



PENGARUH KINCIR AIR SERI TERHADAP EFISIENSI

SKRIPSI



Oleh:

Erwin Aidhilhan Priangga

1603035023

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2020**

PENGARUH KINCIR AIR SERI TERHADAP EFISIENSI

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Mesin



Oleh:

Erwin Aidhilhan. P

1603035023

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH KINCIR AIR SERI TERHADAP EFISIENSI

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik

Oleh:

Erwin Aidhilhan Priangga
1603035023

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 1 Agustus 2020

Pembimbing



Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si.
NIDN. 0301126901

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Delvis Agusman, S.T., M.Sc..
NIDN. 0311087002

HALAMAN PENGESAHAN


PENGARUH KINCIR AIR SERI TERHADAP EFISIENSI

SKRIPSI

Oleh:
Erwin Aidhilhan Priangga
1603035023

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 19 Agustus 2020

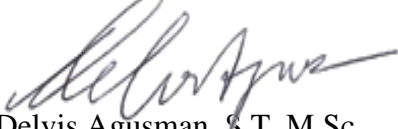
Pembimbing


Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si.
NIDN. 0301126901

Penguji-1


Rifky, S.T., M.M.
NIDN. 0305046501

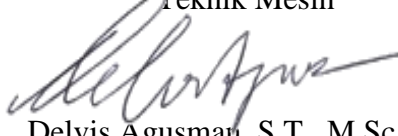
Penguji-2


Delvis Agusman, S.T, M.Sc.
NIDN. 0311087002

Mengesahkan,
Dekan
Fakultas Teknik UHAMKA


Dr. Sugema, S.Kom., M.Kom
NIDN. 0323056403

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Mesin


Delvis Agusman, S.T., M.Sc.
NIDN. 0311087002

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan

Nama : Erwin Aidhilhan Priangga
NIM : 1603035023
Judul skripsi : Pengaruh kincir air seri terhadap efisiensi

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 mana pun, 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 Referensi.

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

Jakarta, 17 Agustus 2020



Erwin Aidhilhan. P

KATA PENGANTAR

Assallamu'alaikum wa rohmatullahi wa barokaatuh, segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat menyelesaikan penelitian skripsi sebagai salah satu syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa Program Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA untuk memperoleh gelar sarjana.

Penulis menyadari tanpa bantuan dan bimbingan berbagai pihak, sulit bagi penulis untuk menyelesaikan penelitian skripsi ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Supriyanto dan ibu Herniwati yang selalu memberikan dukungan semangat dan do'a dari awal perkuliahan hingga masa akhir perkuliahan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si. sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dari awal skripsi sampai selesainya pembuatan skripsi dengan baik.
3. Bapak Delvis Agusman, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
4. Irfan Nur Fauzi sebagai rekan penelitian.
5. Teman-teman Teknik Mesin 2016 yang telah memberikan dukungan dan semangat.

Demikianlah, penulis menyadari bahwa penelitian skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun penjelasan yang disebabkan keterbatasan pengetahuan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar menjadi lebih baik lagi. *Wa billahitaufiq wal hidayah, fastabiqul khoirot, wassalamu'alaikum wa rohmatullahi wa barokaatuh*.

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Erwin Aidhilhan Priangga

NIM : 1603035023

Program Studi : Teknik Mesin

Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

Pengaruh Kincir Air Seri Terhadap Efisiensi

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 30 Juli 2020



Erwin Aidhilhan Priangga

ABSTRAK

Pengaruh Kincir Air Seri Terhadap Efisiensi

Erwin Aidhilhan Priangga

Tujuan dari penelitian ini untuk mencari efisiensi dari jarak kincir air seri dengan kincir tunggal. Pada kincir air ini menggunakan jarak terdekat dengan kincir pertama untuk meletakkan kincir kedua pada saluran. Menurut hasil perhitungan kincir kedua memiliki efisiensi 28.615 %. Parameter yang diukur pada kincir air adalah debit air (m^3/s), putaran (rpm), Torsi (N.m) serta ketinggian air (m). Didapatkan nilai efisiensi dari kincir pertama sebesar 33.315 % dan kincir tunggal sebesar 17.965 %. Kincir kedua memiliki efisiensi dibawah kincir pertama karena pada kincir kedua aliran bertipe *superkritis* dengan bilangan *Froude* = $Fr > 1$ dimana pada aliran *superkritis* aliran air mendorong tidak terpusat dan meningkatnya turbulensi (olakan) akibat dari tumbukkan air dengan kincir. Hal tersebut membuktikan bahwa kincir pertama mempengaruhi kincir kedua. Setiap efisiensi kincir tunggal maupun kincir seri terjadi penurunan karena kincir air telah mencapai titik maksimum yang dipengaruhi oleh sudu tidak dapat memaksimalkan potensi daya air yang diakibatkan sudu mendapat gaya tekan balik.

Kata kunci: kincir seri, *Froude number*, efisiensi

Effect of waterwheel series on efficiency

Erwin Aidhilhan Priangga

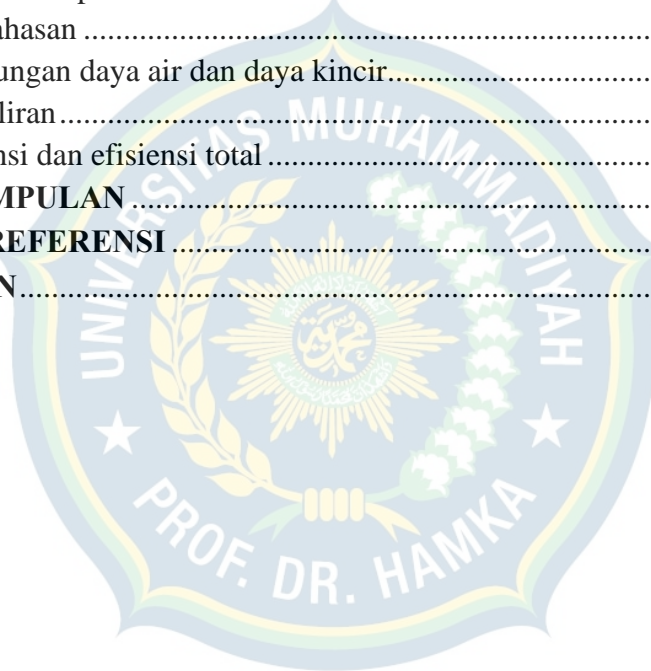
*The purpose of this study is to find the efficiency of a series of single-wheel waterwheels. In this waterwheel use the distance closest to the first wheel to put the second wheel on the channel. According to the results of the calculation of the second pinwheel has an efficiency of 28,615%. The parameters measured in the waterwheel are water discharge (m^3/s), rotation (rpm), torque (N.m) and water level (m). Obtained the efficiency value of the first wheel of 33,315% and a single wheel of 17.965%. The second wheel has efficiency below the first wheel because in the second wheel the type of supercritical flow with the number *Froude* = $Fr > 1$ where in supercritical flow the water flow pushes not centrally and increases turbulence due to the collision of water with the wheel. This proves that the first wheel affects the second wheel. Every efficiency of a single wheel and a series of windmills is decreasing because the waterwheel has reached the maximum point that is affected by the blades unable to maximize the potential of water power due to the blades getting compressive force.*

Keywords: windmill series, *Froude number*, efficiency.

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
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
1.6 Sistematika Penulisan	2
BAB 2. DASAR TEORI	4
2.1 Kerangka Teori	4
2.1.1 Kincir air	4
2.1.2 Hydro power	6
2.1.3 Dethridge wheel	7
2.1.4 Aliran kritis, subkritis, super kritis	7
2.1.5 Bilangan Froude (Fr)	8
2.1.6 Rumus perhitungan	8
2.2 Penelitian yang relevan	9
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Alur Penelitian	11
3.2 Alat dan Material	12
3.2.1 Alat	12
3.2.2 Material	13
3.3 Desain Penelitian	13

3.4	Prosedur Penelitian	16
3.5	Pengumpulan Data.....	17
3.6	Teknik Pengolahan Data.....	17
3.7	Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		19
4.1	Hasil Penelitian.....	19
4.1.1	Pengukuran debit	19
4.1.2	Pengukuran ketinggian air	19
4.1.3	Pengukuran kecepatan aliran air.....	20
4.1.4	Pengukuran putaran kincir dan torsi	21
4.2	Pembahasan	21
4.2.1	Perhitungan daya air dan daya kincir.....	22
4.2.2	Tipe aliran.....	24
4.2.3	Efisiensi dan efisiensi total	25
BAB 5. SIMPULAN		27
DAFTAR REFERENSI		28
LAMPIRAN		31



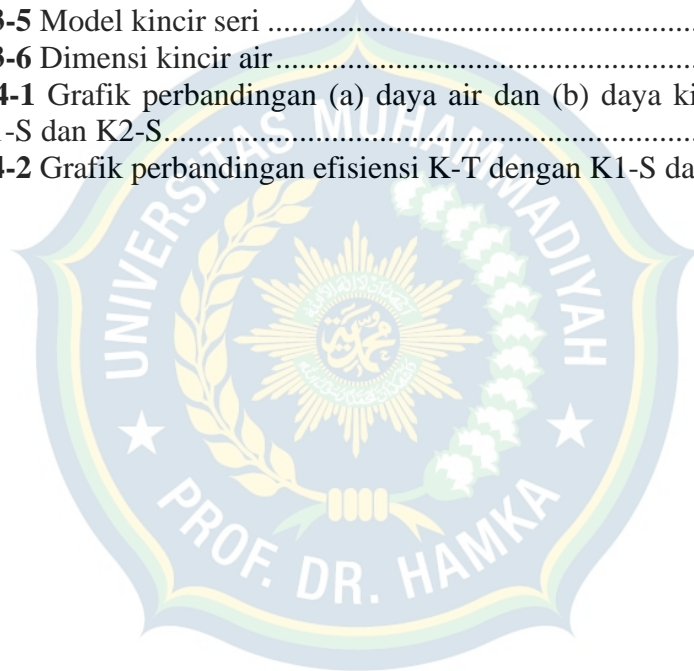
DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Alat.....	12
Tabel 3-2 Material	13
Tabel 3-3 Pengumpulan data	17
Tabel 3-4 Pengolahan data	17
Tabel 4-1 Debit air.....	19
Tabel 4-2 Data ketinggian air K1-S dan K2-S	19
Tabel 4-3 Data ketinggian air K1-S dan K2-S (lanjutan).....	20
Tabel 4-4 Data ketinggian air K-T	20
Tabel 4-5 Data kecepatan aliran air K-T, K1-S, K2-S	20
Tabel 4-6 Data putaran kincir dan torsi K1-S dan K2-S	21
Tabel 4-7 Data putaran kincir dan torsi K-T	21
Tabel 4-8 Perbandingan debit dengan daya air dengan daya kincir K-T dengan K1-S dan K2-S	22
Tabel 4-9 Hasil <i>Froude number</i>	24
Tabel 4-10 Tipe aliran di masukan dan keluaran K-T, K1-S, K2-S.....	24
Tabel 4-11 Perbandingan efisiensi	25



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Kincir air tipe <i>overshot</i>	4
Gambar 2-2 Kincir air tipe <i>undershot</i>	5
Gambar 2-3 Kincir air tipe <i>breastshot</i>	6
Gambar 2-4 Aliran sub kritis, kritis, super kritis.....	7
Gambar 3-1 Diagram alir penelitian.....	11
Gambar 3-2 Sistem pengujian	13
Gambar 3-3 Model kincir seri 3D	14
Gambar 3-4 Dimensi dasar kanal	14
Gambar 3-5 Model kincir seri	15
Gambar 3-6 Dimensi kincir air.....	15
Gambar 4-1 Grafik perbandingan (a) daya air dan (b) daya kincir pada K-T dengan K1-S dan K2-S.....	23
Gambar 4-2 Grafik perbandingan efisiensi K-T dengan K1-S dan K2-S.....	25



DAFTAR NOTASI

No.	Uraian	Notasi	Satuan
1.	Bilangan Froude number	F_r	-
2.	Kecepatan aliran	v	m/s
3.	Gravitasi	g	m/s ²
4.	Kedalaman hidrolis	D	m
5.	Luas penampang	A	m
6.	Lebar dasar irigasi	b	m
7.	Kemiringan saluran	m	-
9.	Ketinggian air	h	m
10.	Debit	Q	m ³ /s
11.	Head	H	m
12.	Ketinggian geodetik	z	m
13.	Daya air	P_{in}	W
14.	Massa jenis	ρ	Kg/m ³
15.	Torsi	τ	Nm
16.	Gaya	F	N
17.	Jari-jari	r	m
18.	Kecepatan sudut	ω	Rps
19.	Phi	π	-
20.	Putaran kincir	n	Rpm
21.	Daya kincir	P_{out}	W
22.	Efisiensi kincir	η	%

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Foto saluran	31
LAMPIRAN B Foto kincir air	32



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pemanfaatan energi terbarukan masih 16% dari keseluruhan energi global dan 76% nya merupakan energi air (Mo et al., 2015). Indonesia mempunyai potensi energi terbarukan lebih dari 441 GW (gigawatt) dan baru 8,89 GW yang sudah dimanfaatkan (Fakta News, 2017) karena terkendala regulasi dan medan yang sulit pada daerah terpencil (Muliawan & Yani, 2017). Studi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa teknologi konvensional aliran rendah seperti kincir air adalah perangkat yang cocok dengan *head* sangat rendah (Paudel et al., 2017).

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan aliran air yang mengalir. Untuk memanfaatkan aliran air dengan *head* sangat rendah, seperti di aliran irigasi, dimana kincir Dethridge yang awalnya digunakan sebagai pengukur aliran dan untuk pembangkit energi listrik dengan efisiensi 60% yang kinerjanya dapat meningkat dengan lebar saluran yang dua hingga tiga kali lebih besar dari lebar kincir (Paudel & Saenger, 2016)

Pembangkit listrik tenaga air *head* sangat rendah dari yang di bawah lima meter dengan perbedaan *head* bisa menjadi sumber energi yang menarik (Paudel et al., 2017). Teknologi semacam itu banyak terdapat pada sistem irigasi, bendungan, fasilitas air limbah, dan di lokasi pabrik (Paudel et al., 2017). Energi potensial dan kinetik pada saluran irigasi dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin dengan skala kecil, tetapi jika turbin dibuat banyak akan menghasilkan energi dalam jumlah yang besar juga (Fernando, 2017). Penelitian yang sudah dilakukan menggunakan kincir air sudu lurus dan menggunakan kincir model seri yang dibandingkan dengan kincir tunggal. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung efisiensi kincir air seri dan kincir air tunggal pada aliran *head* rendah dibawah lima meter.

1.2 Perumusan Masalah

Seberapa besar efisiensi yang dapat dihasilkan dari aliran rendah dibawah lima meter? Berapakah efisiensi terbaik dari kincir air seri ?

1.3 Batasan Masalah

Pengujian yang dilakukan dalam skala laboratorium di kanal buatan.

1.4 Tujuan Penelitian

Menghitung efisiensi dari kincir air seri dan kincir air tunggal pada aliran *head* rendah dibawah lima meter.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini yang diharapkan oleh penulis 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 listrik sendiri dengan menggunakan dua *Detrridge wheel* skala kecil pada satu aliran .

1.5.2 Manfaat bagi peneliti

Mendapat pengetahuan tentang pengembangan energi terbarukan khususnya kincir air *Dethridge wheel* seri sehingga lebih efektif.

1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun bab demi bab dan terdiri dari lima bab setiap bab berisi penjelasan beserta alur penelitian . Isi masing – masing bab adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TEORI DASAR

Bab ini berisi tentang *dethridge wheel*, energi air, aliran kritis, sub kritis, super kritis, bilangan *Froude*, mekanika fluida, dan penelitian yang relevan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang alur penelitian, alat dan material, desain penelitian, prosedur penelitian, pengumpulan data, teknik pengumpulan data, teknik pengolahan data, tempat dan waktu penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan.

BAB 5 SIMPULAN

Bab ini berisi tentang saran dan simpulan dari hasil penelitian.



DAFTAR REFERENSI

- Alatas, M. (2017). Analisis Desain Turbin Kincir Air Poncelet Water Wheel pada saluran terbuka (Open Channel Flow). *Saintis Jurnal Ilmu-Ilmu Eksakta*, 9, No 2(x), 203–210.
- Ali, M. Y., Husaiman, H., & Nur, M. I. (2018). Karakteristik Aliran Pada Bangunan Pelimpah Tipe Ogee. *Teknik Hidro*, 11(1), 72–82. <https://doi.org/10.26618/th.v11i1.2441>
- Bahaj, A. S., Molland, A. F., Chaplin, J. R., & Batten, W. M. J. (2007). Power and thrust measurements of marine current turbines under various hydrodynamic flow conditions in a cavitation tunnel and a towing tank. *Renewable Energy*, 32(3), 407–426. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2006.01.012>
- Fakta News. (2017). *Indonesia Kaya Potensi EBT Namun Pemanfaatannya Masih Rendah* (p. 1).
- Fernando, R. (2017). Kaji Eksperimental Turbin Air Tipe Undershot Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air Dipasang Secara Seri Pada Saluran Irigasi. *Jom FTEKNIK*, 4(2), 1.
- Henry, O., Daud, A., & Haki, H. (2013). Analisis Pengaruh Perubahan Dimensi Kincir Air Terhadap Kecepatan Aliran Air (Studi Kasus: Desa Pandan Enim). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(1), 001–004.
- Junaidi, F F. (2014). Analisis distribusi kecepatan aliran sungai musi (ruas jembatan ampera sampai dengan pulau kemaro). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 542–552.
- Junaidi, Fathona Fajri. (2014). (Ruas Jembatan Ampera Sampai Dengan Pulau Kemaro). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3).

- Luhung, R. A., Mugisidi, D., Fikri, A., & Heriyani, O. (2019). Pengujian Kinerja Detridge Wheel sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air Head Sangat Rendah. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*, 3(2502), 44. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v3i0.2912>
- Mo, C., Énergie, N. D. E. L., Kim, Y. D., & Frei, C. (2015). *World Energy Resources: Charting the Upsurge in Hydropower Development* (p. 55).
- Muliawan, A., & Yani, A. (2017). Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.31958/js.v8i1.434>
- Nurjanah, R. A. D. (2014). *analisis tinggi dan panjang loncat air pada bangunan ukur berbentuk setengah lingkaran*. 2(3).
- Paish, O. (2002). Small hydro power: Technology and current status. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6(6), 537–556. [https://doi.org/10.1016/S1364-0321\(02\)00006-0](https://doi.org/10.1016/S1364-0321(02)00006-0)
- Paudel, S., & Saenger, N. (2016). Dethridge wheel for pico-scale hydropower generation: An experimental and numerical study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 49(10). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/49/10/102007>
- Paudel, S., Weber, M., Geyer, D., & Saenger, N. (2017). *Zuppinger Water Wheel for Very Low-Head Hydropower Application*. July, 25–34. <https://doi.org/10.18690/978-961-286-055-4.3>
- Quaranta, E. (2018). Stream water wheels as renewable energy supply in flowing water: Theoretical considerations, performance assessment and design recommendations. *Energy for Sustainable Development*, 45, 96–109. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.05.002>
- Rauf, R. (2019). *Jurnal Teknik Hidro variasi debit pada tingkat aliran kritis dan super kritis ISSN : 1979 9764 Jurnal Teknik Hidro Debit yang mengalir pada*

suatu penampang terbuka diamati dibanding lebih mudah debit pada Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengar. 12(1), 25–33.

Roostrianawaty, N., Adha, R., Sipil, J. T., Malang, I. T. N., Tlogosari, J., & Malang, N. (n.d.). *Peningkatan Kinerja Sistem Drainase Perkotaan Nganjuk. 2.*

Subekti, R. A., & Susatyo, A. (2015). Pengujian prototipe turbin head sangat rendah pada suatu saluran aliran air. *Pusat Penelitian Tenaga Listrik Dan Mekatronik, LIPI, Bandung, 2.*

Sule, L., Arip, E., Mangkau, A., Sule, E. T., Uppun, F., Mesin, D. T., Teknik, F., Hasanuddin, U., & Gowa, K. (2018). *Kinerja Roda Air Sudu Lengkung Arus Bawah Untuk Pembangkit Listrik. 4(November), 449–460.*

Widodo, I. G., Sunarso, A., Agato, A., Sihombing, H., & Sulistiono, D. (2018). Pengaruh Kedalaman Pencelupan Sudu Kincir Terhadap Unjuk Kerja Kincir Air. *Jurnal Rekayasa Mesin, 13(2), 62.*
<https://doi.org/10.32497/rm.v13i2.1246>

Yani, A., Mihdar, M., & Erianto, R. (2017). Pengaruh Variasi Bentuk Sudu Terhadap Kinerja Turbin Air Kinetik (Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik Daerah Pedesaan). *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 5(1), 1–6.*
<https://doi.org/10.24127/trb.v5i1.113>