



Rancang Bangun Pembangkit Listrik Picohidro Menggunakan Turbin *Screw* Pada Aliran Danau PCR

Jupri Yanda Zaira¹, Oloan Rinaldi Naibaho²

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknologi Industri, Politeknik Caltex Riau

²Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknologi Industri, Politeknik Caltex Riau

¹jupri@pcr.ac.id ²oloanrinaldi27@gmail.com

Abstract

Picohydro is a power plant that produces 5 kW of power which consists of 3 components, namely air flow, turbine, and generator to convert maximum energy into electrical energy. Picohydro is an alternative power plant as a substitute for fossil fuel power plants (diesel and gasoline). The PCRlake flow has a flow of 0.019 m³/s which can be used as a potential source of energy to generate electricity, where the tools used are screw turbines, V-belt transmission, and DC generators. The results of the design of the screw turbine that are made have a turbine length specification of 1,140.5 mm, an outside diameter of 419.4 mm, an inside diameter of 225 mm, a turbine pitch of 503.2 mm, a number of blade turns 2 pieces, a turbine angle of 26°, a thread angle of 21°, and a head of 0.5 m. For the transmission, there are 2 type A -V belts that connect the turbine rotation to the DC generator rotation. The results obtained that the theoretical power available in the PCR lake flow is 95.01 watts. The average rotation produced by the 1,398 rpm generator is able to stably turn on as many as 6 DC lamps with a total load of 60 watts. By testing the DC lamp load, a total load of 60 watts produces a generator power of 29.14 watts, a screw turbine power of 34.08 watts. By testing using a braking system at turbine rotation it produces a maximum torque of 13.12 Nm with a screw turbine power of 46.70 watts and a turbine mechanical efficiency of 49.16%.

Keywords: picohydro, screw turbine, PCR Lake flow

Abstrak

Pikohidro merupakan pembangkit listrik yang menghasilkan daya maksimum 5 kW yang terdiri dari 3 komponen yaitu aliran air, turbin, dan generator. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat pembangkit listrik pikohidro menggunakan turbin *screw* dengan memanfaatkan aliran Danau Politeknik Caltex Riau (PCR). Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan pembuatan turbin *screw* yang selanjutnya dilakukan pengujian. Untuk proses perancangan dan pembuatan turbin *screw* berpatokan kepada besar debit aliran yang dimiliki Danau PCR yaitu sebesar 0,019 m³/s dan tinggi head yang digunakan yaitu 0,5 m. Pada proses pengujian aliran air Danau PCR yang masuk ke pengarah diteruskan untuk memutar turbin *screw*. Putaran turbin selanjutnya ditransmisikan ke generator DC menggunakan transmisi sabuk-V, sehingga generator menghasilkan energi listrik yang disalurkan ke panel lampu DC melalui *stepdown DC to DC*. Hasil perancangan dari turbin *screw* didapatkan spesifikasi panjang turbin 1.140,5 mm, diameter luar 419,4 mm, diameter dalam 225 mm, *pitch* 503, 2 mm, jumlah lilitan *blade* 2 buah, sudut turbin 26°, dan sudut ulir 21°. Untuk transmisi yang digunakan adalah sabuk - V tipe A sebanyak 2 buah dan menggunakan generator 500 W. Hasil pengujian diperoleh putaran rata – rata yang dihasilkan generator 1398 rpm mampu menghidupkan dengan stabil sebanyak 6 buah lampu DC dengan total *load* 60 W. Dengan pengujian beban lampu DC total *load* 60 W menghasilkan daya generator sebesar 29,14 W, daya turbin *screw* sebesar 34,08 W. Dengan pengujian menggunakan system pengereman pada putaran turbin menghasilkan torsi maksimum sebesar 13,12 Nm dengan daya turbin *screw* sebesar 46,70 W dan efisiensi mekanik turbin sebesar 49,16%.

Kata kunci: pikohidro, turbin *screw*, aliran danau PCR

1. Pendahuluan

Menurut Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE), tahun 2020 kebutuhan energi listrik nasional terus meningkat hingga sebesar 6.9% per tahun, sebaliknya ketersediaan energi fosil sebagai sumber energi primer pembangkit tenaga listrik terus menurun. Untuk pemenuhan energi nasional, Pemerintah Indonesia melakukan percepatan pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT), dimana target pemanfaatan EBT nasional pada tahun 2050 diharapkan mencapai 31%. Indonesia memiliki potensi energi hidro sebesar 75.000 MW di 1.249 lokasi di screening menjadi 12.894 MW di 89 lokasi [1]. Data dari *Statistical Review Of World Energy Tahun 2022* khusus Indonesia pada tahun 2021 menunjukkan bahwa total konsumsi minyak sebesar 1.634.000 *barrel* perhari, sedangkan total produksi minyak pada tahun 2021 hanya sebesar 692.000 *barrel* perhari [2].

Selain energi fosil ada beberapa energi alternatif yang dikembangkan masyarakat diantaranya yaitu pemanfaatan tenaga air dan energi matahari untuk pembangkit listrik [3,4], pengembangan bioenergi yang sesuai dengan potensi wilayah seperti bioethanol [5], biodiesel [6], dan *syn-gas* dari biomassa [7]. Data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia Tahun 2020, jumlah produksi listrik di Indonesia pada tahun 2019 sebanyak 281,757,99GWh, dan konsumsi listrik di Indonesia mencapai 1,08MWH/Kapita [8].

Menurut Iskana, Indonesia yang masih tertinggal dalam pemerataan sumber energi listrik. Hingga saat ini, masih ada 12.659 desa tertinggal yang belum memperoleh akses listrik dari jaringan perusahaan listrik negara (PLN), bahkan 2.519 desa di antaranya belum terlistriki sama sekali. Desa-desa ini sebagian besar tersebar di Provinsi Papua dan di kawasan Indonesia Timur lainnya [9].

Politeknik Caltex Riau (PCR) mempunyai 3 buah danau, dimana aliran danau tersebut mempunyai potensi untuk dimanfaatkan dalam menciptakan energi alternatif yaitu pembangkit listrik skala pikohidro. Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan teknik pembangkit listrik dengan menggunakan turbin *crossflow* sebagai pemutar dinamo dari aliran air. Penelitian yang dilakukan oleh Zaira, Wijianto, & Syahrizal memanfaatkan aliran Danau Politeknik Caltex Riau (PCR) terbukti menghasilkan daya maksimum pada generator sebesar 143,78 Watt, dan menghasilkan daya maksimum pada turbin sebesar 168,16 Watt [10].

Encu Saefudin dkk, dalam penelitiannya yang berjudul turbin *screw* untuk pembangkit listrik skala mikrohidro ramah lingkungan, menghasilkan spesifikasi teknis turbin ulir dengan daya hasil rancangan sebesar 2678,35 watt pada *head* 1,05 m. Hasil perancangan kemudian direalisasikan. Hasil kinerja turbin yang dilakukan pengujian di saluran Irigasi Cihorang Desa Nagrak Kecamatan Cangkruang

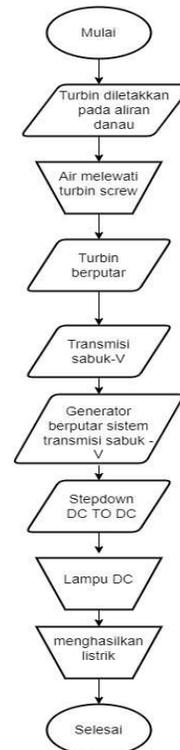
Banjarian didapat efisiensi 17.82 %, Daya turbin 531.84 watt pada debit 0,277 m³/s [11].

Pada penelitian ini adalah dilakukan pemanfaatan potensi aliran danau PCR dengan membuat pembangkit listrik pikohidro menggunakan turbin *screw*, dimana air yang keluar dari pengarah akan diteruskan ke *blade* turbin *screw*, sehingga turbin berputar. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat pembangkit listrik pikohidro menggunakan turbin *screw* dengan memanfaatkan aliran Danau PCR. Putaran dari turbin *screw* akan diteruskan ke generator satu fasa dengan menggunakan transmisi sabuk-V [12], selanjutnya generator akan menghasilkan energi listrik yang akan disalurkan ke panel lampu pijar melalui *power inverter DC to AC*. Pengujian yang dilakukan adalah berapa besar daya generator, daya mekanik turbin, dan efisiensi mekanik turbin yang dihasilkan oleh pembangkit listrik pikohidro yang telah dibuat.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini dimulai dengan melakukan perancangan desain dengan melakukan perhitungan untuk mendapatkan spesifikasi teknik dari pembangkit listrik pikohidro menggunakan turbin *screw*, dan selanjutnya mendisain gambar teknik menggunakan software *solidworks*. Selanjutnya dilakukan pembuatan mekanik, dan melakukan pemasangan di aliran danau Politeknik Caltex Riau.

2.1. Rancangan Skema Penelitian



Gambar 1. Rancangan Skema Penelitian

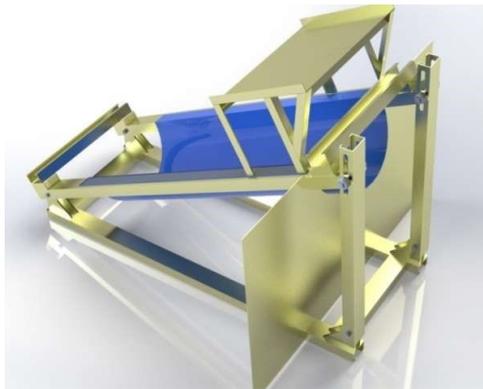
Rancangan skema penelitian dapat dilihat pada Gambar 1, pada rancangan dimana air danau PCR dialirkan ke pada pengarah air, selanjutnya turbin *screw* berputar akibat tumbukan air, putaran turbin ditransmisikan ke generator DC menggunakan transmisi sabuk-V, arus listrik yang dihasilkan generator dialirkan ke beban listrik berupa lampu pijar DC.

2.2. Perancangan Alat

Dalam perancangan pembangkit listrik pikohidro ini, terlebih dahulu melakukan perhitungan untuk mendapatkan spesifikasi teknis dari turbin *screw* yang akan digambar, dan selanjutnya dibuat dan diaplikasikan langsung ke aliran danau PCR.

1. Perancangan Rangka Turbin *Screw*

Rangka turbin *screw* digunakan untuk penopang turbin agar berada pada sudut dan *head* yang diinginkan rangka turbin terbuat dari besi CNP (75x45x15x2.3) mm, dan bagian untuk membendung air digunakan plat besi dengan ketebalan 2mm. Dimensi dari rangka turbin *screw* adalah (1.475 x 580 x 861) mm. Rancangan rangka turbin *screw* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan Rangka Turbin *Screw*

2. Perhitungan Debit Aliran Danau PCR



Gambar 3. Proses Pembilan Data untuk Mencari Debit Air pada Aliran Danau PCR.

Tahap awal penelitian ini dilakukan pengukuran debit aliran danau PCR dengan menggunakan ember kapasitas 100 liter. dengan menggunakan saluran aliran danau berupa pipa PVC diameter 6 Inchi. Dari 5 kali percobaan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengisi air ke ember adalah 6,4 detik. Data lainnya adalah Head sebesar 0,5 m, massa jenis air sebesar 995 Kg/m³. Proses Pengambilan data debit aliran danau dapat dilihat pada Gambar 3.

Dari data diatas maka debit aliran (Q) bisa diperoleh dengan menggunakan persamaan 1 [13]:

$$Q = \frac{V}{s} \quad (1)$$

$$Q = \frac{0,1m^3}{5,26 s} = 0,01937m^3/s$$

3. Perhitungan Daya Hydrolisis/Potensi Daya Air Danau PCR ($P_{hydrolisis}$)

Untuk menghitung daya hydrolisis terlebih dahulu direncanakan data sebagai berikut.

- *Delivery factor* (q) = 0,0046 [14]
- *Optimal radius ratio*(ρ^*) = 0,5369 [15]
- *Optimal volume per turn ratio* ($\lambda^* v$) = 0,0512 [15]
- Putaran turbin *screw*(n) = 57 rpm
- Sudut Ulir (α) = 21°
- Sudut turbin *screw* (θ) = 26°
- *Head* (H) = 0,5 m

daya teoritis yang tersedia (Pa) pada aliran danau PCR tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 2 [13].

$$P_{Hydrolisis} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \quad (2)$$

$$P_{Hydrolisis} = 1000 \frac{kg}{m^3} \times 9,81 \frac{m}{s^2} \times 0,01937 \frac{m^3}{s} \times 0,5m$$

$$P_{Hydrolisis} = 95,0098 \text{ watt}$$

4. Diameter Luar Turbin *Screw* (D) dan Radius Luar (R_o)

Untuk mendapatkan diameter turbin digunakan persamaan 3 [15].

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{q \cdot n}} \quad (3)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{0,01937 \frac{m^3}{s}}{0,00460 \times 57rpm}} = 419,5 \text{ mm}$$

$$R_o = 209,7mm$$

5. Radius Dalam Turbin *Screw* (R_i)

Untuk mendapatkan radius dalam turbin *screw* digunakan persamaan 4 [15].

$$R_i = \rho^* \times R_o \quad (4)$$

$$R_i = 0,5369 \times 209,7mm = 112,5 \text{ mm}$$

6. Panjang turbin (L)

Untuk mendapatkan panjang turbin *screw* digunakan persamaan 5 berikut [15]

$$L = \frac{H}{\sin \theta} \quad (5)$$

$$L = \frac{0,5m}{\sin(26)} = 1,1405 m$$

7. *Pitch* Turbin *Screw* (Λ)

Untuk mendapatkan *pitch* turbin *screw* digunakan persamaan 6 [15].

$$\Lambda = \frac{2\pi R_o \lambda}{K} \quad (6)$$

$$\Lambda = \frac{2\pi \times 0,2097m \times 0,1863}{\tan(26)} = 0,5032 m$$

8. Celah turbin *Screw* (S_{sp})

Untuk mendapatkan celah turbin *screw* digunakan persamaan 7 [15].

$$S_{sp} = 0,0045 \sqrt{2R_o} \quad (7)$$

$$S_{sp} = 0,0045 \sqrt{2 \times 0,2097m} = 0,002914 m$$

9. *Pitch Ratio* (λ)

Untuk mendapatkan *pitch ratio* turbin *screw* digunakan persamaan 8 [15].

$$\lambda = \frac{K\Lambda}{2\pi R_o} \quad (8)$$

$$\lambda = \frac{\tan(26) \times 0,5032m}{2\pi \times 0,2097m} = 0,1863$$

10. Jumlah Volume Air Dalam Satu Putaran *Screw* (V_T)

Untuk mendapatkan jumlah volume air dalam satu putaran *screw* digunakan persamaan 9 [15].

$$V_T = \frac{2\pi^2 R_o^3}{K} \lambda^* v \quad (9)$$

$$V_T = \frac{2\pi^2 \times 0,2097m^3}{\tan(26)} \times 0,0512 = 0,0191 m^3$$

11. *Volume ratio* (v)

Untuk mendapatkan *volume ratio* turbin *screw* digunakan persamaan 10 [15].

$$v = \frac{V_T}{\pi R_o^2 \Lambda} \quad (10)$$

$$v = \frac{0,0191 m^3}{\pi \times 0,2097m^2 \times 0,5032m} = 0,2747$$

12. Jumlah Ulir (N)

Untuk mendapatkan jumlah ulir turbin *screw* digunakan persamaan 11 [15].

$$N = \frac{L}{\Lambda} \quad (11)$$

$$N = \frac{1,1405m}{0,5032m} = 2,2664 \text{ Ulir}$$

13. Debit air *effective* (Q_w)

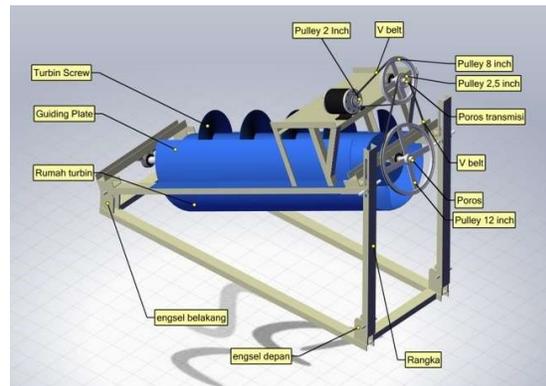
Untuk mendapatkan debit air *effective* pada turbin *screw* digunakan persamaan 12 berikut [15]

$$Q_w = \frac{2\pi^2 R_o^3}{K} \lambda^* v \frac{n}{60} \quad (12)$$

$$Q_w = \frac{2\pi^2 \times 0,2097^3}{\tan(26)} \times 0,0512 \times \frac{57}{60} = 0,01815 m^3/s$$

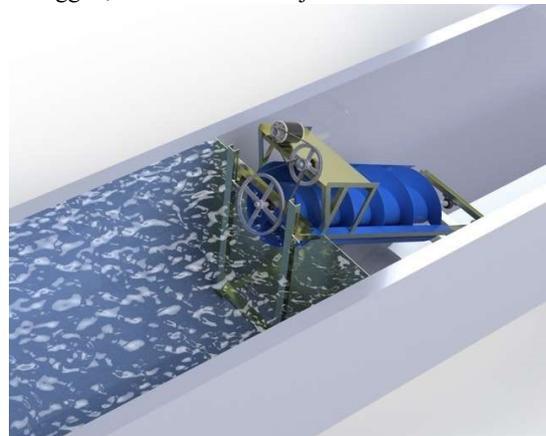
14. Desain Mekanik Pembangkit Listrik Piko hidro

Desain rancangan pembangkit listrik piko hidro menggunakan turbin *screw* dengan menggunakan aliran air danau PCR dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Mekanik

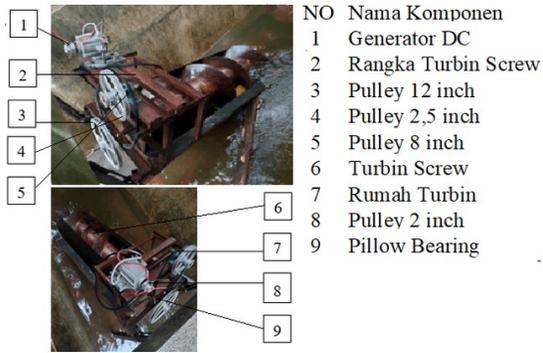
Untuk instalasi turbin *screw* akan ditempatkan pada aliran danau politeknik Caltex Riau dan posisi turbin *screw* memanjang mengikuti aliran air kemudian aliran air akan dibendung menggunakan plat besi setinggi 0,778 m untuk lebih jelas lihat Gambar 5.



Gambar 5. Desain Instalasi pada Aliran Danau PCR.

15. Hasil Pembuatan Mekanik Pembangkit Listrik Piko hidro

Pembuatan Mekanik pembangkit listrik piko hidro menggunakan turbin *screw* dengan menggunakan aliran air danau PCR dapat dilihat pada Gambar 6.



- NO Nama Komponen
- 1 Generator DC
 - 2 Rangka Turbin Screw
 - 3 Pulley 12 inch
 - 4 Pulley 2,5 inch
 - 5 Pulley 8 inch
 - 6 Turbin Screw
 - 7 Rumah Turbin
 - 8 Pulley 2 inch
 - 9 Pillow Bearing

Gambar 6 . Pembuatan Mekanik

Untuk instalasi turbin *screw* yang dipasang pada aliran danau politeknik Caltex Riau dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Instalasi pada Aliran Danau PCR.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini menghasilkan beberapa data dan analisa

3.1. Data Hasil Pengujian Dengan Beban Lampu LED

Pengujian dilakukan Pada generator DC, dimana dari generator ke beban lampu DC dipasang *stepdown DC to DC* supaya arus yang mengalir menjadi lebih stabil. Hasil arus dan tegangan diukur menggunakan multimeter, sedangkan untuk mengukur putaran generator dan turbin *screw* menggunakan tachometer. Proses pengujian dilakukan dengan memvariasikan beban generator berupa jumlah bola lampu LED DC (*Range* 10 watt) dimana dilakukan sebanyak 5 kali Pengujian data yaitu dilakukan dengan tanpa beban, dengan beban 1 lampu (10 watt), beban 2 lampu (20 watt), beban 3 lampu (30 watt), beban 4 lampu (40 watt), , beban 5 lampu (50 watt), dan beban 6 lampu (60 watt), dan beban 7 lampu (70 watt). Untuk setiap pengujian data dilakukan dengan range waktu 4 sebanyak 15 kali.

Pengujian lampu dilakukan satu persatu dengan pengujian lampu pertama yaitu sebesar 10 watt lalu diukur tegangan, arus, dan putaran dari turbin yang di dapat, setelah lampu pertama berhasil dilakukan dan kondisi lampu hidup lalu tambah lampu kedua sebesar 10 watt jadi total yang akan diuji sebesar 20 watt, dan seterusnya diukur kembali tegangan dan arus sampai

menggunakan 7 lampu dengan total daya sebesar 70 watt dimana total beban disesuaikan dengan kestabilan hidupnya lampu LED DC.

Pada Gambar 8 terlihat bahwa dengan percobaan menggunakan beban 6 buah lampu pijar LED DC dengan total beban 60 watt kondisi hidup lampu masih dalam keadaan stabil, namun pada saat penggunaan beban 7 buah lampu, kondisi hidup lampu tidak stabil atau berkedip – kedip. Adapun data pengujian dapatkan rata – rata tegangan, rata – rata arus, dan rata – rata putaran generator dapat dilihat pada Tabel 1.

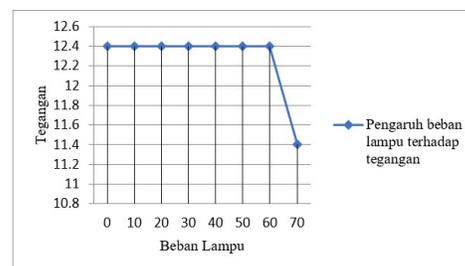


Gambar 8. Pengujian dengan Menggunakan Lampu LED DC

Tabel 1. Data Pengujian dengan Beban Lampu LED DC

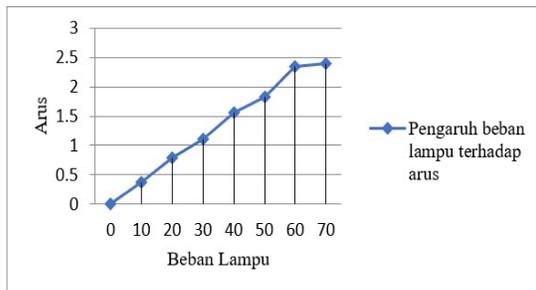
Beban Lampu DC (Watt)	Rata-rata Tegangan Generator (V) (Volt)	Rata-rata Arus Generator (I) (Ampere)	Kecepatan Generator (rpm)	Keterangan lampu hidup/mati
0	12,4	0	1398	Mati
10	12,4	0,38	1344	Hidup
20	12,4	0,79	1294	Hidup
30	12,4	1,11	1230	Hidup
40	12,4	1,56	1212	Hidup
50	12,4	1,82	1187	Hidup
60	12,4	2,35	1100	Hidup
70	11,4	2,40	989	Berkedip

Mengacu pada Tabel 1 pengaruh beban lampu terhadap rata-rata tegangan generator dapat dilihat bahwa tegangan generator akan tetap stabil dari beban lampu 10 Watt sampai dengan beban lampu 60 Watt akan tetapi tegangan generator pada beban lampu 70 Watt akan mengalami penurunan sampai 11,4 volt dan karena hal tersebut lampu LED DC akan kekurangan tegangan listrik yang menyebabkan nyala lampu mulai berkedip dan kurang terang hal yang menyebabkan turunya tegangan generator adalah kurangnya putaran dari turbin *screw*. Untuk mengetahui pengaruh beban lampu pengaruh beban lampu terhadap putaran generator (rpm) lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 9.



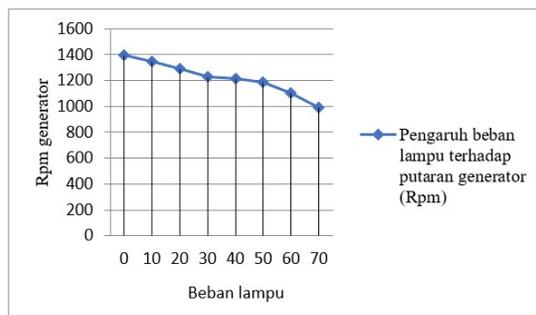
Gambar 9. Grafik Pengaruh Beban Lampu Terhadap Tegangan (Volt)

Mengacu Tabel 1 pada saat beban lampu 10 watt di hidupkan arus berada pada angka 0,38A dan jika beban lampu semakin ditambah maka arus akan selalu naik dengan stabil sampai lampu LED DC hidup dengan terang, tetapi saat lampu mulai berkedip atau kurang terang saat beban 70 watt maka arus akan mengalami kenaikan yang sangat sedikit dan karena arus kurang mencukupi dengan beban 70 watt maka akan menyebabkan lampu berkedip atau kurang terang. Hal tersebut terjadi karena kurangnya putaran dari turbin *screw* yang mengakibatkan generator tidak dapat mencukupi arus yang dibutuhkan beban lampu 70 Watt. Untuk mengetahui pengaruh beban lampu pengaruh beban lampu terhadap arus lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Pengaruh Beban Lampu Terhadap Arus (A)

Jumlah putaran pada generator akan sangat mempengaruhi beban lampu yang sanggup untuk ditanggung dan hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 11 saat beban lampu 10 watt dihidupkan putaran dari generator langsung mengalami penurunan dari 1398 rpm menjadi 1344 rpm dan penurunan juga terus berlanjut jika beban lampu terus ditambah. Berarti jika semakin tinggi beban lampu yang diberikan kepada generator maka putaran *generator* akan semakin berat/torsi semakin tinggi untuk diputar oleh turbin *screw*.



Gambar 11. Grafik Pengaruh Beban Lampu Terhadap Putaran Generator (rpm)

3.2. Analisa Data Dengan Beban Lampu LED DC

Dari data yang telah diambil adalah data yang diambil dari percobaan dengan hasil yang maksimal, dimana data dengan hasil yang maksimal didapatkan pada beban lampu 60 watt dengan menggunakan 6 buah lampu. Rata-rata putaran generator saat percobaan

beban lampu 60 watt adalah 1100 rpm dengan rata-rata tegangan pengukuran menggunakan multimeter digital mencapai 12,4 Volt dan arus rata-rata pengukuran 2,35 A.

1. Daya Generator (P_g)

Untuk menghitung daya dari genrator harus diketahui tegangan dan arus maksimal yaitu tegangan $V=12,4$ dan arus $I=2,35$ dan untuk menghitungnya digunakan persamaan 13 [16].

$$P_g = V.I \quad (13)$$

$$P_g = 12,4 V \times 2,35 A = 29,14 Watt$$

2. Daya Turbin Screw (P_t)

Kemudian untuk mengetahui daya turbin dapat menggunakan persamaan 14 [17].

$$T_t = \frac{P_g}{\eta_{Transmisi} \times \eta_g} \quad (14)$$

$$T_t = \frac{29,14 Watt}{0,9 \times 0,95} = 34,08 watt$$

3. Torsi Turbin (T_t)

Untuk mencari torsi turbin turbin dapat menggunakan persamaan 15 [17].

$$T_t = \frac{P_t}{\omega_t} \quad (15)$$

$$T_t = \frac{34,08 Watt}{5,91 Rad/s} = 5,76 Nm$$

4. Efisiensi Turbin (η_t)

Untuk mencari efisiensi turbin dapat menggunakan persamaan 16 [17].

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_{Hydrolysis}}$$

$$\eta_t = \frac{46,70 Watt}{95,01 Watt} = 49,01\%$$

3.3. Analisa Data Dengan Beban Pengereman.

Untuk mendapatkan beban dengan proses pengereman dapat dilihat pada Gambar 12, dan data yang diperoleh dari percobaan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 12. Proses Pengujian dengan Proses Pengereman.

Tabel 2. Data Pengujian dengan Proses Pengereman

F1(kg)	F2(kg)	ΔF (kg)	D(m)	Rpm
11,22	2,450	8,77	0.305	34

Data yang diperoleh dari percobaan yang telah dilakukan adalah 8,77 kg dengan beban maksimal dengan putaran saat pengereman berlangsung adalah 34 rpm dengan diameter pulley pengereman adalah 0,305m.

1. Torsi Turbin Dengan Beban Pengereman

Untuk mencari torsi turbin dengan sistem pengereman digunakan persamaan 17 [17].

$$T = F \cdot r \quad (17)$$

$$T = 8,77 \text{ kg} \times \frac{9,81 \text{ m}}{\text{s}^2} \times \frac{1}{2} \times 0,305 \text{ m} = 13,12 \text{ Nm}$$

2. Daya Turbin Screw (P_t)

Kemudian untuk mengetahui daya turbin dapat menggunakan persamaan 15 [17].

$$P_t = T \times \omega_t$$

$$P_t = 13,12 \text{ Nm} \times 3,560 \frac{\text{Rad}}{\text{s}} = 46,70 \text{ watt}$$

3. Efisiensi Turbin (η_t)

Untuk mencari efisiensi turbin dapat menggunakan persamaan 16 [17]

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_{Hydrolysis}}$$

$$\eta_t = \frac{46,70 \text{ Watt}}{95,01 \text{ Watt}} = 49,01\%$$

Dari hasil percobaan dengan proses pengereman dan perhitungan yang telah dilakukan bahwa daya turbin aktual dari beban pengereman didapat 46,70 watt dengan efisiensi 49,16%.

4. Kesimpulan

Bedasarkan percobaan, data dan analisa yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil perancangan turbin *screw* yang dibuat mempunyai spesifikasi panjang turbin 1.140, 5 mm, diameter luar 419,4 mm, diameter dalam

225 mm, *pitch* turbin 503, 2 mm, jumlah lilitan *blade* 2 buah, sudut turbin 26°, sudut ulir 21°, dan head sebesar 0,5 m.

2. Debit aliran yang digunakan pada aliran Danau Politeknik Caltex Riau adalah 19,37 L/s, dengan daya hydrolysis sebesar 95,01 watt.
3. Dari percobaan yang dilakukan dengan beban lampu LED DC sebanyak 6 buah dengan *load* 60 watt tegangan dan arus maksimum saat lampu menyala terang yang dapat dihasilkan adalah 12,4 volt, dan 2,35 A pada putaran 1100 rpm.
4. Efisiensi turbin *screw* yang dapat dihasilkan dari aliran Danau Politeknik Caltex Riau adalah terbesar diperoleh dari proses pengujian dengan system pengereman sebesar 49,16% dengan daya mekanik turbin *screw* 46,70 watt.

Ucapan Terimakasih

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena rahmat-Nya dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Pembangkit Listrik Piko hidro Menggunakan Turbin Screw Pada Aliran Danau PCR”. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Kampus Politeknik Caltex Riau (PCR), khusus kepada *Mechanical Workshop PCR* yang menyediakan semua peralatan untuk pembuatan dan pengujian alat ini. Selanjutnya terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Daftar Rujukan

- [1] Kebtke, p. (2020). Peta Potensi Energi Hidro Indonesia 2020. [Online](Update 20 nov 2021) Tersedia di :<https://p3tkebt.esdm.go.id/news-center/arsip-berita/peta-potensi-energi-hidro-indonesia-2020>. [Accessed 6 Januari 2021]
- [2] BP Statistical Review Of World Energi. (2022). *Statistical Review of World Energy 2022*. [Online](Update 1 mar 2022) Tersedia di: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>. [Accessed 9 April 2022]
- [3] S, H. A., & Dinahkandy, I. (2018). Studi Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan Berbasis Sel Fotovoltaik Untuk Mengatasi Kebutuhan Listrik Sederhana di Daerah terpencil. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, 03(02), pp.88-93.
- [4] Utari, E. L., Mustiadi, I., & Yudianingsih. (2018). Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Pengganti Listrik Untuk Memenuhi Kebutuhan Penerangan Jalan di Dusun Nglinggo Kelurahan Pagerharjo Kecamatan Samihgaluh Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Pengabdian Dharma Bakti*, 01(02), pp.90-99.
- [5] Arlianti, L. (2018). Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial di Indonesia. *Jurnal UNISTEK*, 05(01), pp.16-22.
- [6] Prasetyo, J. (2018). Studi Pemanfaatan Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, pp.1-10.

- [7] Aklis, N., Riyadi, M. A., Rosyadi, G., & Cahyanto, W. T. (2015). Studi Eksperimen Konversi Biomassa menjadi SynGas Pada Reaktor Bubbling Fluidized Bed Gasifier. Seminar Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII-15) (pp. 973-978). Yogyakarta: Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
- [8] BPS-Indonesia. (2019). Konsumsi Listrik per kapita (MWH/Kapita). [Online](Update 18 jun 2021). Tersedia di: <https://www.bps.go.id/indicator/7/1156/1/konsumsi-listrik-per-kapita.html>. [Accessed 20 Jul 2021]
- [9] Iskana, F. R. (2016). *Ada 12.659* desa tertinggal belum terakses listrik. [Online](Update 5 agu 2021) Tersedia di: <https://industri.kontan.co.id/news/ada-12659-desa-tertinggal-belum-terakses-listrik>. [Accessed 15 Jul 2021]
- [10] Zaira, Wijianto, & Syahrizal. (2020). Pemanfaatan Potensi Aliran Danau PCR Untuk Pembangkit Listrik Pikohidro Menggunakan *Turbin Crossflow*. Jurnal Inovtek Polbeng, pp.148-154.
- [11] Encu Saefudin, T. K. (2017). Turbin Screw Untuk Pembangkit Listrik Skala Mikrohidro Ramah Lingkungan. Jurnal Rekayasa Hijau, I(3), pp.233-234.
- [12] IR.Sularso, M. (2004). Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: PT.Pradnya paramita.
- [13] White, F. M. (2011). *Fluid Mechanics* (7rd ed.). New York: McGraw-Hill.
- [14] Nagel, G. (1968). *Archimedian Screw Pump Handbook*. Nu'rnberg, Germany: Ritz Pumpenfabrik OHG.
- [15] Rorres, C. (2000). *The Turn Of The Screw: Optimal Design Of An Archimedes Screw*. Journal Of Hydraulic Engineering, pp.74-80.
- [16] Jewet, S. (2010). Fisika Untuk Sains dan Teknik (*Physics for Scientists and Engineering with Modern Physics*) (6rd ed.). Jakarta: Salemba Teknika.
- [17] Dietzel, F., & Sriyono, D. (1993). Turbin, Pompa dan Kompresor. Jakarta: Erlangga.