



Pengaruh Jumlah Ulir Pada Prototipe Turbin Archimedes Screw Untuk Pembangkit Energi Hijau dan Terbarukan

The Influence of the Number of Threads on the Archimedes Screw Turbine Prototype for Green and Renewable Energy Generation

Eva Kurnia Yulyawan¹, Indro Wicaksono², Indah Noor Dwi Kusuma Dewi³, Ahlan⁴, Wahyu Nur Achmadin⁵

^{1,2}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga

^{3,4}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga

⁵Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Argopuro jember

*Corresponding Author : evak@upm.ac.id

Abstract

Energy needs in Indonesia are currently still dominated by energy based on fossil fuels, such as oil and coal. The disadvantage of fossil fuels is that they are not environmentally friendly. Water is an alternative energy source that can replace fossil-based energy sources and is a renewable energy. The Archimedes Screw turbine is a turbine suitable for use in Indonesia which has a low head river flow. This research uses an experimental method, namely designing and manufacturing an Archimedes Screw turbine. The results of the 180 minute test of the three Archimedes screw turbine models, namely threads screw type 1 produces a voltage of 2.83 volts, screw type 2 produces a voltage of 3.16 volts and screw type 3 produces a voltage of 2.49 volts. Thread type 2 which can produce a greater voltage for 180 minutes, which is 3.16 volts.

Keywords: Archimedes Screw, Renewable Energy, Threads Screw.

Abstrak

Kebutuhan energi di Indonesia saat ini masih didominasi oleh energi yang berbasis bahan bakar fosil, seperti minyak bumi dan batu bara. Kerugian dari bahan bakar fosil adalah sifatnya yang tidak ramah lingkungan. Air adalah sumber energi alternatif yang dapat menggantikan sumber energi berbasis fosil dan merupakan energi terbarukan. Turbin Archimedes Screw merupakan turbin yang cocok digunakan di Indonesia yang mempunyai aliran sungai dengan head rendah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu merancang dan membuat turbin Archimedes Screw. Hasil pengujian selama 180 menit dari ketiga model turbin Archimedes screw, yaitu tipe ulir 1 menghasilkan tegangan 2,83 volt, tipe ulir 2 menghasilkan tegangan 3,16 volt dan tipe ulir 3 menghasilkan tegangan 2,49 volt. Tipe ulir 2 yang bisa menghasilkan tegangan lebih besar selama 180 menit yaitu 3,16 volt.

Kata kunci: Archimedes Screw, Renewable Energy, Sekrup Ulir.

1. Pendahuluan

Archimedes Screw adalah jenis ulir yang telah dikenal sejak zaman kuno dan telah ditemukan dan diterapkan sebagai pompa, dimana pada konstruksinya terdiri dari satu atau beberapa sudu berbentuk heliks yang terpasang pada poros dan berfungsi sebagai timba bergerak membawa air ke atas[1]. Kemudian seiring dengan kebutuhan pemanfaatan sumber potensi energi air dengan head rendah, penggunaan ulir archimedes diterapkan sebagai turbin air. Tekanan air yang melalui turbin tidak merusak makhluk yang hidup yang ada di air seperti ikan dan minim perawatan karena tidak memerlukan jaring-jaring halus sebagai pencegah masuknya puing-puing ke dalam turbin. Jadi Archimedes Screw ulir merupakan pembalikan dari fungsi pompa ulir itu sendiri[2].

Pengaruh jumlah ulir pada model turbin archimedes screw ini akan dibandingkan dengan model turbin prototipe lain dengan dimensi dan fungsi yang equivalent. Penelitian untuk prototipe model turbin sebelumnya ditulis oleh Hadiyanto dan Bakri (2013), Rancang Bangun Prototipe Portable Mikro Hidro Menggunakan Turbin Tipe Cross Flow. Menggunakan metode penelitian dan pengembangan, prototipe portable mikro hidro menggunakan tipe cross flow yang dibuat menghasilkan arus maksimum dengan resistor 330 ohm pada setiap ketinggian 60 cm, 80 cm dan 100 cm adalah 42.2 mA, 76.9 mA, 114.7 mA. Sedangkan untuk tegangan maksimum pada ketinggian 60 cm, 80 cm, dan 100 cm adalah 3.51 V, 4.70 V, 5.94 V. Efisiensi tertinggi diperoleh pada saat ketinggian pipa 100 cm dengan besar efisiensi 5.24 % [3]. Berdasarkan hasil yang diperoleh membuktikan bahwa semakin tinggi jatuhnya air, maka akan meningkatkan nilai efisiensi. Rendahnya nilai efisiensi disebabkan oleh penggunaan generator bekas dan pembuatan turbin yang belum presisi.

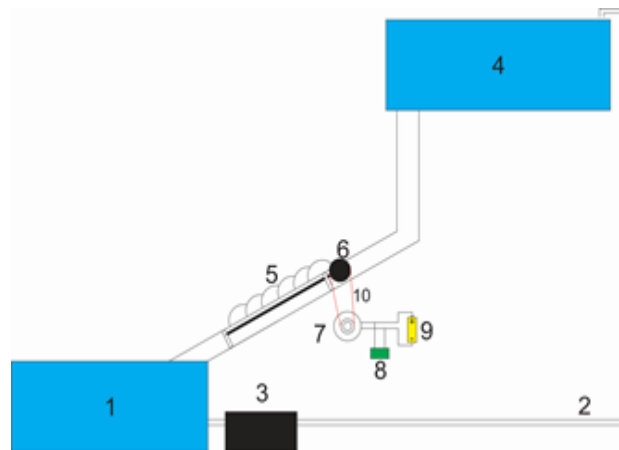
Muliadi dan Rahayu (2016), Rancang Bangun Turbin Ulir Very Low Head Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Metode penelitian yang digunakan adalah rancangan penelitian meliputi : studi literatur,

survei potensi, perancangan turbin, pengujian turbin dan pengambilan data untuk mendapatkan debit optimal, kecepatan aliran, putaran turbin, torsi yang dihasilkan, berarnya efisiensi turbin dari potensi yang tersedia dan daya potensi terbangkitkan. Hasil dari penelitian ini mengenai karakteristik turbin ulir hasil desain meliputi : a) nilai putaran maksimum 769 (rpm), dengan torsi maksimum 0.9 (kg/cm²), daya mekanik terbangkitkan sebesar 72 (watt) dengan debit 25 liter/detik pada head 2.64 meter, efisiensi turbin ulir prototipe ini sebesar 11.42% termasuk rendah karena debit desain sebesar 500 liter/detik dan debit pengujian yang digunakan 25 liter/detik[4].

Nugroho, et.al (2013) Pengujian Prototipe Model Turbin Air Sederhana Dalam Proses Charging 4 Buah Baterai 1.2 Volt Yang Disusun Seri Pada Sistem Pembangkit Listrik Alternatif Tenaga Air. Metode yang digunakan adalah pembuatan rancang bangun prototipe model-model turbin. Hasil yang didapat dari penelitian ini alat turbin model 1 (blower crossflow), model turbin 2 (kincir dengan sudut datar), model turbin 3 (kincir dengan sudut lengkung. Ketiga model turbin dibuat dengan dimensi yang sama, yaitu diameter 82 mm, lebar 96 mm, panjang poros 20.5 cm, serta massa sekitar 205 gr. Bahan yang digunakan merupakan bahan sederhana yaitu pipa PVC. Dari simulasi dari dengan model 3 turbin yang paling baik dalam menghasilkan listrik adalah turbin model 3 diikuti berturut-turut oleh turbin model 1 dan turbin model 2. Dalam waktu 3 jam, sistem dengan model turbin model 3 dapat mengisi tegangan pada baterai hingga 0.64 Volt, model turbin 1 hingga 0.50 Volt, dan model turbin 2 hingga 0.44 Volt[5].

2. Metodologi

Metode penelitian yang dilakukan adalah metode uji eksperimen dengan merancang dan membuat prototipe turbin Archimedes screw. Dua macam jenis tipe turbin archimedes screw yang bisa digunakan pada penelitian ini yaitu tipe steel through dan tipe closed compact installation. Pemilihan uji eksperimental menggunakan turbin Archimedes Screw type steel through dengan pertimbangan karena turbin ini mempunyai kelebihan diantaranya seperti perencanaan dan pembuatan yang lebih fleksible, memiliki performance yang baik untuk dikembangkan pada aliran sungai yang mempunyai head rendah dan tidak memerlukan sistem kontrol yang rumit.



Gambar 2. Rancangan turbin Archimedes screw.

Keterangan :

1. Bak penampung 1
2. Pipa air
3. Mesin pompa air
4. Bak penampung 2
5. Turbin Archimedes Screw
6. Pully
7. Generator
8. Baterai
9. V belt

- Perancangan ulir pada turbin

- a. Turbin ulir tipe 1

Spesifikasi turbin bentuk ulir tipe 1 dengan panjang 33 cm, jarak antar ulir 3 cm, diameter luar keseluruhan 11 cm dan diameter pipa 4 cm

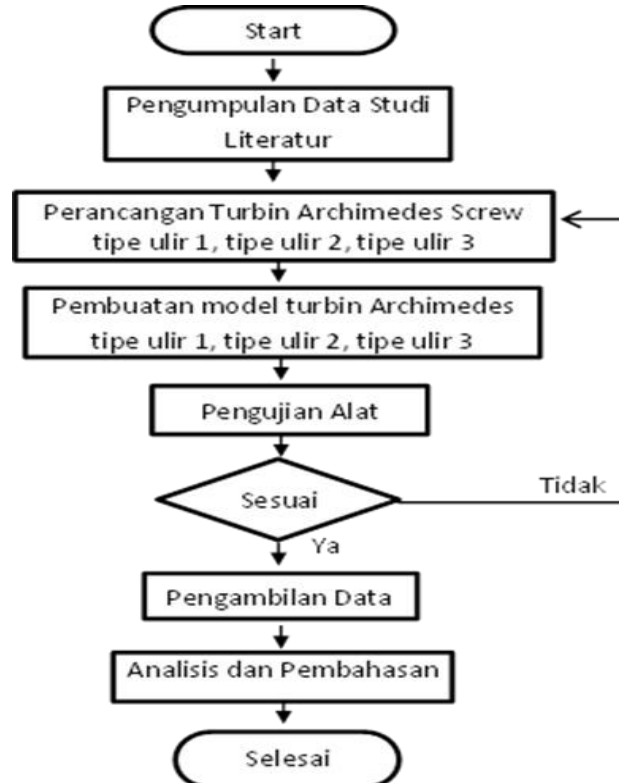
- b. Turbin ulir tipe 2

Spesifikasi turbin bentuk ulir tipe 2 dengan panjang 33 cm, jarak antar ulir 5 cm, diameter luar keseluruhan 11 cm dan diameter pipa 4 cm.

c. Turbin ulir tipe 3

Spesifikasi turbin bentuk ulir tipe 3 dengan panjang 33 cm, jarak antar ulir 7 cm, diameter luar keseluruhan 11 cm dan diameter pipa 4 cm.

Metode tampung digunakan untuk mengetahui debit air pada sistem pembangkit listrik tenaga air ini, yaitu pengambilan rata-rata kecepatan dalam mengisi botol berkapasitas 1 liter. Flowchart Penelitian



Gambar 3. Flowchart

3. Hasil dan Pembahasan

- Pengujian Turbin Ulir

Setelah pembuatan ulir selesai selanjutnya dilakukan pengujian ulir dengan mengalir masing-masing turbin ulir dengan debit air 0,5 liter perdetik.

1. Turbin Ulir Tipe 1

Turbin Ulir tipe 1 mempunyai panjang 33 cm, mempunyai diameter luar 11 cm, diameter poros 4 cm dan terdapat 8 ulir. Ketika dialiri air dengan debit 0,5 liter/detik turbin ulir tipe 1 bisa berputar sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 4. Turbin Ulir Tipe 1

2. TurbinUlirTipe 2

TurbinUlirtipe 2 mempunyaipanjang 33 cm, mempunyai diameter luar 11 cm, diameter poros 4 cm dan terdapat 5 ulir. Ketikadialiri air dengan debit 0.5 liter/detikturbinulirtipe 2 bisaberputarlebihcepatdariTurbinUlirtipe 1.



Gambar 5. Turbin Ulir Tipe 2

3. TurbinUlirTipe 3

TurbinUlirtipe 2 mempunyaipanjang 33 cm, mempunyai diameter luar 11 cm, diameter poros 4 cm dan terdapat 4 ulir. Ketikadialiri air dengan debit 0.5 liter/detikturbinulirtipe 3 bisaberputarlebihcepatdariTurbinUlirtipe 1 tetapilebihlambatdariturbinulirtipe 2.



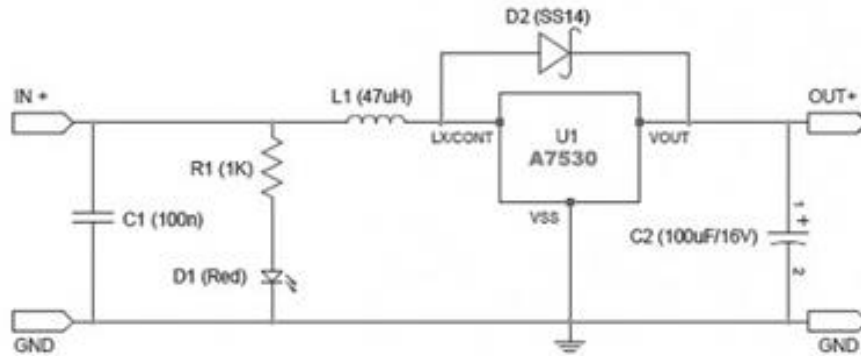
Gambar 6. Turbin Ulir Tipe 3

- Pengukuran Debit Air

Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi botol berkapasitas 1 liter sampai penuh membutuhkan waktu 2,02 detik. Jadi debit air dalam sistem pembangkit listrik tenaga air ini 0,5 liter/detik.

- Pengujian Alat

Pengujian alat ini dipadukan dengan rangkaian charger.



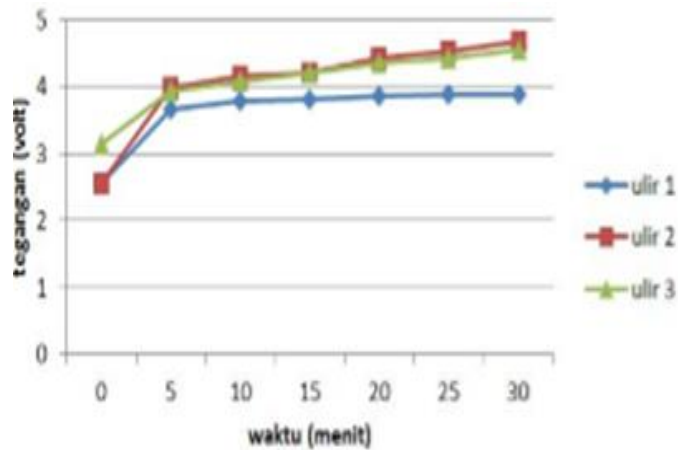
Gambar 7. Gambar rangkaian charger

Tabel 1. Pengukuran Tegangan dan Arus

Tipe Ulir	Arus Generator	Tegangan Generator	Arus Charger	Tegangan Setelah Charger	Tegangan Generator Ketika Ada Beban
Ulir 1	0.05 mA	1.55 v	0.01 mA	1.97 v	1.54 v
Ulir 2	0.82 mA	2.55 v	18 mA	4.98 v	0.37 v
Ulir 3	0.37 mA	2.10 v	11 mA	5.12 v	1.10 v

Tabel 2. Pengujian Alat proses mengisi baterai

t (menit)	Model Ulir 1 Tegangan Baterai	Model Ulir 2 Tegangan Baterai	Model Ulir 3 Tegangan Baterai
0	2.56	2.55	3.14
5	3.66	3.98	3.92
15	3.78	4.16	4.08
20	3.83	4.20	4.21
25	3.86	4.42	4.34
30	3.88	4.53	4.43



Gambar 8. Grafik Pengisian pada baterai

Pada grafik dapat terlihat bahwa turbin ulir tipe 2 adalah model turbin paling banyak dalam menghasilkan listrik yang selanjutnya disimpan pada baterai, diikuti model turbin ulir tipe 3 dan model turbin ulir tipe 1. Daya output menggunakan model turbin ulir 2 lebih tinggi daripada model turbin lainnya. Hal ini terjadi karena ulir pada turbin ulir 2 lebih banyak ulirnya dari model turbin ulir 3 dan bak tampung air lebih besar model turbin ulir 1 sehingga lebih banyak air yang mengisi masing-masing ulir yang mendorong poros turbin sehingga putaran turbin ulir lebih cepat saat proses mengisi baterai.

- Analisa Data dari Hasil Pengukuran

Dari sistem simulasi yang dilakukan dari ketiga model turbin ulir dalam menghasilkan energi listrik adalah turbin ulir tipe 2, dimana turbin ulir tipe 2 dapat mengisi tegangan pada baterai hingga 2,13 volt selama 30 menit. Apabila dibandingkan dengan penelitian terdahulu, yaitu model turbin 3 (kincir dengan sudu lengkung) dapat mengisi tegangan pada baterai hingga 0,11 volt selama 30 menit. Dari hasil pengamatan diatas ternyata turbin ulir lebih banyak menghasilkan tegangan untuk mengisi baterai dengan waktu yang lebih sedikit.

Daya yang dihasilkan jatuhnya air keturbin dapat dihitung dengan rumus :

$$P = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h$$

Dimana :

P = daya (watt)

Q = debit air (m³/detik)

g = gaya gravitasi (9,81 m/dt²)

h = ketinggian air (m)

ρ = massa jenis air (kg/m³)

Dari rumus diatas energi yang dihasilkan dari prototipe pembangkit listrik tenaga air ini adalah :

$$P = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h$$

$$= 0.0005 \times 0.5 \times 9.81 \times 0.9$$

$$= 0.00221 \text{ watt}$$

$$= 2.21 \times 10^{-3} \text{ watt}$$

Daya yang dihasilkan generator yang paling besar adalah turbin ulir tipe 2 dengan tegangan 2.55 volt dan arusnya 0.82 mA. Jadi daya generator dapat dihitung dengan rumus :

$$P = V \cdot I$$

Dimana :

P = daya (watt)

V = tegangan (volt)

I = arus (ampere)

Dari rumus diatas energi yang dihasilkan dari generator adalah :

$$P = 2.55 \text{ volt} \times 0.00082 \text{ ampere}$$

$$= 0.00209 \text{ watt}$$

$$= 2.09 \times 10^{-3} \text{ watt}$$

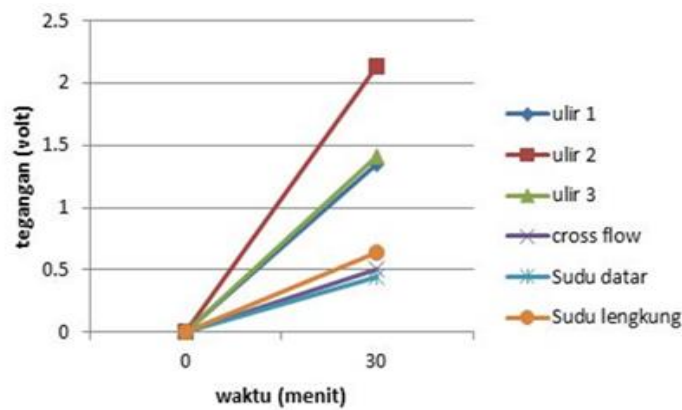
Sedangkan untuk daya yang dihasilkan generator setelah rangkaian charger untuk turbin ulir tipe 2 dengan tegangan 4.98 volt dan arusnya 18 mA. Jika dihitung dengan rumus maka daya yang dihasilkan adalah

$$\begin{aligned}
 P &= 4.98 \text{ volt} \times 0.018 \text{ ampere} \\
 &= 0.0896 \text{ watt} \\
 &= 8.96 \times 10^{-2} \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Perbandingan Perhitungan Daya Tegangan Antara Turbin Ulir Dengan Turbin Yang Sudah Diteliti (turbin cross flow, turbin sudu datar, turbin sudu lengkung).

Tabel 3. Perbandingan hasil pengujian dalam mengisi baterai

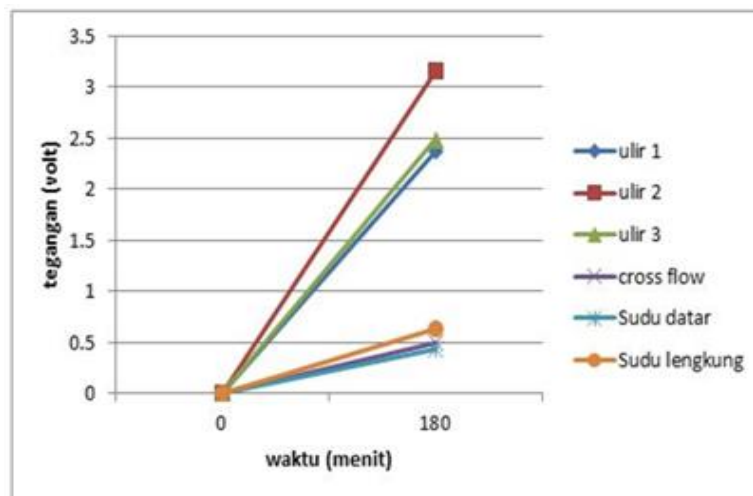
t (menit)	Penelitian Tedahulu			Archimedes Screw		
	Cross Flow	Sudu Datar	Sudu Lengkung	Ulir Tipe 1	Ulir Tipe 2	Ulir Tipe 3
0-30	0.083 Volt	0.073 Volt	0.106 Volt	1.35 Volt	2.13 Volt	1.41 Volt



Gambar 9. Grafik perbandingan pengisian baterai

Tabel 4. Perbandingan hasil pengujian dalam mengisi baterai selama 180 menit

t (menit)	Penelitian Tedahulu			Archimedes Screw		
	Cross Flow	Sudu Datar	Sudu Lengkung	Ulir Tipe 1	Ulir Tipe 2	Ulir Tipe 3
0-180	0.5 Volt	0.44 Volt	0.64 Volt	2.83 Volt	3.16 Volt	2.49 Volt



Gambar 10. Grafik perbandingan pengisian baterai selama 180 menit

- Perbandingan perhitungan daya yang dihasilkan masing-masing turbin Archimedes screw sebagai berikut :
 - a. Daya generator

1. TurbinUlirtipe 1

Daya yang dihasilkanturbinulirtipe 1 dapatdihitungdenganrumus :

$$P = V \cdot I$$

$$= 1,55 \text{ volt} \times 0,00005 \text{ ampere}$$

$$= 0,0000775 \text{ watt}$$

$$= 7,775 \times 10^{-5} \text{ watt}$$

2. TurbinUlirtipe 2

Daya yang dihasilkanturbinulirtipe 1 dapatdihitungdenganrumus :

$$P = V \cdot I$$

$$= 2,55 \text{ volt} \times 0,00082 \text{ ampere}$$

$$= 0,00209 \text{ watt}$$

$$= 2,09 \times 10^{-3} \text{ watt}$$

3. TurbinUlirtipe 3

Daya yang dihasilkanturbinulirtipe 1 dapatdihitungdenganrumus :

$$P = V \cdot I$$

$$= 2,10 \text{ volt} \times 0,00037$$

$$= 0,000777 \text{ watt}$$

$$= 7,77 \times 10^{-4} \text{ watt}$$

b. Dayasetelahcharger

1. TurbinUlirtipe 1

Daya yang dihasilkanturbinulirtipe 1 dapatdihitungdenganrumus :

$$P = V \cdot I$$

$$= 1,97 \text{ volt} \times 0,00001 \text{ ampere}$$

$$= 0,0000197 \text{ watt}$$

$$= 1,97 \times 10^{-5} \text{ watt}$$

2. TurbinUlirtipe 2

Daya yang dihasilkanturbinulirtipe 1 dapatdihitungdenganrumus :

$$P = V \cdot I$$

$$= 4,98 \text{ volt} \times 0,018 \text{ ampere}$$

$$= 0,0896 \text{ watt}$$

$$= 8,96 \times 10^{-2} \text{ watt}$$

3. TurbinUlirtipe 3

Daya yang dihasilkanturbinulirtipe 1 dapatdihitungdenganrumus :

$$P = V \cdot I$$

$$= 5,12 \text{ volt} \times 0,011 \text{ ampere}$$

$$= 0,0563 \text{ watt}$$

$$= 5,63 \times 10^{-2} \text{ watt}$$

4. Kesimpulan

Dari pengujian prototipe yang dirancang menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian selama 180 menit dari ketiga model turbin Archimedes screw, yaitu tipe ulir 1 menghasilkan tegangan 2,83 volt, tipe ulir 2 menghasilkan tegangan 3,16 volt dan tipe ulir 3 menghasilkan tegangan 2,49 volt, tipe ulir 2 yang bisa menghasilkan tegangan lebih besar selama 180 menit yaitu 3,16 volt.
2. Turbin ulir tipe1 terpasang 8 ulir, turbin ulir tipe 2 terpasang 5 ulir dan turbin ulir tipe 3 terpasang 4 ulir. Dari ketiga turbin ulir, ulir tipe 2 paling cepat berputar dilihat dari tegangan yang dihasilkan disusul turbin ulir tipe 3 dan turbin ulir tipe 1.
3. Dibandingkan dengan penelitian terdahulu menggunakan turbin model turbin 3 (kincir dengan sudu lengkung) dapat mengisi tegangan pada baterai hingga 0,64 volt selama 180 menit sedangkan untuk turbin ulir tipe 2 dapat mengisi tegangan pada baterai hingga 3,16 volt selama 180 menit, dengan bahan yang sama yaitu berbahan pvc dan ketinggian head yang sama yaitu 0,9 meter. Dari hasil pengamatan diatas ternyata turbin ulir lebih banyak menghasilkan tegangan untuk mengisi baterai.

Referensi

- [1] I. G. W. Putra, A. I. Weking, and L. Jasa, "Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 3, p. 385, 2018, doi: 10.24843/mite.2018.v17i03.p13.
- [2] Slameto, Budi Suharto, and Ervina Fitriana Becti, "Pembuatan Dan Pengujian Turbin Ulir Dua Sudu," *J. Tek. Energi*, vol. 6, no. 2, pp. 547–550, 2020, doi: 10.35313/energi.v6i2.1720.
- [3] R. Hadiyanto and F. Bakri, "Rancang Bangun Prototipe Portable Mikro Hydro Menggunakan Turbin Tipe Cross Flow," vol. 14, no. 1, pp. 14–19, 2013.
- [4] A. K. Krishnastana, L. Jasa, and A. I. Weking, "Studi Analisis Perubahan Debit dan Tekanan Air Pada Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 2, p. 257, 2018, doi: 10.24843/mite.2018.v17i02.p14.
- [5] F. Nugroho, I. Sugihartono, and A. S. Budi, "Pengujian Prototipe Model Turbin Air Sederhana Dalam Proses C harging 4 Buah Baterai 1 . 2 Volt Yang Disusun Seri Pada Sistem Pembangkit Listrik Alternatif Tenaga Air," *Semin. Nas. Fis.*, pp. 14–18, 2013.