

RANCANG BANGUN TURBIN ULIR ARCHIMEDESUNTUK PEMBANGKIT LISTRIK HEAD RENDAH

Ihsan Aftahul Fikri¹ dan Suryadimal²
Jurusan Teknik Mesin, Universitas Bung Hatta

Absrak

Dari banyak nya potensi sungai dengan head rendah di Indonesia ini yang belum banyak di mamfaatkan, maka timbul pemikiran bagaimana cara memamfaatkan sumber energi air tersebut, pada penelitian perancangan turbin ulir achimedes untuk pembangkit listrik head rendah dengan potensi air yang di survei sebesar 193 watt. pada tugas akhir ini merancang mengukkana metode phal and beitz dengn dengan variasi sudut ulir sebesar 22° dan 26 °.menghasilkan rancanagn dengan kemringan blade 22° dan kemiringan turbin 15°dengan daya 153 watt dan mendapatkan efisiensi sebesar 79%

Kata kunci : Perancangan Turbin Ulir, head rendah, dan kemiringan blade

Pendahuluan

Di Indonesia terdapat banyak potensi sumber energy air dengan head atau ketinggian sangat rendah yang belum banyak di gunakan sumber energinya di karenakan ketersediaan teknologi yang mampu memamfaatkannya. Oleh sebab itu diperlukan penelitian mengenai pemamfaatan potensi energi air yang sangat rendah, turbin Ulir Archimedes sangat cocok digunakan pada aliran air yang sangat rendah.

TINJAUAN PUSTAKA

Turbin ulir Archimedes

Turbin ulir Archimedes merupakan pembalikan fungsi dari pompa ulir yang di gunakan pada zaman romawi kuno. Dimana pada kontruksi turbin ini berbentuk heliks yang melkat pada poros yang berfungsi sebagai penggerak turbin yang mana pada heliks turbin di dorong oleh energy air dari atas ke bawah. Selain dikenal dengan turbin ulir,sesuai dengan konsep awalnya, turbin ini disebutjuga sekrup Archimedes (Archimedes screw).turbin ulir lebih cocok dipakai untuk head(head) rendah atau beda elevasi anatra hulu dan hilir aliran rendah bahkan nol.

Prinsip kerja turbin ulir Archimedes adalah;

- Air dari ujung atas mengalir keruangan diantara kisar sudu air (bucket)dan keluar pada bagian bawah

- Gaya berat air dan beda tekanan hidrostatik dalam satu bucket disepanjang rotor mendorong sudu ulir dan memutar rotor pada sumbunya dan
- Rotor turbin memutar generator listrik yang disambungkan dengan poros turbin

Kelebihan turbin Archimedes Screw

- Environment friendly
Archimedes screw turbin adalah salah satu turbin paling ramah lingkungan.dengan adanya waduk atau bendungan maka tidak ada kemungkinan banjir bandang didekat lokasi,dengan demikian, pemasangan Archimedes screw tidak akan mempengaruhi lingkungan sekitarnya.
- Fish friendliness
Jalur aman dari berbagai hewan air khususnya ikan dan kotoran yang membuat Archimedes screw turbin menjadi lebih serbaguna
- Easy set-up
Dapat dengan mudah dipasang dialiran air kecil,ini juga membutuhkan lebih sedikit biaya perawatan dan opsionla dan mudah dipasang karena tidak terlalu banyak bagian yang ada,sehingga mengurangi pekerjaan sipil.
- Longer durability
Daya tahan Archimedes scres turbin lebih tinggi,Archimedes screw turbin berkualitas baik memiliki umur desain 30 tahun.
- High efficiency
Efisiensi turbin maksimum dari Archimedes crew turbin adalah hingga 92% dengan laju

aliran 0,2-0,8 m³/detik dengan head dari 0,8 m hingga 10 m

Perhitungan perancangan

-Potensi air

1. Debit Aliran

$$Q = V.A$$

Untuk mendapatkan debit aliran maka perlu dilakukan pengambilan data kecepatan aliran dengan persamaan

$$v = l . t$$

Dimana v disimbolkan sebagai kecepatan aliran, untuk mendapatkan kecepatan aliran dengan cara mengalikan jarak pengujian kecepatan (L) dengan waktu (t).

2. Potensi Daya aliran

Setelah dii dapatkan debit aliran dan head maka dapat dilihat berpa potensi daya yang didapat pada aliran dalam satuan watt

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

Dimana potensi daya (P) adalah perkalian dari masajenis air (ρ) grafitasi (g) debit aliran (Q) dan heat (h)

-dimensi turbin ulir

Tabel 4.2 Konstanta Turbin Ulir

d/D	22°		26°			30°	
	1.0 D	1.2 D	0.8 D	1.0 D	1.2 D	0.8 D	1.0 D
0.3	0.331	0.335	0.274	0.287	0.286	0.286	0.245
0.4	0.35	0.378	0.285	0.317	0.323	0.262	0.271
0.5	0.34	0.38	0.281	0.317	0.343	0.319	0.287
0.6	0.315	0.351	-	0.3	0.327	-	0.273

(Saefudin et al., 2018)

Tabel 4.3 Konstanta kecepatan putaran turbin

Speed	Turbin revolution Per-minute (rpm)
Lambat	20-23
Sedang	25-26
Cepat	29-31

1.Diameter Turbin

$$D^3 = \frac{Q}{kn} \dots\dots\dots$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{kn}} \dots\dots\dots$$

2.Diameter Poros

$$\frac{d}{D} = 0,4 \text{ atau } d = 0,4 \times D ..$$

3.Panjang Turbin

$$\sin \beta = \frac{H}{L} \dots\dots$$

4.Picth turbin

Jika Sudut turbin $\leq 30^\circ$,maka S= 1,2 D

Jika sudut turbin = 30° ,maka S= 1,0 D

Jika sudut turbin $\geq 30^\circ$,maka S= 0,8 D

$$S = k \times D \dots\dots\dots$$

5.Jumlah Ulir

$$Z = \frac{L}{S} ..$$

6.Daya hidrolis dan Efisiensi Turbin

-Daya hidrolis

$$P = \rho \times g \times H \times Q \times \eta \dots\dots\dots$$

-Efisiensi Turbin

$$\eta = \left(\frac{2x a + 1}{2x a + 2} \right) \times \left(1 - \frac{0,01125 x D^2}{Q} \right)$$

$$a = \frac{h_0}{\Delta h} \dots\dots\dots$$

$$\Delta h = x \times \sin \beta .$$

$$x = \frac{1}{n} \times S \dots\dots\dots$$

METODE

Penentuan dimensi turbin ulir Archiimedes dan sudut kemiringan poros turbin dilakukan dengan urutan langkah-langkah berikut.

- Survei potensi sumber energi air
- Mengukur head dan debit sumber energi air
- Mengitung potensi daya yang dihasilkan sumber energi
- Merancang dimensi turbin ulir Archimedes
- Lanjut proses pembuatan turbin ulir..

HASIL DAN PEMBAHASAN

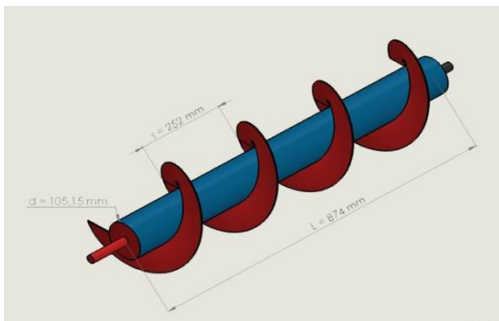
Setelah dilakukan perhitungan perancangan secara matematis dengan variasi perancangan berdasarkan sudut turbin $5^{\circ}, 10^{\circ}, 15^{\circ}$ dan 20° , variasi sudut ulir 22° dan 26° meendapatkan hasil perancangan dengan efisiensi tertinggi pada sudut ulir 22° dan sudut turbin 15° dengan efisiensi 79%. dapat dilihat pada tabel di bawah.

No	RPM	Sudut	Efisiensi Screw
1	23	Sudut Ulir 22 / Sudut Turbn 5	73 %
2		Sudut Ulir 26 / Sudut Turbn 5	70 %
3		Sudut Ulir 22 / Sudut Turbn 10	75 %
4		Sudut Ulir 26 / Sudut turbn 10	72 %
5		Sudut Ulir 22 / Sudut Turbn 15	75 %
6		Sudut Ulir 26 / Sudut Turbn 15	73 %
7		Sudut Ulir 22 / Sudut Turbn 20	72 %
8		Sudut Ulir 26 / Sudut Turbn 20	72 %
9		Sudut Ulir 22 / Sudut Turbn 5	75 %
10	26	Sudut Ulir 26 / Sudut Turbn 5	72 %
11		Sudut Ulir 22 / Sudut Turbn 10	76 %
12		Sudut Ulir 26 / Sudut Turbn 10	74 %
13		Sudut Ulir 22 / Sudut Turbn 15	76 %
14		Sudut Ulir 26 / Sudut Turbn 15	75 %
15		Sudut Ulir 22 / Sudut Turbn 20	74 %
16		Sudut Ulir 26 / Sudut turbn 20	74 %
17	31	Sudut Ulir 22 / Sudut Turbn 5	77 %
18		Sudut Ulir 26 / Sudut Turbn 5	75 %
19		Sudut Ulir 22 / Sudut Turbn 10	78 %
20		Sudut Ulir 26 / Sudut Turbn 10	77 %
21		Sudut Ulir 22 / Sudut Turbn 15	79 %
22		Sudut Ulir 26 / Sudut Turbn 15	77 %
23		Sudut Ulir 22 / Sudut Turbn 20	76 %
24		Sudut Ulir 26 / Sudut Turbn 20	77 %

-Data hasil rancangan

Tabel 4. 3 Data Hasil Rancangan

No	Data	Nilai
1	Sudut Turbin	15°
2	Sudut Ulir	22°
3	Kecepatan Putaran Turbin	31 RPM
4	Diameter Turbin	210,30 mm
5	Diameter Poros Turbin	105,15 mm
6	Panjang Turbin	874 mm
7	Picth Turbin	252 mm
8	Efisiensi Turbin	0,79040
9	Potensi Daya Sungai	193,87 watt
10	Daya Turbin Hasil Rancangan	153 watt



Proses pembuatan

1. Pembuatan Screw Turbin

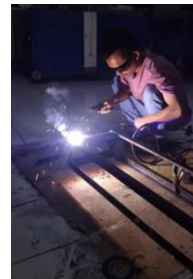
Dalam pembuatan Archimedes Crew, terdapat 3 tahapan yaitu, tahapan pertama adalah pembuatan poros utama, langkah kedua adalah pembuatan screw flight atau blade turbin dan langkah ketiga adalah

penarikan blade dan penyambungan dengan poros utama menggunakan las. Dibutuhkan keakuratan yang cukup tinggi pada tahapan ini dikarenakan komponen ini merupakan komponen utama pada turbin yang akan menerima hantaman air sehingga dapat berputar dan memutar generator listrik.



2. pembuatan Kerangka Turbin

Kerangka / Frame turbin ulir ini menggunakan Plat L atau lebih dikenal dengan besi siku dengan ukuran 30x30x3 mm dalam pembuatannya. Besi siku dipotong sesuai dengan ukuran yang direncanakan dan di lakukan juga pengeboran sesuai dengan titik yang direncanakan, dan Proses penyambungan menggunakan las listrik LAKONI 450 W.



3. Pembuatan housing

Housing atau rumah turbin dalam pembuatannya menggunakan material plat stainless stell dengan tebal 2 mm sehingga dapat di tekuk dengan mudah dan tidak memerlukan mesin roll bending



4. Tahap Perakitan

Tahap perakitan ini merupakan tahap penggabungan dari beberapa komponen atau part yang telah di sipakan sebelumnya. Dikarenakan turbin ini direncanakan untuk mudah dibongkar pasang maka penggabungan tiap komponen akan menggunakan baut dan mur. gambar di bawah menunjukkan turbin setelah dirakit.



KESIMPULAN

Dengan selesainya laporan tugas akhir dengan judul “ Rancang Bangun Turbin Ulir Archimedes pada Head Rendah” maka dapat disimpulkan spesifikasi hasil rancangan dengan potensi daya air dari hasil survey yaitu;

- Kecepatan aliran rata-rata 0,99 m/s
- Debit aliran 0,098 m³/s
- Potensi Daya air 193,86 watt

Dari hasil data survei dapat di lakukan perancangan dengan mendapatkan spesifikasi sebagai berikut;

- Sudut Kemiringan Turbin 15°
- Diameter Turbin 243 mm
- Panjang Turbin 772 mm
- Picth turbin 24,38 mm
- Daya hasil rancangan 153 watt
- Efisiensi daya 79 %

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Derajat, P., Daya, T., & Efisiensi, D. A. N. (n.d.). *Uji pengaruh variasi sudu turbin pada sudut kemiringan poros 15 derajat terhadap daya dan efisiensi turbin archimedes*.
- 2) Harja, H. B., Abdurrahim, H., Yoewono, S., & Riyanto, H. (2014). Turbin Pada Turbin Ulir Archimedes. *Issn*, 36(1), 2.
- 3) Havendri, A., & Lius, H. (2009). Perancangan dan realisasi model prototipe turbin air type screw (archimedes turbine) untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan head rendah di Indonesia. *TeknikA*, 31(2), 1–7.
- 4) Jabar, M. A., Golwa, G. V., Prasetyo, C. B., & Kusuma, T. I. (2020). *Analisis Efisiensi Keluaran Energi Listrik Prototipe Sistem Pembangkit Tenaga PicoHydro Menggunakan Jenis Turbin Archimedes-Screw*. 11(September), 36– 43.
- 5) Karim, M. W. N., Widyantono, M., Hermawan, A. C., & Haryudo, S. I. (2021). KAJIAN KEMIRINGAN BLADE DAN HEAD TURBIN ARCHIMEDES SCREW TERHADAP DAYA KELUARAN GENERATOR AC 1 PHASE 3 kW Muhammad Wildan Nur Karim Mahendra Widyantono , Aditya Chandra Hermawan , Subuh Isnur Haryudo Abstrak. *Teknik Elektro*, 10, 219–228.
- 7) Putra, I. G. W., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(3), 385. <https://doi.org/10.24843/mite.2018.v17i03.p13>
- 8) Saefudin, E., Kristiyadi, T., Rifki, M., & Arifin, S. (2017). *Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan*. 1(3), 233–244.
- 9) Saefudin, E., Kristiyadi, T., Rifki, M., & Arifin, S. (2018). Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 1(3), 233–244. <https://doi.org/10.26760/jrh.v1i3.1775>
- 10) Saputra, A. T., Weking, A. I., & Artawijaya, I. W. (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. <https://doi.org/10.24843/mite.2019.v18i01.p12>
- 11) Yandra, F. E., & Djufri, S. U. (2020). Studi Awal Pemanfaatan Turbin Screw pada Aliran Sungai Kecil di Kota Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPKA)*, 2(2), 29. <https://doi.org/10.33087/jepca.v2i2.28>