



**PENGUJIAN KINERJA *DETRIDGE WHEEL*
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA AIR *HEAD* SANGAT RENDAH DAN ANALISIS KERUGIAN**

SKRIPSI



Oleh :

Rizal Andi Luhung

1403035044

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2018**

**PENGUJIAN KINERJA *DETRIDGE WHEEL*
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA AIR *HEAD* SANGAT RENDAH DAN ANALISIS KERUGIAN**

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan
Sarjana Teknik Mesin



Oleh :

Rizal Andi Luhung

1403035044

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2018**

Halaman Persetujuan

PENGUJIAN KINERJA *DETRIDGE WHEEL*
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA AIR *HEAD* SANGAT RENDAH DAN ANALISIS KERUGIAN

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana
Teknik Mesin

Oleh:
Rizal Andi Luhung
1403035044

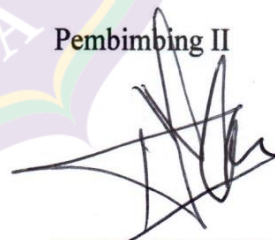
Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 24 Agustus 2018

Pembimbing I



Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si.

Pembimbing II



Agus Fikri, S.T., M.M., M.T.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Rifky, S.T., M.M.

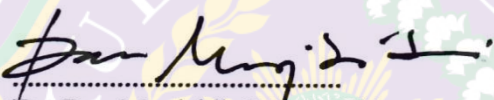
Halaman Pengesahan


PENGUJIAN KINERJA *DETRIDGE WHEEL*
SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA AIR *HEAD* SANGAT RENDAH DAN ANALISIS KERUGIAN


SKRIPSI


Oleh:
Rizal Andi Luhung
1403035044


Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 24 Agustus 2018

Pembimbing I : 
(Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si.)

Pembimbing II : 
(Agus Fikri, S.T., M.M., M.T.)

Penguji I : 
(Drs. M. Yusuf D, M.M., M.T.)

Penguji II : 
(P.H. Gunawan, S.T., M.T.)

Mengesahkan,
Dekan,
Fakultas Teknik UHAMKA

.....
Dr. Sugema, S.Kom., M.Kom.

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Mesin

.....
Rifky, S.T., M.M.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizal Andi Luhung

NIM : 1403035044

Judul Skripsi : PENGUJIAN KINERJA *DETRIDGE WHEEL* SEBAGAI
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR *HEAD* SANGAT
RENDAH DAN ANALISIS KERUGIAN

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar kepustakaan.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 24 Agustus 2018



Rizal Andi Luhung

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang masih memberikan kesempatan untuk menikmati segala keindahan dan keagungan-Nya, sholawat dan salam tak lupa dihaturkan kepada nabi besar, nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari zaman gelap sampai ke zaman yang terang seperti saat ini. Sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil dari pelaksanaan penelitian yang telah selesai dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Strata-1 di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA. Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi syarat kelulusan Sarjana Strata-1.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya diberikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesempatan dan kesehatan untuk dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberi dukungan sepenuhnya untuk yang terbaik sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si. sebagai dosen pembimbing 1 yang telah membimbing dari mulai penelitian hingga akhir penulisan skripsi ini hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Ir. Agus Fikri, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan tuntunan dalam penulisan dengan sebaik-baiknya.
5. Bapak Rifky, S.T., M.M. sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
6. Bapak P.H. Gunawan, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam perkuliahan.

7. Ibu Oktarina Heriyani., S.Si., M.T. sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA yang selalu memberikan semangat dan motivasi.
8. Seluruh dosen Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA yang telah membimbing dalam perkuliahan.
9. Seluruh teman-teman Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA yang telah memberikan semangat solidaritas dalam perkuliahan sehari-hari.
10. Syasya Syaymaul Azyan yang telah memberikan semangat dan doa selama ini.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini memang tidak terlepas dari kesalahan baik penulisan, susunan kata, maupun data yang disajikan. Oleh karena itu, mohon kritik dan saran yang membangun untuk kelengkapan dan kesempurnaan Skripsi ini sendiri.

Atas perhatian dan pertolongan segala pihak untuk penelitian, penyusunan dan penulisan skripsi ini, saya ucapkan terimakasih.

Jakarta, 24 Agustus 2018

Rizal Andi Luhung

ABSTRAK

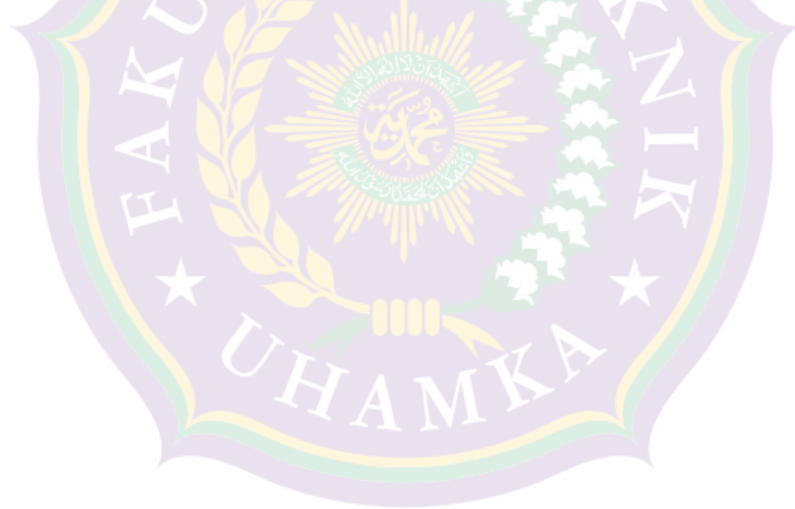
Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kinerja kincir air tipe *Detridge wheel* yang menggunakan *head* sangat rendah sebagai tenaga penggerak dan menganalisis kerugian pada sistem pengujian. *Detridge wheel* pertama digunakan untuk mengukur kecepatan aliran pada irigasi sawah, seorang peneliti pernah menguji kincir air ini dengan simulasi *Computational Fluid Dynamics (CFD)* efisiensi maksimal yang dihasilkan adalah 60 %. Penelitian ini menggunakan material plat baja tebal 1,8 mm dan multiplek sebagai *runner* kincir air. Air disirkulasikan dengan variasi debit yang berbeda menggunakan pompa menuju bangunan air dan kembali lagi ke tangki penampung. Parameter yang diukur adalah putaran (rpm), gaya (N), kecepatan aliran air (m/s) dan ketinggian air (m). Pada keenam variasi debit, efisiensi tertinggi dengan debit pertama yaitu 43,314 %. Daya air sebesar 1,862 watt dan daya kincir air yang dihasilkan 0,806 watt. Semakin tinggi kenaikan debit menyebabkan rugi-rugi yang terjadi juga semakin besar, keadaan aliran semakin turbulen dan ditambah dengan kerugian akibat gaya hambatan dan gaya gesek air.

Kata kunci: *Detridge wheel*, *head* sangat rendah, kinerja dan analisis kerugian .

ABSTRACT

This research aims to measure the performance of the water wheel type Detridge wheel that uses a very low head as a power plant and analyzes losses in the testing system. The first Detridge wheel was used to measure flow velocity in paddy irrigation, a researcher had tested this waterwheel with a Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation the resulting efficiency was 60%. This research uses 1.8 mm thick steel plate material and multiplex as a waterwheel runner. Water is circulated with different discharge variations using a pump to the water structure and back to the storage tank. The parameters measured are rotation (rpm), torque (N.m), Water Flow Speed (m/s) and water level (m). On the sixth variation of discharge, the highest efficiency with the first discharge is 43,314 %. Water power of 1,862 watts and the resulting waterwheel power of 0,806 watts. The higher the increase in discharge causes the losses that occur are also greater, the flow state becomes more turbulent and coupled with losses due to resistance forces and water friction forces.

Keywords: Detridge wheel, very low head, performance and loss analysis.



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.5.1 Manfaat bagi Masyarakat	2
1.5.2 Manfaat bagi Peneliti.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kajian Pustaka	3
2.1.1 Bangunan Air.....	3
2.1.2 Kincir Air <i>Detridge Wheel</i>	3
2.1.3 Kinerja Kincir Air.....	4
2.1.4 Pengembangan Kincir Air <i>Head</i> Sangat Rendah	4
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Energi Air	5
2.2.2 Kincir Air.....	5
2.2.3 Sifat Fisik Air	7
2.2.4 Mekanika Fluida.....	7
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	10
3.2 Desain Penelitian	10
3.3 Alat dan Bahan yang Digunakan	12
3.3.1 Alat	12
3.3.2 Bahan	12
3.4 Prosedur Penelitian	12
3.5 Diagram Alir Penelitian	13
3.6 Metode Pengambilan Data dan Pengolahan Data	14
3.6.1 Pengambilan Data.....	14
3.6.2 Pengolahan Data.....	14

BAB 4 TEMUAN DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Temuan Penelitian	15
4.1.1 Pengukuran Debit	15
4.1.2 Pengukuran Ketinggian Air	16
4.1.3 Pengukuran Kecepatan Aliran Air.....	17
4.1.4 Pengukuran Gaya dan Putaran.....	17
4.2 Pembahasan.....	22
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran.....	28
DAFTAR KEPUSTAKAAN	29



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bangunan Air (Paudel & Saenger, 2016).....	3
Gambar 2. 2 Kincir air <i>Detridge wheel</i> (Paudel & Saenger, 2016)	3
Gambar 2. 3 Daya output, torsi, efisiensi dan debit (Paudel & Saenger, 2016) 4	
Gambar 2. 4 <i>Undershot wheel</i> (Müller, 2004)	4
Gambar 3. 1 Sistem pengujian	10
Gambar 3. 2 Geometri bangunan air	11
Gambar 3. 3 Geometri kincir	11
Gambar 3. 4 Diagram alir penelitian.....	13
Gambar 4. 1 Rangkaian sistem pengujian.....	15
Gambar 4. 2 Pengukuran tinggi air. (a) Sebelum kincir (Z_1), (b) Setelah kincir (Z_2)	16
Gambar 4. 3 Pola ketinggian air.....	16
Gambar 4. 4 (a) Pengukuran gaya, dan (b) Pengukuran putaran	17
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan debit terhadap efisiensi.....	22
Gambar 4. 6 Grafik perbandingan daya air, daya kincir dan debit	23
Gambar 4. 7 Grafik perbandingan putaran terhadap debit.....	24
Gambar 4. 8 Grafik perbandingan torsi terhadap debit.....	24
Gambar 4. 9 Orientasi gaya (gaya air F_A , gaya air tangensial F_B , gaya hambatan F_c dan gaya gesek air F_D).	25
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan torsi pengukuran dan torsi teoritis terhadap debit.....	27

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat fisik air (SI Units).....	7
Tabel 3. 1 Rancangan penelitian	10
Tabel 3. 2 Alat.....	12
Tabel 3. 3 Bahan	12
Tabel 3. 4 Pengambilan data	14
Tabel 3. 5 Pengolahan data	14
Tabel 4. 1 Data variasi debit	15
Tabel 4. 2 Hasil pengukuran ketinggian air	16
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran kecepatan aliran air	17
Tabel 4. 4 Hasil putaran dan berat dengan debit 0,006 m ³ /s, head 0,030 m dan kecepatan aliran air 0,407 m/s.....	18
Tabel 4. 5 Hasil putaran dan berat dengan debit 0,008 m ³ /s, head 0,040 m dan kecepatan aliran air 0,410 m/s.....	18
Tabel 4. 6 Hasil putaran dan berat dengan debit 0,010 m ³ /s, head 0,045 m dan kecepatan aliran air 0,452 m/s.....	19
Tabel 4. 7 Hasil putaran dan berat dengan debit 0,012 m ³ /s, head 0,060 m dan kecepatan aliran air 0,457 m/s.....	19
Tabel 4. 8 Hasil putaran dan berat dengan debit 0,014 m ³ /s, head 0,070 m dan kecepatan aliran air 0,463 m/s.....	20
Tabel 4. 9 Hasil putaran dan berat dengan debit 0,016 m ³ /s, head 0,075 m dan kecepatan aliran air 0,484 m/s.....	21
Tabel 4. 10 Perbandingan kinerja variasi debit.....	22
Tabel 4. 11 Parameter daya air.....	23
Tabel 4. 12 Perhitungan gaya teoritis.....	26

DAFTAR NOTASI

No.	Uraian	Notasi	Satuan
1.	Berat Jenis	γ	KN/m ³
2.	Daya Air	P_a	watt
3.	Daya Kincir	P_k	watt
4.	Debit	Q	m ³ /s
5.	Diameter Kincir	D_k	m
6.	Efisiensi Kincir	η_{kincir}	%
7.	Gaya	F	N
8.	Gaya Air	F_{air}	N
9.	Gaya Air pada Lengkungan	$F_{air \text{ pada lengkungan}}$	N
10.	Gaya Air Tangensial	$F_{air \text{ tangensial}}$	N
11.	Gaya Gesek Air	$F_{gesek \text{ air}}$	N
12.	Gaya Hambatan	$F_{hambatan}$	N
13.	Gaya Loss	F_{loss}	N
14.	Gaya Normal Air	$F_{normal \text{ air}}$	N
15.	Gaya Teoritis	$F_{teoritis}$	N
16.	Gravitasi	g	m/s ²
17.	Head	H	m
18.	Jari-Jari Kincir	R_{kincir}	m
19.	Jari-Jari Poros	r	m
20.	Kecepatan Aliran Air	v	m/s
21.	Kecepatan Kincir	v_k	m/s
22.	Kecepatan Sudut	ω	rps
23.	Koefisien Gesek Kinetis	μ_k	-
24.	Koefisien Hambatan	C_d	-
25.	Luas Penampang	A	m ²
26.	Massa Alir	\dot{m}	kg/s
27.	Massa Jenis	ρ	kg/m ³
28.	Modulus Elastisitas	E	N/m ²
29.	Putaran	n	rpm
30.	Sudut	θ	°
31.	Tegangan Permukaan	σ	N/m
32.	Tekanan	P	N/m ²
33.	Tekanan Vapor	P_v	KN/m ²
34.	Tinggi Air Sebelum Kincir	Z_1	m
35.	Tinggi Air Setelah Kincir	Z_2	m
36.	Torsi	T	N.m
37.	Torsi Teoritis	$T_{teoritis}$	N.m
38.	Viskositas Dinamis	μ	kg/m.s
49.	Viskositas Kinematis	ν	m ² /s
40.	Volume Air	V	m ³

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pengembangan potensi sumber energi terbarukan seperti energi angin, energi air, energi matahari, biogas, dan sebagainya untuk kebutuhan energi listrik di daerah terpencil masih terbuka lebar. Indonesia memiliki potensi energi terbarukan lebih dari 441 gigawatt (GW), sejauh ini yang baru terealisasi yakni 8,89 GW (Fakta News, 2017). Potensi yang ada cukup besar, sementara pemanfaatannya belum maksimal untuk kesejahteraan masyarakat (Muliawan & Yani, 2016). Keadaan sulit mendapatkan aliran listrik di daerah terpencil membuat masyarakat harus lebih kreatif, energi terbarukan yang banyak dikembangkan di pedesaan salah satunya adalah energi air (Edaefendi, 2017).

Energi air menjadi pilihan yang baik karena kondisi topografi Indonesia yang bergunung dan berbukit serta dialiri oleh banyak sungai (besar dan kecil). Beberapa daerah tertentu memiliki danau dan waduk yang cukup potensial sebagai sumber energi air (Yani & Erianto, 2016). Pemakaian teknologi pada energi terbarukan dengan sumber energi air salah satunya adalah kincir air.

Saat ini pada penggunaan kincir air diperlukan tinggi jatuh dan debit yang besar. Sementara itu energi air dengan tinggi jatuh dan debit kecil belum banyak dimanfaatkan, padahal di beberapa wilayah Indonesia punya potensi yang cukup besar untuk dikembangkan pembangkit listrik tenaga air dengan tinggi jatuh dan debit kecil (Muliawan & Yani, 2016). Pengembangan teknologi dibutuhkan untuk memanfaatkan potensi energi air *head* yang sangat rendah ini.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini adalah seberapa besar efisiensi kincir air *Detridge wheel* dengan sumber tenaga air *head* sangat rendah dan menganalisis kerugian yang terjadi pada sistem pengujian.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah pengujian dilakukan dalam skala laboratorium.

1.4 Tujuan Penelitian

Ada dua poin tujuan pada penelitian ini, yaitu:

1. Menghitung efisiensi kincir air *Detridge wheel*.
2. Analisis penyebab kerugian yang terjadi pada sistem.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini ada dua target, yaitu manfaat bagi masyarakat dan bagi peneliti.

1.5.1 Manfaat bagi Masyarakat

Pada saat kelangkaan energi listrik saat ini diharapkan masyarakat dapat membuat pembangkit energi listrik sendiri dari tenaga air *Detridge wheel* skala kecil.

1.5.2 Manfaat bagi Peneliti

Menambah pengetahuan tentang pengembangan energi terbarukan, khususnya kincir air *Detridge wheel* tersebut sehingga lebih efektif.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Bruce F, M., Young, D. F., & Theodore H, O. (2005). *Mekanika Fluida*. (H. W. Hardani, Ed.) (4th ed.). Jakarta: Erlangga.
- Denny, M. (2004). The Efficiency of Overshot and Undershot Waterwheels, 25, 193–202. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/25/2/006>
- Edaefendi, E. (2017). Air Sebagai Sumber Energi Pembangkit Listrik Oleh. Retrieved May 2, 2018, from <https://www.kompasiana.com/evitaeda/59d31a382bbb1322502ddbe3/air-sebagai-sumber-energi-pembangkit-listrik>
- Fakta News. (2017). Indonesia Kaya Potensi EBT Namun Pemanfaatannya Masih Rendah. Retrieved May 2, 2018, from <https://fakta.news/berita/indonesia-kaya-potensi-ebt-namun-pemanfaatannya-masih-rendah>
- Harseno, E., & V. L, S. J. (2007). Studi Eksperimental Aliran Berubah Beraturan pada Saluran Terbuka Bentuk Prismatis, 1–26.
- Henry, O. S., Daud, A., & Hakki, H. (2013). Analisis Perubahan Dimensi Kincir Air terhadap Kecepatan Aliran Air (Studi Kasus Desa Pandan Enim). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(1), 3–6.
- Himran, S. (2017). *Turbin Air (Teori dan Dasar Perencanaan)* (1st ed.). Yogyakarta: ANDI.
- Hogg, D. W. (2006). Air Resistance, 1–4. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/physics/0609156>
- Muliawan, A., & Yani, A. (2016). Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner. *Journal of Sainstek*, 8(1), 1–9.
- Müller, G. (2004). Water Wheels As a Power Source. *The Queen's University of Belfast*, 1–9. Retrieved from http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0708/beiere/3/html/bi/3/fichiers/Muller_hist o.pdf
- Paudel, S., & Saenger, N. (2016). Dethridge Wheel for Pico-scale Hydropower Generation : An Experimental and Numerical Study. *28th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems*, (4). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/49/10/102007>
- Pudjanarsa, A., & Nursuhud, D. (2013). *Mesin Konversi Energi*. (F. S. Suyantoro, Ed.) (3rd ed.). Yogyakarta.
- Purnomo, B. G. (2013). Koefisien Hambatan. Retrieved from purnama-bgp.blogspot.com/2013/04/koefisienhambatan-cd.html
- Siregar, A. B. S., Daulay, S. B., & Panggabean, S. (2016). Uji Jumlah Sudu Alat Pembangkit Listrik Tenaga Air Irigasi, 4(1), 78–82.
- Subekti, R. A., & Susatyo, A. (n.d.). Pengujian Prototipe Turbin Head Sangat Rendah pada Suatu Saluran Aliran Air.
- Sule, L. (2015). Kinerja yang Dihasilkan Oleh Kincir Air Arus Bawah dengan Sudu Berbentuk Mangkok. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)*, (Snttm Xiv), 7–8.
- Venard, J. ., & Street, R. . (1975). *Elementary Fluid Mechanics*. New York.
- Winingsih, P. H., & Hidayati. (2017). Eksperimen Gaya Gesek untuk Menguji Nilai Koefisien Gesekan Statis Kayu pada Kayu dengan Program MATLAB,

3(2), 121–126.

Yani, A., & Erianto, R. (2016). Pengaruh Variasi Bentuk Sudu Terhadap Kinerja Turbin Air Kinetik (Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik Daerah Pedesaan), 5(1), 1–6.

