

ANALISA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR DENGAN MEMANFAATKAN TURBIN PROPELLER PADA LABORATORIUM PRODUKSI TEKNIK MESIN USTJ

Herman Hi. Tjolleng Taba¹⁾, Calvin P. Kiding Allo²⁾

¹⁾Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri dan Kebumihan
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

²⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa mekanisme kerja dan mengetahui karakteristik turbin type propeller sebagai pembangkit listrik tenaga air. Metode yang digunakan didalam penelitian ini yaitu metode eksperimen yang dilakukan dalam skala laboratorium.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variabel bebas (Independent Variabel) yaitu tinggi muka air. variabel terikat (Dependent Variabel) yaitu efisiensi mekanis turbin, dan daya keluaran generator. Variabel terkontrol adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti dan nilainya dikondisikan selalu konstan yaitu : waktu (per 5 menit). Hasil dari penelitian ini mendapatkan efisiensi mekanis turbin 33,48 % naik sampai 74,97 % serta daya keluaran generator 0,403 watt naik sampai 1,332 watt dipengaruhi oleh tinggi muka air, debit air dan tekanan air.

Mekanisme kerja turbin air yaitu menggunakan air sebagai media kerja dimana air keluar dari mulut nosel dan membentur sudu-sudu turbin sehingga mengasilkan energi mekanis pada poros turbin dan karakteristik turbin air dengan tinggi muka air terendah 0,47 m, efisiensi mekanis turbin 33,48 % dan daya keluaran generator 0,403 watt setra tinggi muka air tetinggi 0,87 m, efisiensi mekanis turbin 74,97 % dan daya keluaran generator 1,332 watt.

Kata kunci : Tinggi muka air, debit air, tekanan air, efisiensi turbin, daya generator.

1. PENDAHULUAN

Papua adalah salah satu daerah yang sebagian besar wilayahnya masih krisis akan listrik, namun tidak dipungkiri bahwa Papua adalah daerah yang mempunyai sumber daya energi yang berlimpah sehingga sangat berpotensi untuk mengembangkan suatu energi terbarukan. Mengingat negara kita adalah negara yang sebagian besar terdiri dari perairan yaitu laut, sungai, danau dan lain sebagainya, maka sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai pembangkit tenaga listrik, dimana potensi tersebut sebagian besar tersebar di daerah pedesaan dan pesisir pantai.

Air merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang murah dan mudah diperoleh, karena pada air tersimpan energi yang dapat untuk dikembangkan atau dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan adanya suatu air terjun atau aliran air di sungai.

Turbin air berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik, dari aliran air akan disempatkan ke bilah-bilah turbin oleh nozzel. Putaran dari turbin tersebut akan mengakibatkan poros turbin ikut bergerak dan kemudian putaran poros turbin tersebut akan diteruskan ke generator untuk diubah menjadi energi listrik.

Dengan melakukan penelitian dengan model turbin propeller yang memanfaatkan air yang turun melalui sudu-sudu turbin propeller sehingga menghasilkan putaran yang diteruskan pada poros yang terhubung ke generator. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya putaran poros dan daya listrik yang dapat dihasilkan.

Corresponding Author : Herman Hi. Tjolleng Taba Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura Jln. Raya Sentani Padang
Bulan Abepura Jayapura – Papua, Email : htjolleng76@gmail.com

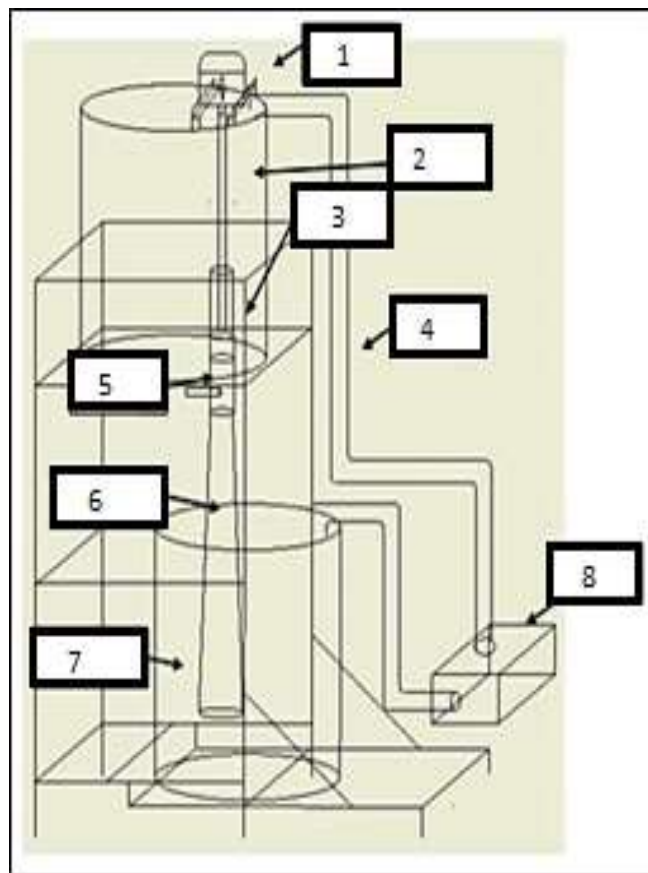
2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penyusunan penelitian ini digunakan metode pengumpulan data yang digunakan adalah studi literatur dan data sekunder. Studi literatur mengambil data dari penelitian – penelitian sebelumnya tentang turbin propeller. Adapun literatur yang dimaksud dapat dilihat pada daftar pustaka. Disamping itu ada data sekunder yakni data yang berasal dari eksperimen dilaboratorium. Data – data ini kemudian diolah untuk mendapatkan suatu hasil analisa yang berkenaan dengan tujuan penulisan seperti yang telah disebutkan.

Penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium proses produksi Teknik Mesin Universitas Sains dan Teknologi Jayapura. Penelitian ini berlangsung selama kurang lebih enam bulan.

2.1. Peralatan Penelitian.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :



Gambar. 2.1. Desain turbin type propeller sebagai pembangkit listrik tenaga air.

Keterangan Gambar :

1. Dinamo
Dinamo adalah alat yang berfungsi sebagai generator penghasil listrik.
2. Poros
Poros adalah alat yang berfungsi sebagai penghubung antara dinamo dengan turbin propeller.
3. Turbin Propeller
Turbin propeller adalah alat yang berfungsi sebagai alat utama yang menghasilkan putaran dari air yang melewatinya.
4. Selang
Selang adalah alat yang difungsikan sebagai sirkulasi air dari reservoir bawah dengan menggunakan pompa yang dialirkan ke unit reservoir atas.

5. Kran
Kran adalah alat yang difungsikan sebagai pembuka untuk mengalirkan aliran air agar menghasilkan putaran pada turbin propeller dan sebagai penutup untuk menghentikan aliran air agar menghentikan putaran pada turbin propeller.
6. Pipa hisap
Pipa hisap adalah alat yang berfungsi penghisap aliran air agar menghasilkan putaran yang stabil pada turbin propeller.
7. Reservoir
Reservoir adalah alat yang difungsikan sebagai penampung aliran air dari reservoir atas melalui pipa hisap.
8. Pompa
Pompa adalah alat yang difungsikan sebagai memindahkan aliran air dari reservoir bawah ke reservoir atas melalui selang.



Gambar. 2.2. Desain turbin type propeller sebagai pembangkit listrik tenaga air.

2.2. Prosedur Pengambilan data

Alat utama dalam penelitian ini adalah Unit turbin propeller serta Dinamo (generator) dengan data-data yang diperoleh berupa Tinggi muka air, Putaran turbin, Putaran turbin dan generator, Beban, Tegangan generator, Volumr dan Waktu.

Tahapan analisa penelitian sebagai berikut :

1. Persiapan unit pembangkit listrik tenaga air.
2. Penyiapan turbin propeller.
3. Pemeriksaan pompa penyaluran air dari tangki 2 ke tangki 1.
4. Pemeriksaan pada alat-alat ukur pendukung, antara lain;



Sumber : (Dokumen Pribadi)
Gambar 2.1 Unit turbin propeller dengan dinamo (generator)



Sumber : (Dokumen Pribadi)
Gambar 2.2 Pengambilan Data



Sumber : (Dokumen Pribadi)
Gambar 2.3 Pengambilan Data

Tahap percobaan pada ketinggian debit 0,47m, 0,57m, 0,67m, 0,77m, 0,87m;

1. Mengukur putaran poros turbin.
2. Mengukur putaran poros generator yang terhubung dengan generator.
3. Mengukur putaran poros turbin dan generator yang terhubung dengan beban (lampu).
4. Mengukur tegangan (volt) generator.
5. Mengukur tegangan (volt) generator yang terhubung dengan beban (lampu).
6. Mengukur kuat arus (ampere).

Analisis data dilakukan merujuk pada pengambilan data yang akan diperoleh, kemudian data tersebut diolah secara analisa kuantitatif dengan menggunakan formula (rumus) serta metode kualitatif dengan menganalisa terhadap hasil grafik berdasarkan hasil kuantitatif yang telah di tabelkan dan menjadi hasil akhir yang di harapkan yaitu hasil potensi kinerja turbin propeller yang dijadikan unit pengujian.

Putaran poros turbin, putaran poros penghubung di ukur menggunakan Tachometer, Daya listrik pada generator dan keluaran dari generator diukur menggunakan AVO meter.

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 3 (tiga) tahapan penelitian yaitu :

a. Variabel bebas (independent variable):

Variabel bebas (*Independent Variabel*) adalah variabel yang besarnya ditentukan nilainya oleh peneliti sebelum melakukan penelitian yaitu :

- Tinggi muka air

b. Variabel terikat (dependent Variabel) :

Variabel terikat (*Dependent Variabel*) adalah variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan oleh peneliti yaitu :

- Efisiensi mekanis Turbin
- Daya keluaran Generator

c. Variabel terkontrol :

Variabel terkontrol adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti dan nilainya dikondisikan selalu konstan yaitu :

- Waktu (per 5 menit)

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Hasil Pengujian

Data dari hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Data dari hasil pengujian

No.	Waktu (per menit)	Tinggi muka air (m)	Putaran Poros Turbin (rpm)	Putaran Poros Turbin dengan Generatoer (rpm)
1	5	0,47	1453,50	711,22
2	5	0,57	1667,30	853,18
3	5	0,67	1845,20	1073,00
4	5	0,77	2012,40	1135,70
5	5	0,87	2045,36	1314,80

3.2. Pengolahan Data

Untuk pengolahan data selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Untuk menghitung volume air :

$$\text{Vol} = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,56)^2 \times 0,47$$

$$\text{Vol} = 1157 \text{ m}^3$$

2. Untuk menghitung Debit air :

$$Q = \frac{0,1157}{116}$$

$$Q = 0,0009974 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Untuk menghitung Luas penampang :

$$A = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,0508)^2$$

$$A = 0,002026 \text{ m}^2$$

4. Untuk menghitung Kecepatan aliran :

$$v = \frac{0,0009974 \text{ m}^3/\text{s}}{0,002026 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,4923 \text{ m/s}$$



5. Untuk menghitung Daya air :

$$P = 1000 \frac{kg}{m^3} \times 9,81 \frac{m}{s^2} \times 0,0009974 \frac{m^3}{s} \times 1,75 m$$

$$P = 17,12286 \text{ watt}$$

6. Untuk menghitung Kecepatan sudut :

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 247,55 \text{ rpm}}{60 s}$$

$$\omega = 25,9102 \text{ rad/s}$$

7. Untuk menghitung Daya listrik yang dihasilkan generator :

$$P_{el} = 3,1 \text{ volt} \times 0,13 \text{ ampere}$$

$$P_{el} = 403 \text{ watt}$$

8. Untuk menghitung Daya mekanik, berdasar efisiensi dinamo 0,07 pada 200 rpm :

$$P_m = \frac{0,403}{0,07}$$

$$P_m = 5,76 \text{ watt}$$

9. Untuk menghitung Torsi :

$$\tau = \frac{P_m}{\omega} = \frac{5,76 \text{ watt} \times 60}{2 \times 3,14 \times 247,55 \text{ rpm}}$$

$$\tau = 0,22 \text{ Nm}$$

10. Untuk menghitung Daya mekanik turbin :

$$P_m = 25,9102 \text{ rad/s} \times 0,22 \text{ Nm}$$

$$P_m = 5,7002 \text{ watt}$$

11. Untuk menghitung Koefisien daya :

$$C_p = \frac{5,002 \text{ watt}}{17,0250 \text{ watt}}$$

$$C_p = 0,3348$$

12. Untuk menghitung Efisiensi turbin :

$$\eta = 0,3348 \times 100\%$$

$$\eta = 33,48 \%$$

13. Untuk menghitung Daya keluaran generator :

$$P_{gen} = 3,1 \text{ volt} \times 0,13 \text{ ampere}$$

$$P_{gen} = 0,403 \text{ watt}$$

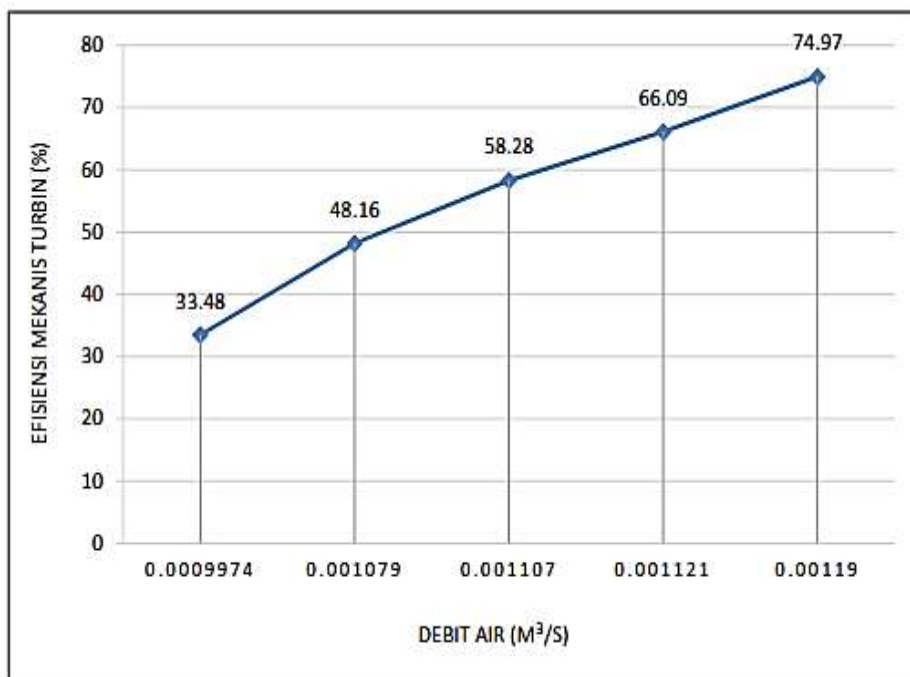
Tabel 3.1. Tabel Perhitungan Efisiensi Maksimum Kincir Savonius

No.	Tinggi muka air (m)	Putaran turbin (rpm)	Putaran turbin dengan generator (rpm)	Putaran turbin dengan generator dan beban lampu (rpm)	Tegangan generator (Volt)	Tegangan generator dengan beban lampu (Volt)	Kuat arus (Ampere)	Volume (m ³)	Waktu (s)
1	0,47	1453,5	711,2	247,55	10,0	3,1	0,13	0,1157	116
2	0,57	1667,3	853,2	257,46	12,6	3,3	0,2	0,1403	130
3	0,67	1845,2	1073,0	274,24	15,8	3,5	0,25	0,1649	148
4	0,77	2012,4	1135,7	286,54	17,0	3,6	0,29	0,1895	169
5	0,87	2045,4	1314,8	294,74	19,1	3,7	0,36	0,2142	180



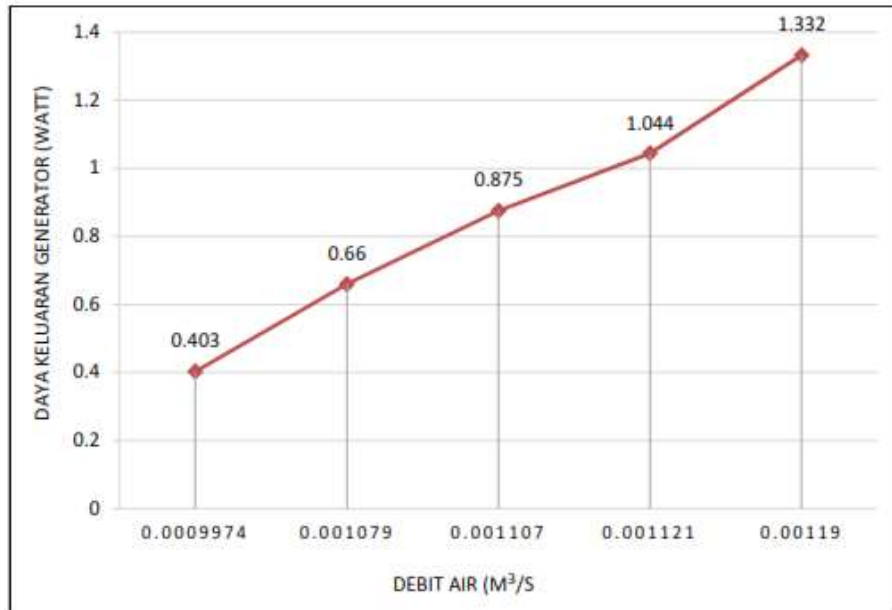
Tabel 3.2. Tabel Daya Pompa

Luas penampang (m ²)	Debit air (m ³ /s)	Kecepatan aliran (m/s)	Kecepatan sudut (rad/s)	Torsi (Nm)	Daya mekanik turbin (watt)	Koefisien daya	Efisiensi (%)	Daya generator (watt)
0,00203	0,0009974	0,4923	25,9102	0,22	5,7002	0,3348	33,48	0,403
0,00203	0,001079	0,5326	26,9475	0,35	9,4316	0,4816	48,16	0,66
0,00203	0,001107	0,5463	28,7038	0,43	12,3426	0,5828	58,28	0,875
0,00203	0,001121	0,5533	29,9912	0,49	14,6565	0,6609	66,09	1,044
0,00203	0,00119	0,5874	30,8494	0,61	18,8181	0,7497	74,94	1,332



Gambar 3.1. Grafik efisinsi mekanis turbin terhadap debit air

Dari garfik diatas menunjukkan bahwa efisiensi mekanis turbin dipengaruhi oleh debit air, karena semakin banyak debit air yang ada di dalam drum maka sangat berpengaruh terhadap efisiensi mekanis turbin. Dimana semakin banyak debit air pada posisi tinggi muka air tertinggi, maka tekanan air yang menumbuk sudu-sudu turbin semakin besar, Dilihat dari data yang telah diolah dan dibuat dalam bentuk grafik, debit air pada 0,0009974 m³/s naik sampai 0,00119 m³/s dengan nilai efisinsimekanis turbin yang dihasilkan dari 33,48 % naik sampai 74,97 %.



Gambar 3.2. Grafik daya keluaran generator turbin terhadap debit air

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa daya keluaran generator dipengaruhi oleh debit air, karena semakin banyak debit air yang ada di dalam drum maka sangat berpengaruh terhadap daya keluaran generator. Dimana semakin banyak debit air pada posisi tinggi muka air tertinggi, maka tekanan air yang menumbuk sudu-sudu turbin semakin besar. Dilihat dari data yang telah diolah dan dibuat dalam bentuk grafik, nilai dari debit air 0,0009974 m³/s naik sampai 0,00119 m³/s dengan daya keluaran generator yang dihasilkan 0,403 watt naik sampai 1,332 watt.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengolahan data dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengolahan data menunjukkan mekanisme kerja turbin yaitu menggunakan air sebagai media kerja dimana air keluar dari mulut nosel dan membentur sudu-sudu turbin sehingga menghasilkan energi mekanis pada poros turbin, dengan nilai efisiensi mekanis turbin dan daya keluaran generator sebagai berikut : efisiensi mekanis poros turbin yaitu 33,48 % naik sampai 74,97 % serta daya keluaran generator yaitu 0,403 watt naik sampai 1,332 watt pada tinggi muka air 0,47 m naik sampai 0,87 m dengan debit air 0,0009974 m/s naik sampai 0,00119 m/s.
2. Dari data-data yang telah diolah, diketahui karakteristik turbin air dengan tinggi muka air terendah 0,47 m, efisiensi mekanis turbin 33,48 % dan daya keluaran generator 0,403 watt serta tinggi muka air tertinggi 0,87 m, efisiensi mekanis turbin 74,97 % dan daya keluaran generator 1,332 watt.
3. Dari hasil percobaan dan data yang sudah diolah didapatkan bahwa efisiensi mekanis turbin dan daya keluaran generator itu dipengaruhi oleh, debit air.

DAFTAR PUSTAKA

- A.A. Kadam, S.S. Patil. Dengan judul A Review Study On Savonius Wind Rotors for Accessing the Power Performance
- Adia Cahya Purnama, dkk (2013). Dengan judul Rancang Bangun Turbin Air Sungai Poros Vertikal Tipe *Savonius* Dengan Menggunakan Pemandu Arah Aliran. Jurnal teknik POM ITS vol. 1. No. 1, (2013) 1-6.



- Afryantima Siregar, dkk (2015). Dengan judul Rancang Bangun Prototype PLTPH Menggunakan Turbin Open Flume. Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro 2015.
- Bambang triatmodjo,1993, Hidraulika I, Beta offset, Yogyakarta.
- Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi, Harinaldi, Budiarmo, 2004, *Mekanika Fluida*. Edisi 4, Erlangga, Jakarta.
- Dietzel, F. Sriyono, Dakso. 1980, *Turbin Pompa Dan Kompresor*. Erlangga, Jakarta.
- Dyos Santoso, dkk (2011). Dengan judul Studi Eksperimental Pada Turbin Air Aliran Lintang Yang Menggunakan Sudu Helikal Dengan Penampang Airfoil.
- Nastaim, Suroso, Mekanika Fluida, Program Sarjana Teknik Unsoed Purwokerto, 2005.

