



PERANCANGAN TURBIN ARCHIMEDES KAPASITAS 700 WATT UNTUK ALIRAN SUNGAI DANGKAL

Zhilal Ihsan Ilahi¹, Reza Afriansyah², Angga Zuga Prasetyo³,
Fathan Mukhlis⁴, Choirul Anwar⁵

^{1, 2, 3, 4, 5}Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana, Jl. Cikopak No. 53, Purwakarta, Jawa Barat, 41151, Indonesia
Email: zhilal_ihsan@yahoo.com

Article History

Received: 13-02-2025

Revision: 21-02-2025

Accepted: 26-02-2025

Published: 28-02-2025

Abstract. Archimedes turbines are a renewable energy technology that utilizes the kinetic energy of water flows to generate electricity. This technology is suitable for use in locations with low water drop heights, where traditional turbine technology is less efficient. This research aims to design and calculate the main parameters of Archimedes turbines with high efficiency. The methods used include the collection of initial data such as discharge and water flow velocity, calculation analysis using gear ratios, and design simulations to validate the strength of the structure. Design parameters include turbine diameter of 0.276 meters, length of 1 meter, and tilt of 30°. The simulation results show that the turbine is able to operate at a speed of 113.88 rpm and produce 741.5 watts of electrical power with an efficiency of 85%. The main conclusion of the study is that Archimedes turbines have great potential as a renewable energy solution for areas with high water fall. Further implementation in the field is needed to validate these results and evaluate environmental impacts.

Keywords: Archimedes Turbine, Renewable Energy, Low Water Fall Height, Turbine Design, Turbine Efficiency

Abstrak. Turbin Archimedes merupakan teknologi energi terbarukan yang memanfaatkan energi kinetik aliran air untuk menghasilkan listrik. Teknologi ini cocok digunakan di lokasi dengan tinggi jatuh air rendah, di mana teknologi turbin tradisional kurang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menghitung parameter utama turbin Archimedes dengan efisiensi tinggi. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data awal seperti debit dan kecepatan aliran air, analisis perhitungan menggunakan rasio roda gigi, dan simulasi desain untuk memvalidasi kekuatan struktur. Parameter desain meliputi diameter turbin 0,276 meter, panjang 1 meter, dan kemiringan 30°. Hasil simulasi menunjukkan bahwa turbin mampu beroperasi pada kecepatan 113,88 rpm dan menghasilkan daya listrik 741,5 watt dengan efisiensi 85%. Kesimpulan utama dari penelitian ini adalah bahwa turbin Archimedes memiliki potensi besar sebagai solusi energi terbarukan untuk daerah dengan tinggi jatuh air rendah. Implementasi lebih lanjut di lapangan diperlukan untuk memvalidasi hasil ini dan mengevaluasi dampak lingkungan.

Kata Kunci: Turbin Archimedes, Energi Terbarukan, Ketinggian Jatuh Air Rendah, Desain Turbin, Efisiensi Turbin

How to Cite: Ilahi, Z. I., Afriansyah, R., Prasetyo, A. Z., Mukhlis, F., & Anwar, C. (2025). Perancangan Turbin Archimedes Kapasitas 700 Watt untuk Aliran Sungai Dangkal. *ELASTICITY: Journal of Applied Engineering Science*, 2 (1), 12-22.

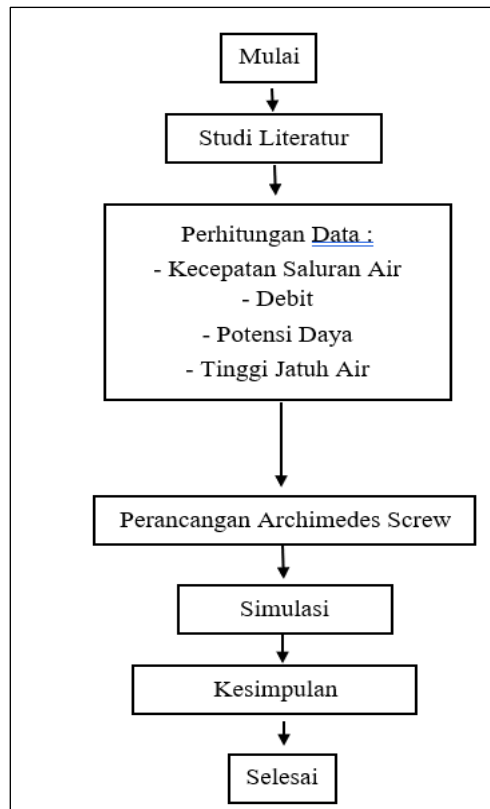
PENDAHULUAN

Turbin Archimedes atau Archimedes Screw adalah teknologi energi terbarukan yang memanfaatkan prinsip kerja ulir untuk mengubah energi kinetik air menjadi energi listrik. Teknologi ini awalnya digunakan pada zaman kuno sebagai alat pemompa air (Saputra et al., 2019). Namun, modifikasi pada tahun 2007 memungkinkan penggunaannya sebagai turbin yang menghasilkan listrik (Saputra et al., 2019; Harja et al., 2016). Turbin ini sangat cocok untuk lokasi dengan tinggi jatuh air rendah dan aliran air yang stabil (Fikri & Suryadimal, 2022). Turbin Archimedes memiliki efisiensi tinggi dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik, yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik menggunakan generator (Saputra et al., 2019). Prinsip kerja turbin ini yaitu aliran air memutar ulir turbin melalui gaya berat air dan perbedaan tekanan hidrostatik dalam *bucket* (Harja et al., 2016). Teknologi ini relevan dengan kebutuhan energi terbarukan di era modern, terutama untuk wilayah yang memiliki keterbatasan potensi energi air dengan tinggi jatuh air.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang turbin Archimedes kapasitas 700 Watt pada aliran sungai dangkal. Hal yang diperhatikan dalam perancangan antara lain dengan parameter perancangan, seperti efisiensi, dimensi, dan sudut kemiringan. Penelitian ini juga menyertakan simulasi dan analisis hasil perhitungan untuk menentukan performa turbin.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di bulan Desember 2024. Perhitungan dan perancangan Archimedes Screw dilakukan di Kampus. Untuk data awal perancangan berdasarkan studi literatur dan survey area aliran disekitar aliran sungai dekat sawah. Peralatan yang digunakan untuk menunjang penelitian yaitu bola ping-pong, benang nilon, meter roll dan stopwatch sebagai alat bantu pengumpulan data penelitian. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah literatur-literatur mengenai konsep Archimedes Screw dan *gearbox*. Serta contoh perhitungan yang digunakan untuk merancang dimensi dari Archimedes Screw yang akan dirancang.



Gambar 1. Diagram Alir

Prosedur penelitian dilakukan seperti pada Gambar 1 terlihat bahwa penelitian ini dilakukan dalam lima tahapan yaitu (1) melakukan studi literatur untuk mencari ide dan referensi terkait penelitian yang akan dibuat, (2) pengumpulan data awal penelitian yang meliputi tinggi jatuh air, debit dan kecepatan aliran, (3) melakukan perancangan Archimedes Screw, (4) mensimulasikan *desain* 3D Archimedes Screw yang telah dibuat menggunakan parameter-parameter yang tersedia, dan (5) memberikan kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan.

HASIL DAN DISKUSI

Data Kecepatan Saluran Air

Tabel 1. Pengukuran kecepatan air

Percobaan	1	2	3	4	5
Waktu	0,88	0,96	0,88	0,80	0,80
Jarak (m)	2				

$$t = \frac{t1+t2+t3+t4+t5}{\text{Banyak percobaan}} = \frac{4,48}{5} = 0,896 \text{ s}$$

$$V = \frac{S}{t} = \frac{2}{0,896} = 2,23 \text{ m/s}$$

Untuk perancangan dimensi turbin screw, terdapat parameter yang dianjurkan yaitu seperti pada tabel 2, yaitu

Tabel 2. Anjuran perancangan dimensi turbin screw

Jenis Turbin	Screw
Daya output	1-250 kW
Debit	100-5000 l/s
Slope	1-7,5 m
Sudut air	22-36°

Sumber: Havendri dan Irfan Arnif, 2010

Perhitungan Debit

Debit (Q_{masuk})

$$Q = v \times A$$

Dimana:

$$A = h_0 \times l$$

Sehingga:

$$Q = v \times h_0 \times l$$

$$Q = 2,23 \text{ m/s} \times 0,2 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$$

$$Q = 0,1784 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan Potensi Daya

$$P_{\text{air}} = \rho \times g \times h \times Q$$

$$P_{\text{air}} = 998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,5 \text{ m} \times 0,1784 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_{\text{air}} = 872,4 \text{ Watt}$$

Data Perancangan

Input awal dalam perhitungan dimensi Archimedes Screw adalah data debit (Q), kecepatan aliran (v), dan tinggi jatuh air (h). Data tersebut diperoleh dari observasi yang dilakukan penulis di daerah Purwakarta, Kecamatan Pondoksalam.

Tabel 3. Data awal rancangan

No.	Data Rancangan	Keterangan
1.	Tinggi jatuh air	0,5 m
2.	Kecepatan aliran air (v)	2,23 m/s
3.	Kedalaman <i>input</i> air (h_0)	0,2 m
4.	Lebar <i>input</i> air (l)	0,4 m

Perancangan Archimedes Screw

Dimensi screw dihitung berdasarkan daya turbin dan debit air yang telah direncanakan. Daya yang dihasilkan turbin bergantung dengan energi yang masuk ke turbin

$$P_{\text{air}} = \rho \times g \times h \times Q$$

$$P_{air} = 998 \frac{kg}{m^3} \times 9,8 \frac{m}{s^2} \times 0,5 m \times 0,1784 m^3/s$$

$$P_{air} = 872,4 \text{ Watt}$$

Tabel 4. Nilai konstanta ulir (Fikri & Suryadimal, 2022)

d/D	22°	
	1.0D	1.2D
0.4	0.35	0.378
0.5	0.34	0.38
0.6	0.315	0.351

Tabel 5. Nilai konstanta ulir (Fikri & Suryadimal, 2022)

d/D	26°		
	0.8D	1.0D	1.2D
0.4	0.285	0.317	0.323
0.5	0.281	0.317	0.343
0.6	-	0.3	0.327

Tabel 6. Nilai konstanta ulir (Fikri & Suryadimal, 2022)

d/D	30°	
	0.8D	1.0D
0.4	0.262	0.271
0.5	0.319	0.287
0.6	-	0.273

Tabel 7. Konstanta kecepatan putaran turbin (Fikri & Suryadimal, 2022)

Kecepatan	<i>Turbine Revolution per-Minute (Rpm)</i>
Lambat	20-23
Sedang	25-26
Cepat	29-31

Pada Tabel 7 dapat diketahui nilai konstanta dari diameter screw konstanta ulir dan putaran turbin yang dipilih adalah pada kategori cepat yaitu $n = 31 \text{ rpm}$.

$$D = \sqrt[3]{\frac{0,1784}{0,271 \times 31 \text{ rpm}}} = 0,276 \text{ m}$$

Diameter poros turbin dihitung dengan melakukan perbandingan antara diameter poros terhadap poros sudu yang telah ditentukan.

$$D = 0,276 \text{ m} \times 0,271 = 0,074 \text{ m}$$

Panjang turbin dihitung berdasarkan tinggi jatuh air 0,5 m dan kemiringan poros turbin terhadap bidang datar yang dipilih adalah 30°.

$$\sin a = \frac{H}{L} = \sin 30 = \frac{0,5 \text{ m}}{L}$$

$$L = \frac{0,5}{\sin 30} = 1 \text{ m}$$

Pitch pada turbin dirancang dengan mengambil sebuah ketetapan dari Rores yaitu sudut turbin $\leq 30^\circ$ jarak *pitch* = 1 D.

$$S = 1 \times 0,276 = 0,276 \text{ m}$$

Jumlah ulir dihitung dengan membagi panjang turbin dengan *pitch* turbin $S = 0,276$.

$$Z = \frac{1 \text{ m}}{0,276 \text{ m}} = 3,62 = 4 \text{ ulir}$$

Sudut ulir (a), menghitung kemiringan sudu-sudu turbin.

$$X = \frac{1}{4} \times 0,276 \text{ m} = 0,069 \text{ m}$$

$$\Delta h = X \sin 30 = 0,069 \times \sin 30 = 0,0345$$

$$a = \frac{0,276}{0,0345} = 8^\circ$$

Asumsi efisiensi 85 % :

$$P_{air} = p \times g \times h \times Q$$

$$P_{air} = 998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,5 \text{ m} \times 0,1784 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_{air} = 872,4 \text{ Watt}$$

Dengan asumsi 85 % maka:

$$\eta = \frac{P_{output}}{P_{input}}$$

$$85 \% = \frac{P_{output}}{872,4 \text{ watt}} \rightarrow P_{output}$$

$$85 \% = 872,4 \text{ Watt} \times 85$$

$$85 \% = 741,5 \text{ Watt}$$

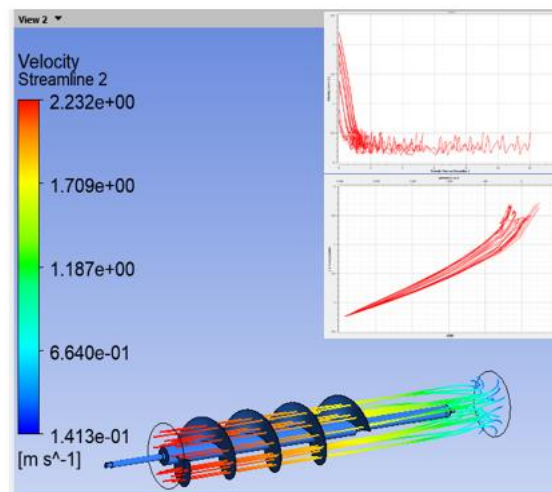
Dari data perhitungan diatas maka di dapat parameter perancangan sebagai berikut :

Tabel 8. Data hasil rancangan turbin

No	Data Rancangan	Keterangan
1.	Diameter turbin	276 mm
2.	Diameter poros	74 mm
3.	Panjang turbin	100 mm
4.	Jumlah ulir	4 ulir
5.	Sudut ulir	30°
6.	<i>Pitch</i>	0,25 m

7.	Kapasitas generator	900 Watt
8.	<i>Gear</i> besar	28 Teeth
9.	<i>Gear</i> kecil	12 Teeth
10.	Material ulir	Baja
11.	Efisiensi <i>plan</i>	85%
12.	Daya hidrolis	872,4 Watt
13.	Daya turbin	741,5 Watt

Perhitungan *Pressure* Dari Data Simulasi



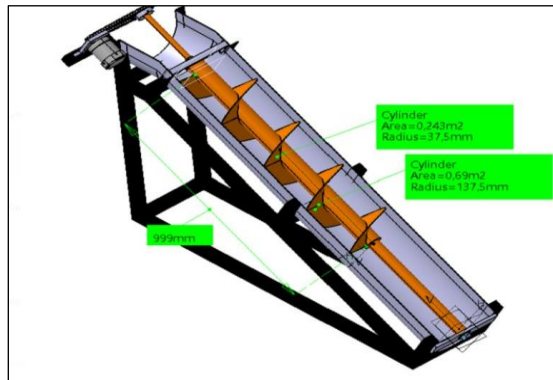
Gambar 2. Simulasi

Dari data simulasi didapat penurunan kecepatan pada turbin Archimedes dari 2,23 m/s ke 1,9 m/s. Kemudian dari data sebelumnya dapat dihitung *pressure* yang terjadi ditambah dengan peningkatan dari grafik.

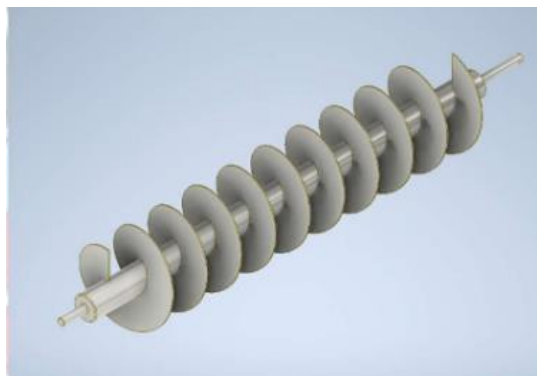
$$\begin{aligned}
 P &= p \cdot g \cdot h \\
 P &= 998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,5 \text{ m} \\
 P &= 4890,2 \text{ Pa} + 500 \text{ Pa} \\
 P &= 5390,2 \text{ Pa}
 \end{aligned}$$

Ilustrasi Perancangan Turbin

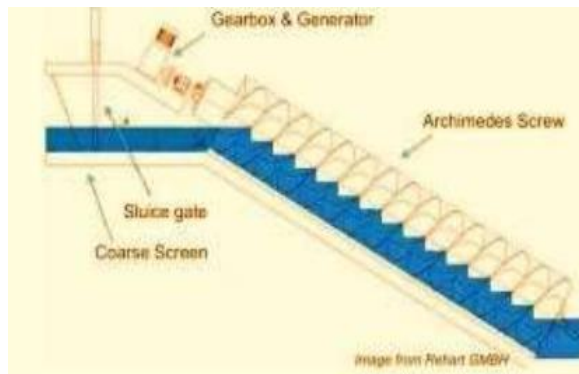
Archimedes



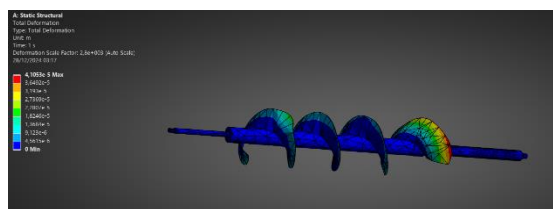
Gambar 3. Ilustrasi turbin sesuai dengan perhitungan



Gambar 4. Ulir Archimedes



Gambar 5. Skematik turbin archimedes



Gambar 6. Ilustrasi turbin archimedes

Adapun deformasi yang terjadi adalah maksimal $4,1 \times 10^{-5}m$ atau $4,1 \times 10^{-2} mm = 0,041 mm$, sehingga konstruksi aman dengan *safety factor* adalah:

$$sf = \frac{\sigma_b \text{ izin}}{\sigma_b \text{ max}} = \frac{2,5 \times 10^8}{4,04 \times 10^6} = 56$$

Tabel 9. Dari data diketahui parameter yang di dapat

No.	Data Rancangan	Keterangan
1.	Tekanan	5390,2 Pa
2.	Diameter turbin	0,276 m
3.	Efisiensi turbin	85 %
4.	Debit air	$0,1784 m^3/s$
5.	Sudut	8°
6.	Kecepatan terendah	1,9 m/s

Maka RPM dapat diketahui, yaitu:

$$Vr \cos 30 = \omega R$$

$$1,9 \text{ m/s} \cos 30 = \omega 0,138 \text{ m}$$

$$\omega = 11,92 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

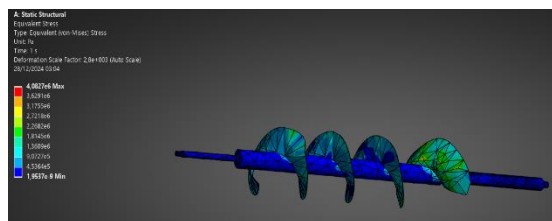
Sehingga:

$$RPM = \omega \times \frac{60}{2\pi}$$

$$RPM = 11,92 \times \frac{60}{2 \times 3,14} = 113,88 \text{ rpm}$$

Berdasarkan data perhitungan di dapat putaran turbin berada pada kecepatan 113,88 rpm, dengan rasio kecepatan yang sudah ditentukan melalui rasio *gear* 1:2,3 maka di dapat rpm pada generator adalah 261,9 rpm.

Simulasi Struktural Statis



Gambar 7. Simulasi struktural statis

Item	Category	Value	Units	Min	Max
1	Material Poisson's Ratio	0,3			
2	Material Poisson's Ratio	0,3			
3	Density	7850	kg/m ³		
4	Support: Fixed Support				
5	Support: Fixed Support				
6	Support: Fixed Support				
7	Support: Fixed Support				
8	Support: Fixed Support				
9	Support: Fixed Support				
10	Support: Fixed Support				
11	Support: Fixed Support				
12	Support: Fixed Support				
13	Support: Fixed Support				
14	Support: Fixed Support				
15	Support: Fixed Support				
16	Support: Fixed Support				
17	Support: Fixed Support				

Gambar 8. Simulasi struktural statis

Dari data analisis struktural statis dengan menggunakan material baja, dimana kekuatan tarik yang ada pada $2,5 \times 10^8$ Pa dan tegangan yang terjadi akibat tekanan dari air $\sigma_b \text{ max} = 4,04 \times 10^6$, maka konstruksi masih aman dengan menggunakan material baja.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian tentang perancangan Archimedes Screw menggunakan *chain sprocket* dengan rasio 28:12 untuk pembangkitan listrik, diperoleh *desain* turbin dengan diameter 0,276 meter, panjang 1 meter, sudut kemiringan 30° , dan jumlah ulir sebanyak empat. Turbin ini mampu menghasilkan kecepatan putaran sebesar 113,88 rpm dengan laju aliran rata-rata 1,9 m/s, menghasilkan daya keluaran sebesar 741,5 Watt dan mencapai efisiensi 85%.. Turbin ini menawarkan solusi energi terbarukan yang efisien dan dapat diimplementasikan di daerah dengan keterbatasan potensi energi air, khususnya aliran sungai dangkal

REKOMENDASI

Penelitian ini sebaiknya dilengkapi dengan visualisasi teknis, seperti ilustrasi desain Archimedes Screw dengan *chain sprocket* rasio 28:12, supaya pembaca lebih mudah memahami konsep perancangan. Selain itu, analisis mengenai dampak lingkungan, terutama pada ekosistem air, akan menambah nilai keberlanjutan dari penelitian ini. Hasil penelitian juga bisa dibandingkan dengan studi lain yang menggunakan metode serupa untuk memberikan validasi tambahan. Uji coba langsung di lapangan pada prototipe sangat disarankan agar performa desain dapat dipastikan sesuai dengan kondisi nyata, termasuk pengukuran efisiensi dan daya pada berbagai skenario lingkungan. Rekomendasi untuk penelitian meliputi pengujian lapangan guna memvalidasi performa turbin serta analisis dampak lingkungan yang lebih mendalam

REFERENSI

- Akbar, D. J., dkk. (2024). Teknik, J., Fakultas, M., Universitas, T., & Ratulangi, S. (n.d.). *Perancangan Turbin Air Archimedes Screw Dan Gearbox Untuk Pembangkitan Energi Listrik Jurnal Tekno Mesin / Volume 10 Nomor 1. 10*, 90–96.
- Fikri, I. A., dan Suryadimal. (2022). Rancang Bangun Turbin Ulir Archimedes untuk Pembangkit Listrik Head Rendah. Padang.
- Harja, H. B., dkk. (2016). Penentuan Dimensi Sudu Turbin dan Sudut Kemiringan Poros Turbin pada Turbin Ular Archimedes. *Metal Indonesia*, 36(1), 26-33.
- Havendri, A. dan Arnif, I. 2010. Kaji Eksperimental Penentuan Sudut Ulir Optimum pada Turbin Ulir untuk Data Perancangan Turbin Ulir pada PLTMH dengan Head Rendah, Prosiding SNTM IX, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin ke-19, 13-15 Oktober 2010, Palembang, Indonesia

- Naja, A. D., (2021). Analisis Performa Turbin Air Tipe Ulir (Archimedes Screw) Dengan Variasi Sudut Kemiringan. Jember.
- Rorres, C. (2000). The turn of the screw: Optimal design of an Archimedes screw. *Journal of hydraulic engineering*, 126(1), 72-80.
- Saputra, M. A. T., dkk. (2019). Eksperimental Pengaruh Variasi Sudut Ulir Pada Turbin Ulir (Archimedean Screw) Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Dengan Head Rendah. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18(1), 83.