

DEBIT AIR OPTIMUM MODEL *SCREW TURBINE* PADA PITCH $\Lambda=1,2 R_0$ DAN $\Lambda=2 R_0$ SEBAGAI PENGGERAK GENERATOR LISTRIK

Jamaludin¹✉

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Tangerang, Indonesia

✉jamaludinpermana14@yahoo.com

Abstrak: Air merupakan sumber energi yang penting karena dapat dijadikan sumber energi pembangkit listrik yang murah dan tidak menimbulkan polusi. Indonesia kaya sumber daya air sehingga sangat berpotensi untuk memproduksi energi listrik yang banyak. Salah satu dari tipe turbin yang sangat berpotensi untuk pembangkit listrik mikrohidro pada sungai-sungai di Indonesia adalah Screw Turbine (Archimedean Turbine). Screw Turbine ini sangat cocok untuk sungai-sungai di Indonesia karena pengoperasian turbin ini hanya memerlukan head yang sangat rendah ($H < 3$ m). Selain dari sungai, juga dimungkinkan untuk memanfaatkan potensi saluran irigasi yang telah ada. Penelitian ini melakukan kajian pada beberapa parameter turbin ulir yaitu penentuan debit air turbin dengan variasi sudut kemiringan poros turbin agar dihasilkan kinerja optimum. Dari hasil pengujian Screw Turbine pada pitch $1.2 R_0$ dan $2 R_0$ dengan variasi kemiringan diperoleh debit optimum sebesar $0.01598 \text{ m}^3 / \text{sec}$ pada pitch $1.2 R_0$ dengan kemiringan 30° yang menghasilkan daya air sebesar $7.84 \text{ watt} = 0.00784 \text{ Kw}$.

Keyword : mikrohidro, screw turbine, pitch, debit optimum, daya air.

■ Received 1 November 2018 ■ Revised 28 November 2018 ■ Accepted 29 November 2018

DOI: 10.31000/dinamika.v3i1.1086



Copyright © 2018 JURNAL DINAMIKA UMT

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang cukup kaya dengan potensi energi terbarukan seperti energi mini/mikrohidro, energi biomassa, energi surya, energi angin, energi panas bumi, energi laut, dan energi nuklir. Khusus untuk mikrohidro, pengembangannya biasanya memanfaatkan potensi aliran air dengan *head* (ketinggian) dan debit tertentu yang dikonversi menjadi energi listrik melalui turbin dan generator. Pada kenyataannya, di Indonesia, rata-rata menunjukkan bahwa potensi sumber daya airnya memiliki debit besar dan *head* yang rendah. Jadi, pengembangan turbin *head* rendah (*low head*) atau *head* sangat rendah (*ultra low head*) sangat cocok dikembangkan di Indonesia.

Turbin ini beroperasi dengan putaran rendah dan masih tergolong baru di kembangkan dan yang sangat berpotensi untuk sungai-sungai di Indonesia, namun turbin ini memiliki beberapa keunggulan di antara jenis turbin *head* rendah yang lain tidak memerlukan sistem kontrol khusus karena penggunaan unit peralatan dan generator yang standar, mudah dalam konstruksi, mudah dalam instalasi dan perawatan, ramah lingkungan, dan tidak merusak *ecosystem*

Kinerja sebuah *screw turbine* dipengaruhi oleh parameter-parameter yang terkait dalam perancangan turbin ulir itu sendiri. Salah satu parameter penting dalam perancangan turbin ulir adalah *pitch* atau jarak periode dari sebuah sudu (*blade*). Aspek lain dalam pertimbangan rancangan *screw turbine* adalah pemasangan turbin atau kemiringan poros. Berdasarkan uraian tersebut diatas, penulis tertarik mengembangkan penelitian tentang *screw turbine* yang bertujuan mengetahui pengaruh perbedaan jarak *pitch* dan kemiringan poros terhadap kinerja mekanik turbin ulir 2 *blade* serta sebagai referensi dalam pengembangan

Dalam penelitian ini penulis mencoba merancang model turbin ulir 2 *blade* dengan variasi jarak *pitch* (Λ) yang berbeda dan sudut kemiringan (K) atau sudut θ *screw turbine* yang diubah-ubah, dimana jarak *pitch* (Λ) merupakan parameter internal untuk mengoptimalkan kinerja turbin ulir sedangkan sudut kemiringan (K) merupakan parameter eksternal yang ditentukan oleh penempatan ulir dan bahan yang tersedia untuk konstruksi.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, peneliti bermaksud melakukan penelitian dengan memanfaatkan aliran *low head* sebagai sumber pembangkit.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas. Debit air yang mengalir pada suatu saluran/sungai harus dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin sebagai sumber penggerak pembangkit listrik tenaga air. Berdasarkan asumsi tersebut, maka diidentifikasi sebagai berikut :

1. Dibeberapa saluran/sungai debit aliran tidak termanfaatkan karena memiliki kecepatan aliran dan *head* yang rendah.
2. Belum teroptimalkannya manfaat energi pada saluran/sungai dengan kecepatan aliran dan *head* yang rendah
3. Belum banyaknya penelitian tentang *Screw Turbine* dengan memanfaatkan kecepatan aliran dan *head* yang rendah.
4. Ingin menentukan debit air optimal pada *Screw Turbine* pada kecepatan aliran dan *head* yang rendah.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan debit air yang optimal dari 2 model *screw turbine* pada pitch $\Lambda=1,2 R_o$ dan $\Lambda=2 R_o$ terhadap variasi sudut kemiringan (K).
2. Diantara kedua model *screw turbine* pitch manakah yang menghasilkan debit yang optimum.
3. Bagaimana pengaruh debit air terhadap daya air yang dihasilkan.

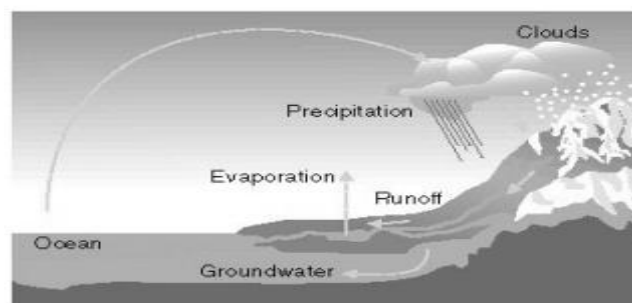
Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah usaha untuk menemukan dan menguji kebenaran suatu hasil penelitian. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Merancang alat *screw turbine* dengan jarak pitch dan kemiringan optimum.
2. Untuk mengetahui bagaimana pencapaian debit air yang optimal supaya dapat mencapai putaran turbin yang optimal.
3. Menentukan debit air optimum dari kedua jarak pitch (Λ) pada setiap posisi sudut kemiringan (K) turbin.
4. Supaya dapat mengetahui karakteristik turbin.
5. Bagaimana pengaruh putaran turbin sebagai pembangkit mula terhadap tegangan yang dihasilkan oleh generator serta dalam penambahan beban

TINJAUAN PUSTAKA

Air merupakan salah satu sumber energi, karena pada air tersimpan energi potensial untuk kondisi air jatuh dan energi kinetik untuk kondisi air yang mengalir. Sesuai dengan kaidah kekekalan energi yang menyatakan bahwa suatu bentuk energy tidak dapat dimusnahkan tetapi dapat diubah bentuk menjadi energi lain. Penjelasan kaidah kekekalan energi tadi dapat diilustrasikan pada air jatuh pada ketinggian tertentu yang didalamnya terkandung energi potensial yang merupakan proses alamiah apabila dimanfaatkan untuk memutar turbin air maka dapat diubah menjadi energy mekanik dan elektrik tentunya dengan menempatkan sebuah generator. Tenaga air merupakan sumber energi yang bersifat *non-depletable* (tidak dapat habis) namun begitu sumber air bias saja mengalami kekurangan intensitas hal ini dipengaruhi oleh iklim yang menyangkut angka curah hujan serta kerusakan alam seperti penggundulan hutan dan pengrusakan struktur tanah.



Gambar 1 Siklus Hidrologi
(Hydropower Engineering, C. Warnick 1984)

Hidrograph

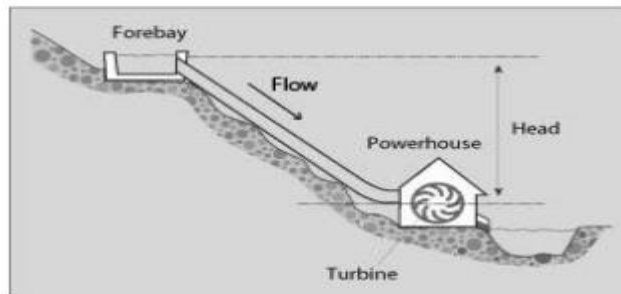
Debit air tidak dapat diharapkan konstan, selalu berubah setiap waktu. Perubahan ini disebabkan karena perubahan musim, perubahan bentuk penampang saluran/sungai akibat pengikisan atau erosi, penggunaan air yang bervariasi (untuk pengairan, industri perikanan, dan keperluan lain) serta sebab lain yang sulit diramalkan seperti sifat-sifat geografis setempat.

Oleh karena itu perlu didata keadaan sumber daya perwaktu yang ditentukan, dalam setiap kurva hydrograph yang menunjukkan hubungan antara debit dengan waktu. Siklus waktu bias saja pendek (siklus harian, mingguan) maupun panjang (bulanan, tahunan).

Untuk memperoleh data yang lebih lengkap, debit suatu sungai dapat diramalkan dari besarnya curah hujan. Data curah hujan selama puluhan tahun pada daerah tangkapan hujan dapat diperoleh dari Badan Meteorolgi dan Geofisika (BMG). Hubungan antara besarnya curah hujan dengan debit aliran sungai (*run of river*) yang dihasilkan dapat diperkirakan berdasarkan kerugian yang terjadi. Kerugian-kerugian tersebut meliputi penguapan (evaporasi), perembesan (*seepage*) kedalam tanah, penggunaan air sungai pada daerah hulu, dan besarnya kerugian tersebut tergantung dar kondisi geologi atau setidaknya dapat diperkirakan., keadaan iklim, tingkat penghunian penduduk, yang semuanya dapat dicari datanya

Daya Hidrolis

Dua komponen obyektif dalam analisis pembangkit tenaga air adalah *head* dan laju aliaran/debit. *Head* adalah beda ketinggian antara reservoir, *head* dalam tenaga air diartikan juga sebagai tinggi air jatuh.



Gambar 2 ilustrasi head dan aliran (flow) pada system tenaga air. (Wikipedia.com/hydropower)

Di ilustrasikan bila sejumlah air seberat 1 kg jatuh dari ketinggian *H* meter ke tempat yang lebih rendah pada kecepatan nol, maka kerja yang dilakukan oleh air tersebut adalah 1 kg.1 *H* meter = 1 *H* kg.m. Ketika selama setiap detik jumlah air *Q* berjalan sepanjang perbedaan ketinggian *H* ke arah grafitasi, maka air tersebut melakukan kerja tiap detik, atau membawa keluaran (*work per second*), *Ph* dalam joule/s atau watt.

$$P_h = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H \dots \dots \dots (1)$$

- Dimana,
- P_h = power/kerja (Watt)
 - ρ = berat jenis air (998,3 kg/m³ pada suhu 20°C)
 - Q = jumlah air yang lewat tiap detik atau Flowrate (m³/s)
 - g = percepatan gravitasi bumi (9,81 m/s²)
 - H = perbedaan ketinggian bersih (Net-head) dalam (m)

P_h merupakan keluaran teoritis tanpa kerugian ketika air jatuh air jatuh, namun dalam kenyataannya motor hidrolis tidak dapat mengkonversi semua energi hidrolis ke energi mekanis tanpa adanya kerugian-kerugian (*losses*) sehingga keluaran efektif).

Debit

Debit aliran sungai menurut Bambang Triatmodjo adalah jumlah air yang mengalir melalui tampang lintang sungai tiap satu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam meter kubik per detik (m³/dt). Debit sungai, dengan distribusinya dalam ruang dan waktu, merupakan informasi penting yang diperlukan dalam perencanaan bangunan air dan pemanfaatan sumberdaya air.

Klasifikasi kecepatan air

Karakteristik kecepatan air di sungai tidak jauh berbeda dengan karakteristik kecepatan air di suatu saluran. Karena aliran di sungai pada umumnya adalah turbulen seperti halnya aliran di saluran, maka debit aliran melalui saluran terbuka dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Q = A V \quad (\text{m}^3/\text{s}) \dots\dots\dots (2)$$

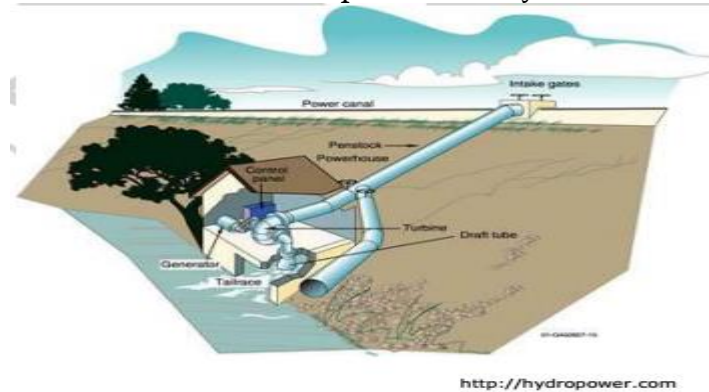
Kecepatan aliran melalui saluran terbuka dapat dihitung dengan beberapa rumus berikut: Koefisien Chesy dapat dinyatakan dengan koefisien Manning dengan persamaan $C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}$, dimana n adalah nilai koefisien Manning yang merupakan fungsi dari bahan dinding saluran.

Mikrohidro adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (*resources*) penghasil listrik adalah memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dari instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bias dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Biasanya Mikrohidro dibangun berdasarkan kenyataan bahwa adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu (*flow capacity*) sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah *head*. Mikrohidro juga dikenal sebagai *white resources* dengan terjemahan bebas bisa dikatakan "*energi putih*". Dikatakan demikian karena instalasi pembangkit listrik seperti ini menggunakan sumber daya yang telah disediakan oleh alam dan ramah lingkungan. Suatu kenyataan bahwa alam memiliki air terjun atau jenis lainnya yang menjadi tempat air mengalir. Dengan teknologi sekarang maka energi aliran air beserta energi perbedaan ketinggiannya dengan daerah tertentu (tempat instalasi akan dibangun) dapat diubah menjadi energi listrik.

Seperti dikatakan di atas, mikrohidro hanyalah sebuah istilah. Mikro artinya kecil sedangkan hidro artinya air. Dalam prakteknya istilah ini tidak merupakan sesuatu yang baku namun bisa dibayangkan bahwa mikrohidro, pasti menggunakan air sebagai sumber energinya yang membedakan antara istilah mikrohidro dengan minihidro adalah output daya yang dihasilkan. Mikrohidro menghasilkan daya lebih rendah dari 1 MW, sedangkan untuk minihidro daya keluarannya berkisar antara 1 sampai 5 MW. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sumber energi), turbin dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan dari ketinggian tertentu menuju rumah instalasi (rumah turbin/*power house*). Di rumah instalasi air tersebut akan

menumbuk turbin dimana turbin sendiri, dipastikan akan menerima energi air tersebut dan mengubahnya menjadi energi mekanik berupa berputarnya poros turbin. Poros yang berputar tersebut kemudian ditransmisikan ke generator dengan menggunakan kopling. Dari generator akan dihasilkan energi listrik yang akan masuk ke sistem kontrol arus listrik sebelum dialirkan ke rumah-rumah atau keperluan lainnya.



Gambar 3 Skema PLTMH

Kebanyakan PLTMH dibangun dengan sistim *run off river*, tidak dengan kolam tando (*reservoir*) dimana air sungai dialihkan dengan menggunakan dam yang dibangun memotong aliran sungai, sehingga daya yang dibangkitkan tergantung dari debit air sungai. Akan tetapi biaya pembangunan *run off river* lebih ekonomis dibandingkan dengan sistem *reservoir* yang memerlukan bedungan yang besar dan area genangan yang luas

Daya

Simbol yang digunakan adalah:

P_{gross} : tenaga air kotor (kW). [$P_{gross} = \rho g H_{gross} Q / 1000$]

P_{net} : tenaga air bersih (kW). [$P_{net} = \rho g H_{net} Q / 1000$]

P_{shaft} : daya poros turbin (kW). [$P_{shaft} = T \omega$]

P_{trans} : daya transmisi poros luar (kW). [$P_{trans} = 2 \pi N T / 60$]

P_{gen} : daya output generator (kW). [$P_{gen} = V I \cos \phi$]

P_{out} : daya keluaran sistem air (kW). [$P_{out} = \rho g H_{net} Q \eta_t \eta_g \eta_f / 1000$]

Penentuan Efisiensi

Simbol untuk Efisiensi digunakan dalam penilaian di bawah ini :

η_{gross} : Efisiensi *head* kotor. [$\eta_{gross} = P_{out} / P_{gross}$]

η_{grossC} : Efisiensi *head* kotor untuk pengukuran kecepatan konstan.
[$\eta_{grossC} = P_{gen} / P_{gross}$]

η_{net} : Efisiensi *head* bersih. [$\eta_{gross} = P_{out} / P_{net}$]

η_{netC} : Efisiensi *head* bersih untuk pengukuran kecepatan konstan.
[$\eta_{netC} = P_{out} / P_{gen}$]

η_{head} : Efisiensi *head*. [$\eta_{head} = P_{net} / P_{gross}$]

η_{screw} : Efisiensi Turbin. [$\eta_{screw} = P_{shaft} / P_{net}$]

η_{trans} : Efisiensi Transmisi. [$\eta_{turb} = P_{trans} / P_{net}$]

η_{gen} : Efisiensi Generator. [$\eta_{gen} = P_{gen} / P_{trans}$]

η_{inv} : Efisiensi Inverter. [$\eta_{inv} = P_{out} / P_{gen}$]

Dari rumus efisiensi di atas dapat kita ambil kesimpulan bahwa efisiensi adalah perbandingan antara daya keluar dan daya masuk, dan dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut :

$$\eta = \frac{\text{Daya output}}{\text{Daya input}} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan eksperimen meliputi tahap perencanaan, pembuatan alat, serta pengujian alat, sehingga didapatkan analisa hasil dari pengujian pada debit air optimum dengan jarak pitch dan kemiringan sebagai penggerak generator listrik

Metode pengumpulan data

Data yang dipergunakan dalam pengujian ini merupakan data yang diperoleh langsung dari pengukuran dan pembacaan alat ukur pengujian.

Tahapan Pengujian

Sebelum melakukan pengujian terlebih dahulu kita siapkan peralatan ukur yang akan digunakan yaitu :

1. Ember untuk menampung air sekaligus mengukur debit air
2. Stopwatch digunakan untuk menghitung lamanya air tertampung di dalam ember.
3. Digital Tachometer adalah alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan putaran dengan satuan Rpm.
4. Rotary Angle Meter digunakan untuk mengukur sudut kemiringan turbin.
5. Mistar adalah alat ukur yang digunakan pada saat mengukur ketinggian air pada casing.

Pengamatan dan tahap pengujian

Pada pengujian ini yang akan diamati adalah :

1. Parameter debit air pada turbin (Q)
2. Parameter kecepatan putaran turbin (rpm)
3. Parameter kecepatan aliran air (V)
4. Parameter luas penampang basah (A)
5. Parameter daya air (P_h)

Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dapat dilakukan dengan beberapa tahap antara lain:

1. Pengukuran debit aliran pada turbin di lakukan dengan menampung air pada ember yang berkapasitas 20 liter yang dilakukan pada setiap variasi sudut kemiringan turbin yang di uji yaitu, 25°, 30°, 35° kemudian dihitung menggunakan *stopwatch* dan di catat hasilnya.
2. Pengukuran kecepatan putaran turbin pada setiap sudut kemiringan turbin yang di uji yaitu, 25°, 30°, 35° dengan menggunakan alat ukur tachometer kemudian mencatat hasilnya.

3. Mengukur ketinggian air (*head*) pada casing turbin pada setiap sudut kemiringan turbin yang di uji yaitu, 25°, 30°, 35° untuk memperoleh ketinggian penampang basah air dalam casing.

HASIL PENELITIAN DAN ANALISA PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian

Pengukuran Debit (Q)

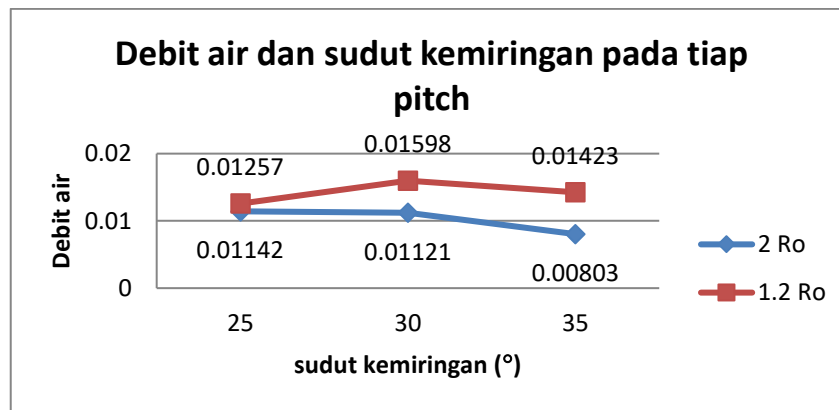
Tujuan pengukuran ini untuk mengetahui besarnya volume air yang mengalir. Volume air yang mengalir disebut debit air dan diukur dengan satuan liter/detik. Adapun data dari hasil pengujian debit dilakukan dengan cara menampung air dengan ember yang berkapasitas 20 liter dan *stopwatch* sebagai penghitung waktu dilakukan 3 kali pengujian.

Tabel 1 Data Hasil Pengukuran Debit

Pitch	Sudut (°)	Pengukuran ke	Volume ember (lit)	Waktu (sec)	Debit, Q (m ³ /sec)	
2 R₀	25	1	20	1.62	12.34	
		2	20	1.94	10.31	
		3	20	1.72	11.62	
			Rata-rata	20	1.76	11.42 lit/sec = 0.01142 m³/sec
	30	1	20	2.30	8.70	
		2	20	1.72	11.61	
		3	20	1.50	13.33	
			Rata-rata	20	1.84	11.21 lit/sec = 0.01121 m³/sec
	35	1	20	2.35	8.51	
		2	20	2.53	7.90	
		3	20	2.60	7.70	
			Rata-rata	20	2.49	8.03 lit/sec = 0.00803 m³/sec
1.2 R₀	25	1	20	1.59	12.57	
		2	20	1.57	12.74	
		3	20	1.50	13.33	
			Rata-rata	20	1.55	12.88 lit/sec = 0.01257 m³/sec
	30	1	20	1.19	16.81	
		2	20	1.32	15.15	
		3	20	1.25	16	
			Rata-rata	20	1.25	15.98 lit/sec = 0.01598 m³/sec

35	1	20	1.44	13.9
	2	20	1.34	14.9
	3	20	1.43	13.9
Rata-rata		20	1.40	14.23 lit/sec = 0.01423 m³/sec

Analisa data hasil pengujian di atas dapat ditampilkan ke dalam bentuk grafik untuk mengetahui fenomena yang terjadi pada debit air dan sudut kemiringan pada tiap *pitch* untuk mengetahui debit air optimum sebagai berikut :



Gambar 4 Grafik debit air dan sudut kemiringan pada tiap *pitch*

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa debit air *screw turbine* pada *pitch* 1.2 R_0 memiliki debit air optimum sebesar 0.01598 m³/sec pada sudut kemiringan 30°. Hal ini menunjukkan bahwa debit air *screw turbine* pada *pitch* 1.2 R_0 pada kemiringan 30° lebih baik dari pada *screw turbine* pada *pitch* 2 R_0 .

Perhitungan Ketinggian (head)

Pengukuran ketinggian air pada casing turbin dengan menggunakan mistar sebagai alat ukur ketinggian air (*Head*) yang digunakan dalam penelitian ini dari hasil pengukuran yang diperoleh yaitu seperti pada tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2 Ketinggian Air (Head) Pada Casing

Sudut kemiringan (°)	Ketinggian air (head) pada casing			
	L1	L2	L3	L4
25	24 cm	6 cm	7 cm	2.5 cm
30	24 cm	8 cm	7 cm	3 cm
35	24 cm	8 cm	7 cm	3.5 cm

Tabel 3 Hasil Pengukuran Ketinggian

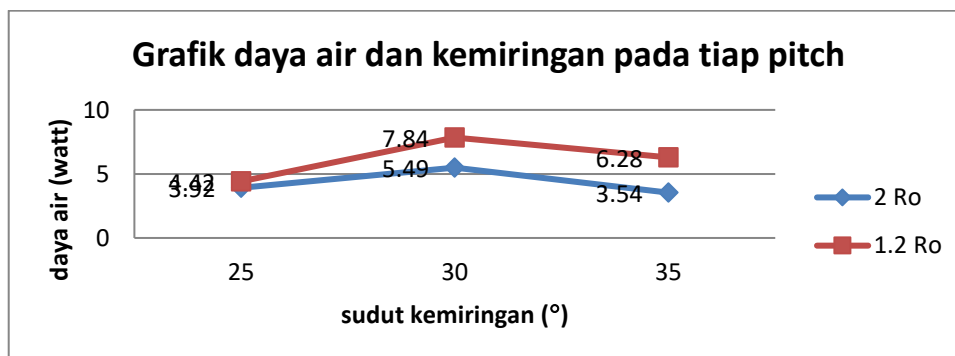
Sudut kemiringan θ (°)	Ketinggian penampang basah h_f (m)
25	0.06
30	0.08
35	0.08

Dari perhitungan data hasil pengujian di atas dapat di tampilkan kedalam bentuk tabel 4 Dibawah ini.

Tabel 4 Data Hasil Perhitungan Daya Air (P_h)

Pitch	Sudut kemiringan (°)	Daya air P_h (watt)
$2R_0$	25	3.92
	30	5.49
	35	3.54
$1.2R_0$	25	4.42
	30	7.84
	35	6,28

Dari data di atas dapat ditampilkan ke dalam bentuk grafik untuk mengetahui fenomena yang terjadi pada daya air hasil pengujian pada masing-masing *pitch* terhadap kemiringan poros turbin .



Gambar 5 Grafik Daya Air Dan Kemiringan Pada Tiap Pitch

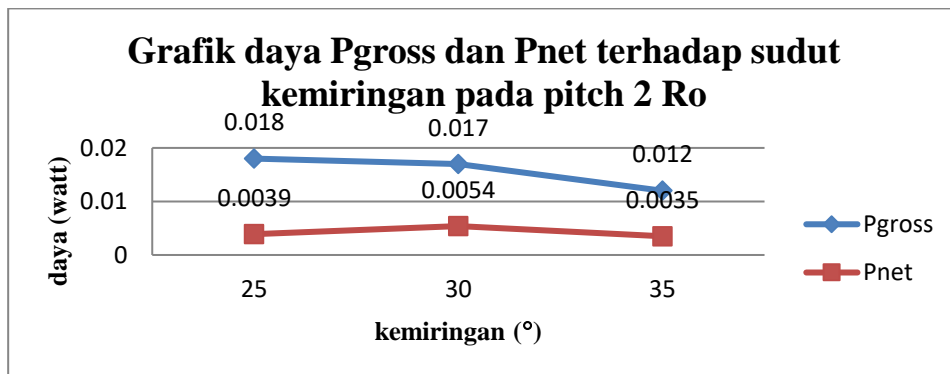
Dari grafik di atas dapat dianalisa bahwa pada pitch $2R_0$ dan $1.2R_0$ menunjukkan daya tertinggi sebesar 5.49 watt dan 7.84 watt pada sudut kemiringan poros 30° . Dimana daya air yang dihasilkan pada *pitch* $1.2R_0$ lebih besar daripada $2R_0$.

Hasil perhitungan daya P_{gross} dan P_{net} pada tiap *pitch* dan sudut kemiringan poros di atas dapat di tampilkan kedalam bentuk tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Daya P_{gross} Dan P_{net} Pada Tiap Pitch Dan Sudut Kemiringan Poros

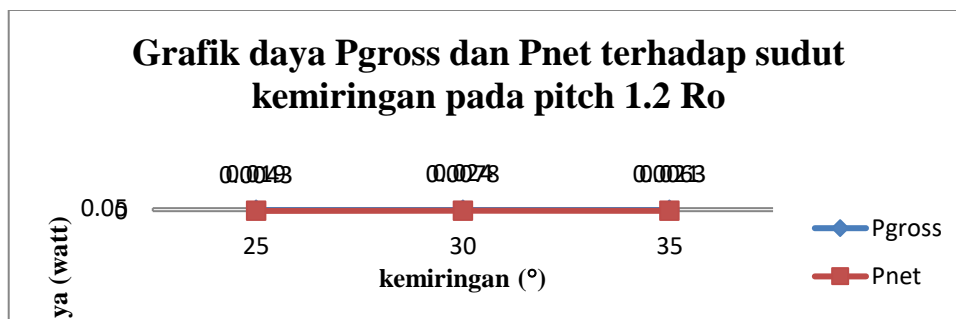
Pitch	Sudut (°)	Daya P_{gross} (watt)	Daya P_{net} (watt)
$2R_0$	25	0.018	0.0039
	30	0.017	0.0054
	35	0.012	0.0035
$1.2R_0$	25	0.019	0.0043
	30	0.024	0.0078
	35	0.021	0.0063

Dari data di atas dapat ditampilkan ke dalam bentuk grafik untuk mengetahui fenomena yang terjadi pada daya P_{gross} dan P_{net} hasil pengujian pada masing-masing *pitch* terhadap kemiringan poros turbin pada gambar 6.



Gambar 6 Grafik Daya P_{gross} Dan P_{net} Terhadap Sudut Kemiringan Pada Pitch $2R_0$

Dari grafik di atas dapat di analisa bahwa daya P_{gross} pada sudut 25° menunjukkan daya terbaik, tetapi pada sudut kemiringan 30° dan 35° mengalami penurunan daya kotor. Sedangkan pada daya P_{net} dari sudut kemiringan 25° sampai 30° daya bersih naik, tetapi pada sudut kemiringan 35° mengalami penurunanan daya bersih.



Gambar 7 Grafik Daya P_{gross} Dan P_{net} Terhadap Sudut Kemiringan Pada Pitch $1.2R_0$

Dari grafik di atas dapat di analisa bahwa daya P_{gross} dan P_{net} pada sudut 25° sampai 30° daya kotor dan daya bersih menunjukkan kenaikan daya, tetapi pada sudut kemiringan 35° daya kotor dan daya bersih mengalami penurunan.

Analisa daya dan efisiensi hasil pengujian pada tiap pitch terhadap sudut kemiringan poros

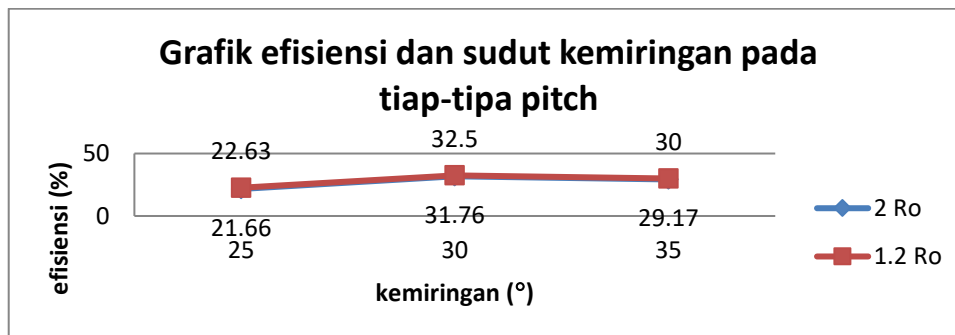
Dari data yang diperoleh dari hasil analisa perhitungan dan hasil pengujian dilapangan dapat diketahui efisiensi daya air pada masing-masing *pitch* dengan menggunakan persamaan yaitu:

$$\eta = \frac{\text{daya output}}{\text{daya input}} \times 100\% \quad \text{atau} \quad \eta_f = \frac{P_{net}}{P_{gross}} \times 100\%$$

Data daya (P) dan efisiensi air (η_f) pada masing-masing *pitch* terhadap sudut kemiringan poros dapat dilihat pada tabel 7 Berikut ini.

Tabel 7 Data Daya (P) Dan Efisiensi Air (η_f) Pada Masing-Masing Pitch Terhadap Sudut Kemiringan Poros

Pitch	Sudut (°)	P_h (watt)	P_{gross} (watt)	P_{net} (watt)	η_f (%)
2 Ro	25	3.92	0.018	0.0039	21.66
	30	5.49	0.017	0.0054	31.76
	35	3.54	0.012	0.0035	29.17
1.2 Ro	25	4.42	0.019	0.0043	22.63
	30	7.84	0.024	0.0078	32.5
	35	6,28	0.021	0.0063	30



Gambar 8 Grafik Efisiensi Dan Sudut Kemiringan Pada Tiap-Tipa Pitch

Dari grafik di atas dapat dianalisa bahwa pada *pitch* 2R₀ dan *pitch* 1.2R₀ menunjukkan daya tertinggi sebesar 5.49 watt dan 7.84 watt pada sudut kemiringan poros 30° dan efisiensi tertinggi pada *pitch* 1.2R₀ dengan sudut kemiringan poros 30° yaitu sebesar 32.5 %.

KESIMPULAN

- Berdasarkan pengujian dilapangan pada setiap penambahan variasi kemiringan poros masing-masing model *screw turbine* cenderung menunjukkan karakteristik yang berbeda. Untuk menentukan debit air optimum dari 2 model screw turbine tersebut dilakukan dengan pengukuran metode ember, dimana ember diisi air pada terjunan air sampai ember terisi penuh, kemudian berapa liter/detikkah ember tersebut penuh

yang di ukur menggunakan *stop watch* dan pengukuran dilakukan berulang-ulang sebanyak 3 kali.

2. Dari kedua model screw turbine tersebut ternyata yang menghasilkan debit yang optimum yaitu model *screw turbine pitch* $\Lambda=1,2$ Ro dengan sudut kemiringan 30° yang menghasilkan debit air sebesar $0.01598 \text{ m}^3/\text{sec}$.
3. Daya air yang dihasilkan dari pengujian ini sangat dipengaruhi oleh besarnya debit air yang mengalir, semakin besar debit air maka semakin besar pula daya air yang di hasilkan. Dari hasil pengujian tersebut di dapat daya air optimum sebesar 7.84 watt yang didapat dari model *screw turbine pitch* $\Lambda=1,2$ Ro dengan sudut kemiringan 30°

DAFTAR PUSTAKA

- Astu Padjanarsa & Djati Nursuhud. (2013). *Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta: Andi.
- Elfida, 2011, *Kemiringan Optimum Untuk Tiga Pitch Model Turbin Dua Blade sebagai pembangkit listrik Pada Aliran Head Rendah*, Tesis, Jurusan Teknik mesin dan Industri, UGM, Yogyakarta.
- Gieck, K. (2005). *Kumpulan Rumus Teknik*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Havendri, A dan Lius, H., 2009, *Perancangan dan Realisasi Model Prototipe Turbin Air Type Screw (Archimedean Turbine) untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Pltmh) dengan Head Rendah di Indonesia*, Jurnal.
- Havendri, A dan Arnif, I., 2010, *Kaji Eksperimen Penentuan Sudut Ulir Optimum pada Turbin Ulir untuk Data Perancangan Turbin Ulir pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) dengan Head Rendah*, Jurnal.
- Tim Penyusun. (2001). *Irigasi dan bangunan air*. Penerbit : Universitas Gunadarma, Jakarta.
- S, Soedrajat, A., (1983). *Mekanika-Fluida & Hidrolika*. Bandung : Nova.
- Layman's *Giude book, Guide on How to Develop small Hydropower Plant*, ESHA 1998
- Patty, O. F. (1995). *Tenaga Air*. Jakarta : Erlangga.
- Rorres, C., (2000), dalam *Journal of Hydraulic Engineering* mengurai tulisan dengan judul: "*Optimal Design of an Archimedes screw*",
- Wibowo Paryatmo. (2007). *Turbin Air*. Yogyakarta : Graha ilmu.