



Efisiensi Daya Pada Turbin Screw dengan 3 Lilitan Terhadap Jarak Pitch

Nur Khamdi¹⁾, Amnur Akhyan²⁾

1) Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru 28265, email: khamdi@pcr.ac.id

2) Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru 28265, email: akhyan@pcr.ac.id

Abstrak

Energi air adalah salah satu jenis energi terbarukan, yang dapat diartikan sebagai energi yang dibangkitkan dari energi potensial atau energi kinetik air. Sementara aliran perairan yang rendah sangat sulit untuk memutar kincir air sebagai pemutar turbin. Maka dari itu untuk mengubah aliran air yang rendah menjadi sumber energi listrik dapat menggunakan turbin screw sebagai pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Dimensi turbin screw yang di buat menggunakan plat 3 mm, diameter poros screw 20 cm (R_i) dan diameter screw 40 cm atau diameter luar (R_0). Dan turbin screw yang di uji sebanyak 3 turbin screw dengan perbedaan pitch. Jarak pitch yang digunakan adalah $1,6 R_0$, $2 R_0$ dan $2,4 R_0$. Sudut kemiringan turbin terhadap aliran debit air atau horisontal sebesar 35° . Sistem pengujiannya melalui aliran air dengan debit tertentu terhadap turbin screw, kemudian mencari torsi turbin screw dengan cara mencari daya atau energi untuk menghentikan turbin tersebut dengan menggunakan beban (neraca pegas). Pada penelitian ini menghasilkan efisiensi daya untuk masing – masing turbin dengan jarak antar pitch berbeda yaitu efisiensi daya untuk turbin screw dengan pitch $2,4 R_0$ adalah 55,63%, untuk turbin screw dengan pitch $2 R_0$ adalah 64,8% dan untuk turbin screw dengan pitch $1,6 R_0$ adalah 64,9%.

Kata Kunci: turbine screw 3 lilitan, pitch, efisiensi daya.

Abstract

Water energy is one type of renewable energy, which can be interpreted as the energy generated from the potential energy or kinetic energy of water. While the low water flow is very difficult to rotate the turbine with waterwheel. Therefore to change the low water flow into electrical energy can be used as a screw turbine as microhydro power plants. Dimensions of the screw turbine designed with 3 mm plate, screw shaft diameter of 20 cm and a screw diameter of 40 cm or outer diameter (R_0). And screw turbines are tested as much as 3 turbine screw with a pitch difference. Distance pitch used is $1.6 R_0$, $2 R_0$ and $2.4 R_0$. The angle of the turbine to water flow or horizontal flow amounted to 35° . The study system by flowing water with a certain debit to the turbine screw, and then look for torque at the turbine screw by seeking power or energy to stop the turbine by using the load (spring balance). In this study generate power efficiency for each - each turbine with a different pitch the distance is power efficiency for turbine screw with a pitch of $2.4 R_0$ is 55.63%, to screw turbines with pitch $2 R_0$ is 64.8% and for the turbine screw with a pitch of $1.6 R_0$ is 64.9%.

Keywords: Screw turbine of 3 loops, pitch, power efficiency.

1. PENDAHULUAN

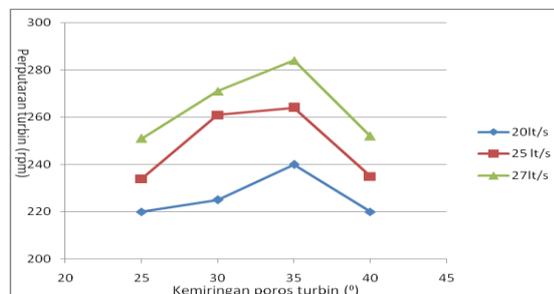
Dari seluruh energi yang ada di Riau, kebutuhan listrik di Riau pada awal tahun 2014 terus meningkat menjadi 570 MW [1]. Dengan permasalahan itu, pihak akademis mencoba memanfaatkan sumber daya alam untuk membantu permasalahan kelistrikan di wilayah Riau. Sumber daya alam yang akan di manfaatkan ini berupa aliran air. Dan juga banyak aliran air di Riau yang mempunyai air terjun rendah dengan ketinggian kurang dari 10 meter. Pada penelitian ini, akan di kaji berupa turbin *screw* dengan diameter luar (R_0) 40 cm dan 3 lilitan pada turbin *Screw*. Jarak *pitch* $2 R_0$; $1,6 R_0$ dan $2,4 R_0$ untuk perbandingan turbin *Screw*. Adapun tujuan pada penelitan awal ini adalah mencari *pitch* yang cocok untuk menghasilkan perputaran turbin *Screw* yang maksimum sebagai pembangkit listrik pada variasi debit aliran air dengan mengetahui efisiensi daya yang terbesar di antara 3 jenis turbin *screw*.

2. STUDI PUSTAKA

Archimedes screw adalah jenis ulir yang telah dikenal sejak zaman kuno dan telah digunakan sebagai pompa untuk pengairan pada Taman Bergantung di Babylonia. Pada prinsipnya *screw* ulir merupakan pembalikan dari fungsi pompa ulir itu sendiri [2].

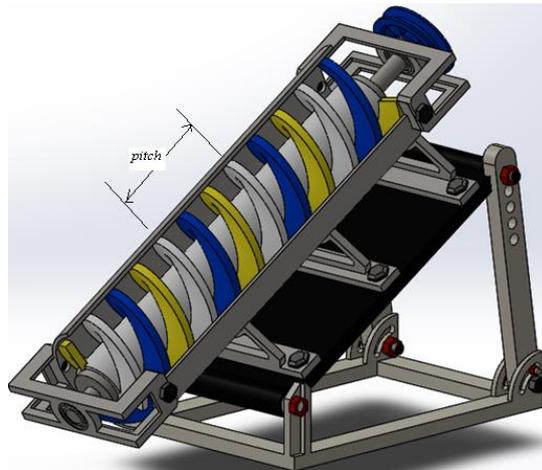
Prinsip kerja *screw* ulir Archimedean hydrodynamic adalah pembalikan dari pompa Archimedean dimana *screw* ini memanfaatkan energi aliran air menjadi energi mekanik. Rentang output daya adalah berkisar dari 1 – 250 kW, debit aliran berkisar dari 100 – 5000 m/s, dan kemiringan berkisar dari 22° – 36° [3].

Penelitian yang di lakukan oleh Nur Khamdi Politeknik Caltex Riau tahun 2013, hubungan grafik antara kemiringan poros poros *screw* terhadap perputaran *screw* pada berbagai jenis debit air dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1, Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa hasil penelitian tersebut memperoleh sudut kemiringan poros turbin yang menghasilkan perputaran maksimal pada saat sudut 35° .



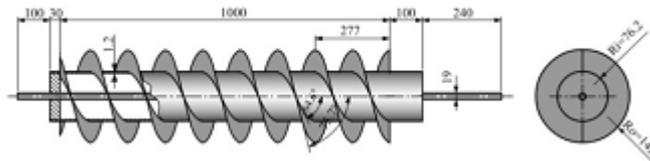
Gambar 1. Grafik kemiringan poros turbin terhadap perputaran turbin

Pitch merupakan salah satu parameter yang berpengaruh pada perputaran suatu *screw*. *Pitch* juga dapat dinamakan sebuah panjang gelombang pada sebuah *screw*, untuk lebih jelasnya yang di namakan *pitch* pada sebuah *screw* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pitch pada 3 lilitan Turbin Screw

Penelitian yang dilakukan oleh Bambang Yulistiyanto pada penelitian turbin *screw* dengan jumlah lilitan *screw* 2, dan jarak *pitch* sebesar $1,6R_0$ dengan nilai R_0 (radius luar) sebesar 0,1419 m dan radius dalamnya (R_i) sebesar 0,0762 m. Debit aliran pada penelitian ini bervariasi antara $0,00364 \text{ m}^3/\text{s}$ sampai $0,00684 \text{ m}^3/\text{s}$. Dengan *design* turbin *screw* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Design Penelitian 2 lilitan Turbin Screw

Pada penelitian ini pada debit aliran sebesar $0,00684 \text{ m}^3/\text{s}$ menghasilkan daya optimal sebesar 16,23 watt pada sudut turbin sebesar 35° dengan nilai efisiensi sebesar 61,61%.

Untuk mendapatkan besar daya teoritis menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_{teo} = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \text{ (watt)} \quad (1)$$

Dengan :

- P_{teo} : Daya teori
- ρ : masa jenis air (kg/m^3)
- g : grafitasi bumi ($9,8 \text{ m}/\text{s}^2$)
- H : ketinggian air (m)
- Q : debit air (m^3/det)

Sedangkan untuk mendapat daya hasil pengujian :

$$P_{eka} = T \cdot \omega \text{ (watt)} \quad (2)$$

Dengan :

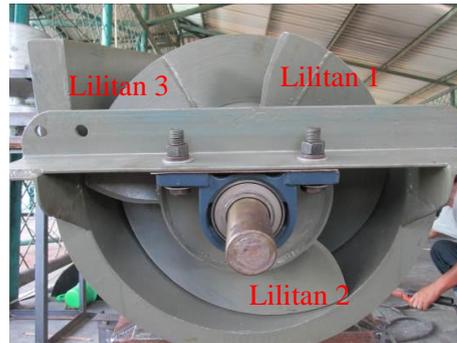
- P_{eks} : Daya eksperimen
- T : Torsi (N.m)
- ω : kecepatan sudut turbin (rpm)

Sehingga efisiensi turbin screw

$$\eta = \frac{P_{eks}}{P_{teo}} \times 100\% \quad (3)$$

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian turbin *screw* dengan 3 lilitan dalam satu poros yang dapat di lihat pada Gambar 4. Dan turbin *Screw* yang akan di bandingkan adalah jarak *pitch* pada terbin tersebut dengan menggunakan 3 variasi yaitu turbin *screw* dengan jarak *pitch* $2 R_0$; $1,6 R_0$ dan $2,4 R_0$, dengan nilai R_0 adalah jari – jari luar turbin *Screw*.



Gambar 4. Bentuk Turbin *Screw* 3 lilitan

Adapun proses pengambilan data pada penelitian ini mencakup variasi debit air dengan sudut kemiringan turbin terhadap horizontal sebesar 35° .

Pengukuran dan pengaturan debit air

Untuk mengetahui aliran air yang mengalir menggunakan alat *flow meter* yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengambilan Data Debit Air

Untuk mengatur aliran air yang konstan setiap pengambilan data, antara saluran air dari pompa menuju *flow meter* diberikan *stop* kran yang membuang air keluar. Adapun untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses Pengaturan Debit Air

Pengukuran Torsi turbin *screw*

Setelah perputaran turbin konstan dengan debit air yang tetap pada masing – masing turbin *screw*, langkah selanjutnya adalah pengukuran torsi turbin dengan cara menghentikan perputaran tersebut dengan menggunakan 2 alat ukur berat yang saling berkaitan dan dililkan pada salah satu poros turbin *screw*, seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses Penghentian Turbin *Screw*

Secara keseluruhan metode pengambilan data pada penelitian ini terdiri dari pompa air yang berfungsi menyedot air, *flow meter* untuk mengetahui aliran air, *stop* kran berfungsi mengatur aliran air, bak penampung air, corong aliran dari bak air menuju turbin *screw*, *caliper* untuk mengatur sudut turbin *screw* dan *tachometer* untuk mengukur perputaran turbin *screw*. Adapun proses pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Proses Pengambilan Data Turbin *Screw*

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data pada penelitian ini mengacu pada proses metode penelitian yaitu melakukan torsi yang dibutuhkan untuk menghentikan perputaran turbin *screw* pada masing – masing turbin *screw*. Adapun cara untuk menghentikannya dengan menggunakan alat ukur berupa berat timbangan yang di lilitkan ke salah satu poros turbin, dengan cara menarik lilitannya tersebut hingga turbin berhenti berputar. Dan berat yang dihasilkan itulah yang akan di konversikan ke torsi. Dengan melakukan prosedur tersebut di dapat data untuk turbin *screw* dengan *pitch* $2,4 R_0$ seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Perputaran Turbin *Screw* dengan *Pitch* $2.4 R_0$

2,4 R0															
No	Q (m3/det)	F1 (kg)	F2 (kg)	ΔF (kg)	R (m)	T (Nm)	n (rpm)	H (m)	ω (rad/det)	ρ (kg/m3)	g(m/s2)	Pteori (Watt)	Peks (Watt)	η (%)	
1	0.00333	66	30	36	0.03	10.6	14	0.85	1.5	1000	9.81	27.8	15.5	55.86	
2	0.00389	59	29	30	0.03	8.8	20	0.85	2.1	1000	9.81	32.4	18.5	56.99	
3	0.00444	58	32	26	0.03	7.7	26	0.85	2.7	1000	9.81	37.1	20.8	56.19	
4	0.00500	56	32	24	0.03	7.1	32	0.85	3.3	1000	9.81	41.7	23.7	56.74	
5	0.00556	51	29	22	0.03	6.5	38	0.85	4.0	1000	9.81	46.3	25.8	55.59	
6	0.00611	45	24	21	0.03	6.2	45	0.85	4.7	1000	9.81	51.0	29.1	57.12	
7	0.00667	41	21	20	0.03	5.9	51	0.85	5.3	1000	9.81	55.6	31.4	56.52	
8	0.00722	41	22	19	0.03	5.6	57	0.85	6.0	1000	9.81	60.2	33.4	55.39	
9	0.00778	36	18	18	0.03	5.3	63	0.85	6.6	1000	9.81	64.9	34.9	53.86	
10	0.00833	34	17	17	0.03	5.0	69	0.85	7.2	1000	9.81	69.5	36.1	52.00	
Rata-rata														55.63	

Dari hasil eksperimen didapat efisiensi rata-rata turbin *screw* dengan *pitch* $2,4 R_0$ sebesar 55,6%. Nilai ini kurang baik diakibatkan banyaknya rugi-rugi yang terjadi pada saat dilakukannya pengambilan data terutama jarak antara pisau dengan dinding rumah *screw* kurang rapat (± 1 cm), sehingga mengakibatkan berkurangnya jumlah fluida (air) yang mendorong pisau *screw* atau dengan kata lain gaya dorong air menurun.

Tabel 2. Efisiensi Turbin *Screw* dengan *Pitch* = $2R_0$

2 R0															
No	Q (m3/det)	F1 (kg)	F2 (kg)	ΔF (kg)	R (m)	T (Nm)	n (rpm)	H (m)	ω (rad/det)	ρ (kg/m3)	g(m/s2)	Pteori (Watt)	Peks (Watt)	η (%)	
1	0.00333	36	14	22	0.03	6.5	19	0.6	2.0	1000	9.81	19.6	12.9	65.63	
2	0.00389	32	11.8	20.2	0.03	5.9	24.7	0.6	2.6	1000	9.81	22.9	15.4	67.14	
3	0.00444	37	18	19	0.03	5.6	29.4	0.6	3.1	1000	9.81	26.2	17.2	65.78	
4	0.00500	38	20	18	0.03	5.3	35	0.6	3.7	1000	9.81	29.4	19.4	65.94	
5	0.00556	40	23	17	0.03	5.0	41.8	0.6	4.4	1000	9.81	32.7	21.9	66.94	
6	0.00611	43	27	16	0.03	4.7	48	0.6	5.0	1000	9.81	36.0	23.7	65.77	
7	0.00667	42	27	15	0.03	4.4	55.6	0.6	5.8	1000	9.81	39.2	25.7	65.47	
8	0.00722	46	32	14	0.03	4.1	63	0.6	6.6	1000	9.81	42.5	27.2	63.91	
9	0.00778	46	33	13	0.03	3.8	70	0.6	7.3	1000	9.81	45.8	28.0	61.23	
10	0.00833	45	32.6	12.7	0.03	3.7	76	0.6	8.0	1000	9.81	49.1	29.7	60.61	
Rata-rata														64.84	

Selain itu pada saat debit air ditingkatkan ada sebagian air yang terdorong keluar dari rumah *screw* sehingga hal ini dapat menurunkan jumlah air yang memutar turbin. Untuk mengantisipasi hal ini pada saat fabrikasi dibutuhkan ketelitian yang tinggi sehingga jarak antara pisau dan dinding *screw* dapat dibuat sekecil mungkin.

Tabel 3. Efisiensi Turbin Screw dengan Pitch = 1,6Ro

1,6Ro														
No	Q (m3/det)	F1 (kg)	F2 (kg)	ΔF (kg)	R (m)	T (Nm)	n (rpm)	H (m)	ω (rad/det)	ρ (kg/m3)	g(m/s2)	Pteori (Watt)	Peks (Watt)	η (%)
1	0.00333	34	13	21	0.03	6.2	20.3	0.6	2.1	1000	9.81	19.6	13.1	66.93
2	0.00389	32	13	19	0.03	5.6	26	0.6	2.7	1000	9.81	22.9	15.2	66.48
3	0.00444	31	14.5	16.5	0.03	4.9	33.7	0.6	3.5	1000	9.81	26.2	17.1	65.47
4	0.00500	30	14	16	0.03	4.7	40	0.6	4.2	1000	9.81	29.4	19.7	66.99
5	0.00556	29	14.5	14.5	0.03	4.3	46.3	0.6	4.8	1000	9.81	32.7	20.7	63.24
6	0.00611	32	18	14	0.03	4.1	52.4	0.6	5.5	1000	9.81	36.0	22.6	62.82
7	0.00667	31	17.4	13.6	0.03	4.0	58.7	0.6	6.1	1000	9.81	39.2	24.6	62.67
Rata-rata														64.94

Saat melakukan eksperimen untuk turbin screw dengan pitch 2 Ro dan 1,6 Ro didapat nilai efisiensi rata-rata sebesar 64,8 dan 64,9 %. Nilai ini lebih baik dibanding 2,4 Ro karena jarak pisau dengan dinding screw lebih rapat ($\pm 0,5$ cm).

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan analisa serta pembahasan data hasil pengujian maka di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Jarak atau gap antara *screw* dengan rumah turbin cukup mempengaruhi perputaran turbin.
2. Turbin *screw* 3 lilitan untuk jarak *pitch* 2 Ro dan 1,6 Ro memiliki efisiensi daya lebih besar bila di bandingkan dengan 2,4 Ro.
3. Jarak *pitch* pada turbin *screw* juga mempengaruhi besar pada efisiensi daya.

Daftar Pustaka

- [1] <http://ekonomi.metrotvnews.com/energi/Gbm3Ba3K-kebutuhan-listrik-riau-tinggi-menteri-jonan-pantau-pltu-tenayan> di akses hari minggu 18 Desember 2016
- [2] Havendri, A., Lius, H., 2009 , “Perancangan Dan Realisasi Model Prototipe Turbin Air Type Screw (Archimedean Turbine) Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dengan Head Rendah Di Indonesia”, Jurnal No. 31 vol 2 Thn XV
- [3] Santos, Daryl, An Analysis of Archimedes Screw Design Parameters and their Influence on Dispensing Quality for Electronics Assembly Applications, State University of New York at Binghamton, 13902
- [4] Gaius, T., Obaseki, 2010, Hydropower Opportunities In The Water Industry, Internatinal Journal of Environmental Science, Vol 1 No. 3, ISSN 0976 – 4402
- [5] Yul Hizhar, 2011, “Rancang Bangun Dan Studi Eksperimental Pengaruh Perbedaan Jarak Pitch Dan Kemiringan Poros Terhadap Kinerja Mekanik Model Turbin Ulir 2 Blade Pada Aliran Head Rendah”, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [6] Bambang Yulistiyanto, Yul Hizhar, Lisdayanti, Januari 2012, “Pengaruh Debit Aliran dan Kemiringan Poros Turbin Ulir pada Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro”, Jurnal Dinamika Teknik Sipil, Akreditasi BAN DIKTI No : 110/DIKTI/Kep/2009 vol 12 no 1
- [7] Nur khamdi, Amnur Akhyan, Oktober 2013, “Minatur Turbin Screw sebagai Pembangkit Listrik” Seminar Nasional ABEC Politeknik Negeri Batam hal 336 – 339, Batam

- [8] Nur khamdi, Amnur Akhyan, Oktober 2014, “Pengaruh Pitch Terhadap Perputaran Pada Turbin Screw 3 Lilitan” Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, Vol 2 No 2, UPT-UPPM Politeknik Caltex Riau