is at a debit of $0.003\text{ m}^3 / \text{s}$. Based on experimental and analytical that have been carried out on Crossflow water turbine testing with variations in the number of 15, 20, and 22 blades, also the change in flow rate is $0.0028\text{ m}^3 / \text{s}$, $0.003\text{ m}^3 / \text{s}$ and $0.0032\text{ m}^3 / \text{s}$ the Conclusions is, First the flow rate affects the amount of turbine power produced. If the flow rate is getting smaller then the smaller the power produced by the water turbine. Second, the number of blades affects the amount of turbine power produced, and also affects the efficiency of the turbine. It is proven from the test results that at a flow rate of $0.003\text{ m}^3 / \text{s}$ with the number of blades 15, 20 and 22 experiencing an increase in efficiency.

Keywords : Crossflow Water Turbine, Number of Blades, Performance
Citations : 17 (1960-2015)

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Agenda	v
Halaman Persetujuan.....	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.....	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Turbin Air.....	5
2.2 Jenis - Jenis Turbin Air	5
2.2.1 Turbin Impuls	5
2.2.2 Turbin Reaksi	5
2.3 Pemilihan Jenis Turbin Air.....	6
2.4 Turbin <i>Crossflow</i>	7
2.5 Jumlah Sudu Turbin Air <i>Crossflow</i>	8
2.6 Persamaan – Persamaan yang Digunakan	9
2.5 Perhitungan Daya Teoritis.....	12

BAB 3. METODOLOGI	
3.1	Metode Penelitian 15
3.2	Skematik Alat Uji 16
3.3	Perhitungan Dimensi <i>Runner</i> 16
3.4	Alat dan Bahan..... 21
3.5	Prosedur Pengujian 22
BAB 4. ANALISIS DATA	
4.1	Hasil Pengujian 23
4.1.1	Variasi Jumlah Sudu 15 buah 23
4.1.2	Variasi Jumlah Sudu 20 buah 24
4.1.3	Variasi Jumlah Sudu 22 buah..... 25
4.2	Hasil Pengolahan Data..... 26
4.2.3	Analisis Grafik Daya vs Debit 26
4.2.3	Analisis Grafik Eff. Vs Debit..... 27
4.3	Analisis dan Pembahasan..... 28
BAB 5. SIMPULAN DAN SARAN 31	
5.1	Simpulan 31
5.2	Saran 31
DAFTAR RUJUKAN..... 32	
LAMPIRAN..... 35	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Grafik Karakteristik Jenis Turbin Air.....	7
Gambar 2.2 Turbin Air <i>Crossflow</i>	8
Gambar 2.3 <i>Side Disk Runner</i> Turbin Air <i>Crossflow</i>	8
Gambar 2.4. <i>Inclination of Water Jet Entering the Runner</i>	12
Gambar 2.5. <i>The Two Stage Velocity Stages of a Crossflow Turbine</i>	13
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	15
Gambar 3.2 Skematik Alat Uji	16
Gambar 3.3 Profil <i>Side Disk Runner</i> dengan Variasi Jumlah Sudu 20	19
Gambar 3.4 Isometrik <i>Side Disk Runner</i>	19
Gambar 3.5. <i>Side Disk Runner</i> dengan variasi J.Sudu 15 dan 22	20
Gambar 3.6. Profil Sudu Turbin Air <i>Crossflow</i>	20
Gambar 4.1. Grafik Daya terhadap Debit berdasarkan Pengujian	26
Gambar 4.2. Grafik Eff. Vs Debit dengan Variasi Jumlah Sudu	27

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Parameter Desain Turbin Air <i>Crossflow</i>	15
Tabel 3.2 Dimensi <i>Runner</i> Turbin Air <i>Crossflow</i>	19
Tabel 4.1 Data Variasi Jumlah Sudu 15	20
Tabel 4.2 Data Variasi Jumlah Sudu 20	23
Tabel 4.3 Data Variasi Jumlah Sudu 22	24
Tabel 4.6 Hasil Pengolahan Data	25
Tabel 4.7 Perbandingan Eff. Teoritis, Empiris dan Aktual	27

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan sumber daya alam sebagai sumber dari pembangkit listrik perlu untuk terus dikembangkan. Sumber daya alam seperti air di negara maritim yaitu Indonesia pasti berlimpah jumlahnya. Air memang banyak kita temukan, tetapi banyak pula kondisi-kondisi sumber air tersebut. Seperti adanya perbedaan debit aliran, *head*, kecepatan aliran yang mempengaruhi daya hidrolis yang berbeda-beda bagi setiap sumber air.

Turbin air merupakan salah satu alat untuk memanfaatkan energi aliran yang terkandung dalam air dan mengubahnya menjadi energi mekanik dalam putaran poros yang nanti akan dikonversikan menjadi energi listrik. Pemilihan daripada jenis turbin air yang akan digunakan tergantung terhadap besarnya debit dan *head* yang ditentukan. Daya dan efisiensi turbin bergantung kepada banyak faktor, beberapa faktor yang mempengaruhinya yaitu jumlah sudu, sudut sudu dan dimensi *runner*. Karena jumlah sudu adalah salah satu yang mempengaruhinya maka pada penelitian ini akan dianalisis pengaruh daya dan efisiensi terhadap perubahan jumlah sudu dan perubahan debit aliran. Sesuai dari metodologi penelitian yang nanti akan dijelaskan, pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun turbin air *crossflow* karena berdasarkan sumber aliran air yang tersedia, besarnya *head* adalah 4m dan debit $0,0028\text{m}^3/\text{s}$; $0,003\text{m}^3/\text{s}$; $0,0032\text{m}^3/\text{s}$, dan material pembuatan sudu dibuat dengan bahan pipa karena bahan tersebut murah, mudah didapat, dan pembuatan sudu mudah dibuat dengan bahan pipa. Oleh karena latar belakang ini, saya mengambil judul untuk skripsi saya adalah **“ANALISIS PERFORMANSI TURBIN AIR *CROSSFLOW* TERHADAP JUMLAH SUDU DAN PERUBAHAN DEBIT ALIRAN”**

1.2 Rumusan Masalah

Daya dan efisiensi dari turbin air dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satunya adalah jumlah sudu. Dengan *head* dan debit yang telah ditentukan maka perlu dilakukan rancang bangun turbin air *crossflow* dan dilakukan pengujian untuk dapat dianalisis pengaruh performansi turbin air *crossflow* terhadap jumlah sudu dan debit aliran. Sehingga nanti akan disimpulkan pengaruhnya dalam bentuk grafik.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Analisa pengaruh perubahan jumlah sudu dan debit alirannya.
2. Aliran dalam keadaan *steady*.
3. Debit dan *Head* ditentukan.
4. Sudu Turbin dibuat dengan bahan pipa.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mendapatkan grafik hubungan Daya (P) vs Debit (Q) dan Efisiensi (η) vs Debit (Q) dengan jumlah sudu yang berbeda.
2. Dapat mengetahui rancang bangun turbin air *crossflow* yang tepat pada debit dan *head* yang ditentukan.
3. Dapat mengetahui pengaruh daya dan efisiensi turbin terhadap perubahan jumlah sudu dan debit aliran.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Dapat mengetahui jumlah sudu yang lebih efektif terhadap performansi turbin air setelah dilakukan pengujian.
2. Dapat menjadi acuan bagi penelitian 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.
- Pietersz, S. Richard, Soenoko. 2013. Pengaruh Jumlah Sudu terhadap Performansi Turbin Air *Crossflow*. Jakarta.
- Riduan, M. 2014. Perencanaan Model Aliran Air, Jakarta.
- Sutarno, 1973. *Sistim Listrik Mikro Hidro Untuk Kelistrikan Desa*, Yogyakarta
- Tongco, A., 1979. *Field Testing of Water Crossflow Turbine*, Filipina.
- 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.