

STUDI DAN ANALISA TURBIN VENTILATOR MENJADI PEMBANGKIT LISTRIK

Jusuf Haurissa¹⁾ Samuel Eko Santoso²⁾

¹⁾Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin

²⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri dan Kebumihan,
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

jhaurissa@yahoo.com

samuel_santoso@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini dimaksud untuk memodifikasi turbin ventilator menjadi pembangkit listrik tenaga angin sekali kecil.

Metode penelitian menggunakan tiga jenis variable yaitu variable bebas (Independent Variabel) : variable yang besarnya ditentukan nilainya oleh peneliti sebelum melakukan penelitian yaitu kecepatan putaran motor, kecepatan angin dan variabel terikat (dependent variabel) : variabel yang besarnya tidak dapat di tentukan oleh peneliti, nilai variabel ini tergantung nilai dari variabel besarnya yaitu kecepatan angin, putaran poros, tegangan listrik yang dihasilkan serta variabel terkontrol : variabel yang di tentukan oleh peneliti, dan nilai selalu konstan yaitu waktu.

Dari hasil penelitian didapatkan putaran turbin ventilator menggunakan dinamo modifikasi tertinggi adalah 60.67 rpm, dan menghasilkan listrik 10.9 watt dengan kecepatan angin 3.27 m/s, sedangkan turbin ventilator menggunakan dinamo sepeda tertinggi adalah 28.33 rpm, dan menghasilkan listrik 0.93 watt dengan kecepatan angin 3.27 m/s.

Kata kunci : Kecepatan putaran motor, kecepatan angin, putaran poros.

1. PENDAHULUAN

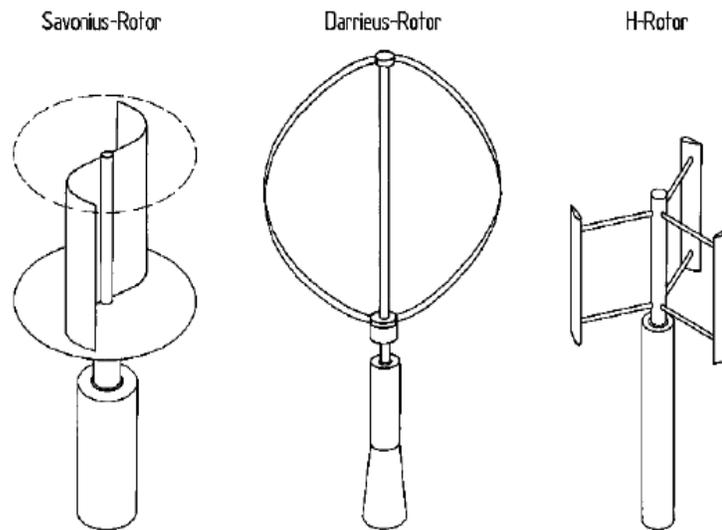
Turbin angin adalah salah satu alat yang menghasilkan energi mekanik berupa putaran poros dengan memanfaatkan energi potensial angin. Energi ini selanjutnya diubah menjadi energi lain seperti energi listrik. Potensi angin yang tersedia di Indonesia di Papua dan Papua Barat cukup tersedia. Namun banyak juga masyarakat di pesisir pantai yang belum menikmati listrik. Dengan sumber angin yang tersedia dapat membuat pembangkit listrik energi angin, turbin Ventilator memiliki konstruksi yang sederhana biaya oprasional yang kecil. Penelitian ini dilakukan untuk membantu peningkatan ekonomi, pendidikan dan penerangan bagi masyarakat.

Melihat letak geografis daerah Jayapura sebagian terletak di pesisir pantai yang berbatasan langsung dengan samudra pasifik. Sehingga potansi angin cukup tersedia dan dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga angin. Tujuan meningkatkan kinerja turbin Ventilator untuk menghasilkan energi listrik, sebagai energi alternative yang ramah lingkungan.

Angin adalah salah satu bentuk energi yang tersedia di alam, Pembangkit Listrik Tenaga Angin mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Cara kerjanya cukup sederhana, energi angin yang memutar turbin angin, diteruskan untuk memutar rotor pada generator dibagian belakang turbin angin, sehingga akan menghasilkan

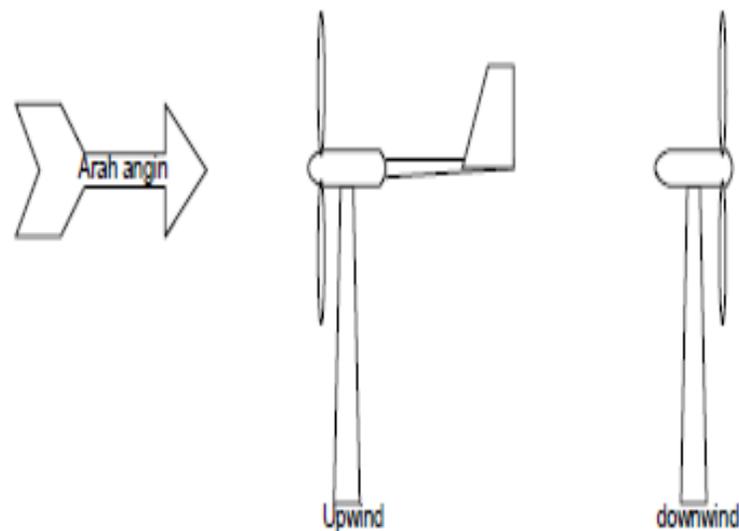
energi listrik. Energi listrik ini biasanya akan disimpan kedalam baterai sebelum dapat dimanfaatkan.

Turbin angin sumbu vertikal adalah turbin yang putaran sudunya tegak lurus dengan tanah.



Gambar 1. Turbin angin sumbu vertikal

Turbin angin horosontal (Aksil) adalah sumbu putaran sejajar dengan tanah



Gambar 2 Turbin angin horisontal

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengujian informasi lapangan dengan pendekatan pengukuran langsung, dimana untuk mendapatkan data lapangan menggunakan alat tacho meter : alat untuk mengukur putaran tiap menit (rpm), beban : berfungsi sebagai beban yang akan diukur. multimeter : berfungsi sebagai alat ukur arus (I) dan tegangan (V) untuk mendapatkan nilai daya yang dihasilkan generator

2.1. Variabel Penelitian

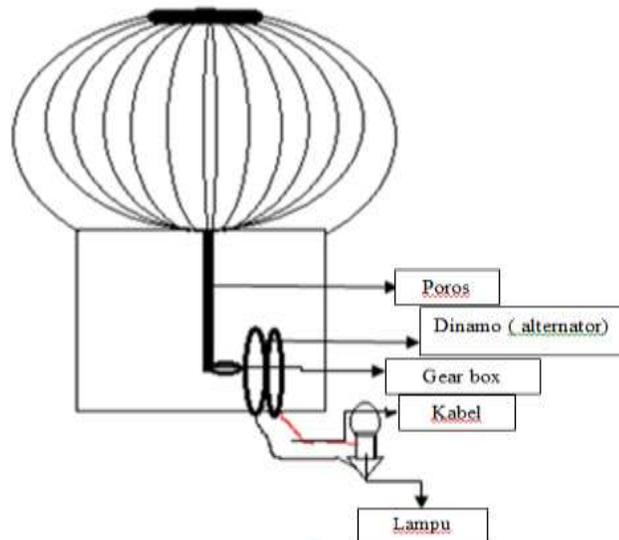
Ada tiga jenis variable yang akan di kaji dalam penelitian :

- Variabel bebas (*independent variabel*). Variabel bebas yang digunakan adalah kecepatan putaran motor, kecepatan angin.
- Variabel terikat (*dependen variabel*): variabel yang besarnya tidak didapat ditentukan oleh peneliti, nilai dari variabel ini tergantung pada nilai dari variabel bebasnya. Variabel yang digunakan adalah kecepatan angin, putaran poros, tegangan listrik yang dihasilkan.
- Variabel terkontrol: Variabel yang ditentukan oleh peneliti. Dan nilainya selalu dibuat konstan. variabel terkontrol adalah waktu

2.2. Prosedur Penelitian

Pembangkit listrik tenaga angin pada perinsipnya memanfaatkan kecepatan angin

- Pengambilan data kecepatan angin untuk menentukan putaran yang akan di hasilkan oleh turbin angin tersebut.
- Pada penelitian ini turbin angin yang digunakan menggunakan turbin ventilator yang terdapat di pasaran. Sehingga hanya perlu adanya perubahan atau modifikasi pada bagian poros turbin
- Setelah bagian poros dirubah menjadi poros putar maka hasil pada poros yang berputar akan di teruskan menuju dinamo pembangkit.
- Daya yang di hasilkan oleh dinamo akan diteruskan/dimanfaatkan sebagai sumber energi dan di berikan beban listrik seperti bola lampu.
- Komponen pendukung yang diperlukan adalah kabel sebagai penerus arus listrik yang dihasilkan oleh generator menuju komponen listrik.



Gambar 3. Sekematik turbin ventilator

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data hasil pengujian menggunakan dinamo (altenator) sepeda

No	Waktu (jam)	Kecepatan angin (m/det)	Temperatur ruangan (°C)	Putaran ventilator (rpm)	Tegangan (Volt)	Kuat arus (Ampere)
1	08.00	1.17	29.80	14.00	0.13	0.22
2	09.00	1.17	31.67	14.33	0.17	0.21
3	10.00	1.43	33.63	21.33	0.20	0.36
4	11.00	2.03	35.87	24.33	0.43	0.54
5	12.00	1.57	37.07	16.00	0.27	0.35
6	13.00	3.37	37.57	28.00	0.77	1.21
7	14.00	2.90	37.37	26.33	0.63	1.21
8	15.00	3.30	36.03	28.33	0.80	1.25
9	16.00	2.33	35.47	24.33	0.70	1.37
10	17.00	1.80	33.27	23.00	0.33	0.49
11	18.00	1.23	32.27	14.33	0.17	0.23
12	19.00	0.80	29.33	7.00	0.07	0.14

Tabel 2. Data hasil pengujian menggunakan dinamo (alternatr) hasil modifikasi

No	Waktu (jam)	Kecepatan angin (m/s)	Temperatur ruangan (°c)	Putaran ventilator (rpm)	Tegangan (Volt)	Kuat arus (Ampere)
1	08.00	1.13	29.63	43.33	0.87	1.30
2	09.00	1.00	31.67	31.33	0.83	1.51
3	10.00	1.27	33.63	42.67	0.63	1.43
4	11.00	1.87	35.87	46.33	0.83	2.05
5	12.00	1.17	37.07	35.00	0.57	1.39
6	13.00	2.33	37.57	41.33	1.70	2.57
7	14.00	2.30	37.37	49.67	1.27	2.31
8	15.00	3.27	36.13	60.67	2.87	3.80
9	16.00	2.30	35.43	44.33	1.13	2.51
10	17.00	2.33	34.83	46.33	1.30	2.23
11	18.00	0.87	32.23	28.00	0.63	1.47
12	19.00	0.50	29.37	19.67	0.47	0.68

3.1. Pengolahan Data Hasil Pengujian.

A. Pengolahan Data Turbin Ventilator

Daya angin dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

Dimana:

P = Daya Turbin Ventilator : watt

ρ = Masa Jenis Udara (2.226) : kg/m^3

A = Luas Penampang Turbin ($\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$); $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,50=0.196m^2$

V = Kecepatan Angin (m/s)



a. Daya turbin angin pada jam 08.00

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

$$= 0.5 \times 2.226 \times 0.196 \times 1.17^3$$

$$= 0.350 \text{ watt}$$

b. Daya turbin angin pada jam 09.00

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

$$= 0.5 \times 2.226 \times 0.196 \times 1.17^3$$

$$= 0.350 \text{ watt}$$

c. Daya turbin angin pada jam 10.00

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

$$= 0.5 \times 2.226 \times 0.196 \times 1.43^3$$

$$= 0.638 \text{ watt}$$

d. Daya turbin angin pada jam 11.00

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

$$= 0.5 \times 2.226 \times 0.196 \times 2.03^3$$

$$= 1.825 \text{ watt}$$

e. Daya turbin angin pada jam 12.00

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

$$= 0.5 \times 2.226 \times 0.196 \times 1.57^3$$

$$= 0.844 \text{ watt}$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya pada jam 13.00-19.00 dapat dilihat pada tabel 3
Tabel 3. Hasil Perhitungan Untuk Daya Turbin Angin Ventilator.

No	Waktu (jam)	Kecepatan angin (m/det)	Temperatur ruangan (°C)	Putaran ventilator (rpm)	Tegangan (Volt)	Kuat arus (Ampere)	Daya angin (watt)
1	08.00	1.17	29.80	14.00	0.13	0.22	0.350
2	09.00	1.17	31.67	14.33	0.17	0.21	0.350
3	10.00	1.43	33.63	21.33	0.20	0.36	0.638
4	11.00	2.03	35.87	24.33	0.43	0.54	1.825
5	12.00	1.57	37.07	16.00	0.27	0.35	0.844
6	13.00	3.37	37.57	28.00	0.77	1.21	8.349
7	14.00	2.90	37.37	26.33	0.63	1.21	5.320
8	15.00	3.30	36.03	28.33	0.80	1.25	7.840
9	16.00	2.33	35.47	24.33	0.70	1.37	2.759
10	17.00	1.80	33.27	23.00	0.33	0.49	1.272
11	18.00	1.23	32.27	14.33	0.17	0.23	0.406
12	19.00	0.80	29.33	7.00	0.07	0.14	0.112

B. Turbin Angin Ventilator Menggunakan Dinamo Modifikasi
Dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

Dengan:

P = Daya Turbin Ventilator ; watt

ρ = Masa Jenis Udara (2.226) ; kg/m^3



$$A = \text{Luas Penampang Turbin} \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \right); \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,50 = 0,196 \text{m}^2$$

$$V = \text{Kecepatan Angin (m/s)}$$

a. Daya turbin angin pada jam 08.00

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \\ &= 0,5 \times 2,226 \times 0,196 \times 1,13^3 \\ &= 31,51 \text{ watt} \end{aligned}$$

b. Daya turbin angin pada jam 09.00

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \\ &= 0,5 \times 2,226 \times 0,196 \times 1,00^3 \\ &= 21,84 \text{ watt} \end{aligned}$$

c. Daya turbin angin pada jam 10.00

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \\ &= 0,5 \times 2,226 \times 0,196 \times 1,27^3 \\ &= 44,73 \text{ watt} \end{aligned}$$

d. Daya turbin angin pada jam 11.00

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \\ &= 0,5 \times 2,226 \times 0,196 \times 1,87^3 \\ &= 142,79 \text{ watt} \end{aligned}$$

e. Daya turbin angin pada jam 12.00

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \\ &= 0,5 \times 2,226 \times 0,196 \times 1,17^3 \\ &= 34,97 \text{ watt} \end{aligned}$$

Tabel 4. Perhitungan Daya Angin Menggunakan Dinamo Sepeda

No	Waktu (jam)	Kecepatan angin (m/s)	Temperatur ruangan (°c)	Putaran Ventilator (rpm)	Tegangan (Volt)	Kuat arus (Ampere)	Daya angin (watt)
1	08.00	1.13	29.63	43.33	0.87	1.30	0.315
2	09.00	1.00	31.67	31.33	0.83	1.51	0.218
3	10.00	1.27	33.63	42.67	0.63	1.43	0.447
4	11.00	1.87	35.87	46.33	0.83	2.05	1.426
5	12.00	1.17	37.07	35.00	0.57	1.39	0.349
6	13.00	2.33	37.57	41.33	1.70	2.57	2.759
7	14.00	2.30	37.37	49.67	1.27	2.31	2.654
8	15.00	3.27	36.13	60.67	2.87	3.80	7.628
9	16.00	2.30	35.43	44.33	1.13	2.51	2.654
10	17.00	2.33	34.83	46.33	1.30	2.23	2.759
11	18.00	0.87	32.23	28.00	0.63	1.47	0.144
12	19.00	0.50	29.37	19.67	0.47	0.68	0.027



C. Perhitungan Daya Mekanik Turbin Ventilator Menggunakan Dinamo Sepeda

Daya mekanik Turbin angin Ventilator dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$P = V \times I$$

Dimana :

P = daya (watt)

V = tegangan (Volt)

I = kuat arus (ampere)

a. Daya turbin angin pada jam 08.00

$$\begin{aligned} P &= 0.13 \times 0.22 \\ &= 0.03 \text{ watt} \end{aligned}$$

b. Daya turbin angin pada jam 09.00

$$\begin{aligned} P &= 0.17 \times 0.21 \\ &= 0.03 \text{ watt} \end{aligned}$$

c. Daya turbin angin pada jam 10.00

$$\begin{aligned} P &= 0.20 \times 0.36 \\ &= 0.07 \text{ watt} \end{aligned}$$

d. Daya turbin angin pada jam 11.00

$$\begin{aligned} P &= 0.43 \times 0.54 \\ &= 0.2 \text{ watt} \end{aligned}$$

e. Daya turbin angin pada jam 12.00

$$\begin{aligned} P &= 0.27 \times 0.35 \\ &= 0.09 \text{ watt} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk kecepatan rata-rata pada pukul 13.00 sampai dengan pukul 19.00 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Data hasil perhitungan daya turbin Ventilator menggunakan dinamo sepeda.

No	Waktu (jam)	Kecepatan angin (m/det)	Temperatur ruangan (°C)	Putaran ventilator (rpm)	Tegangan (Volt)	Kuat arus (Ampere)	Daya turbin (watt)
1	08.00	1.17	29.8	14	0.13	0.22	0.03
2	09.00	1.17	31.67	14.33	0.17	0.21	0.04
3	10.00	1.43	33.63	21.33	0.2	0.36	0.07
4	11.00	2.03	35.87	24.33	0.43	0.54	0.25
5	12.00	1.57	37.07	16	0.27	0.35	0.23
6	13.00	3.37	37.57	28	0.77	1.21	0.93
7	14.00	2.9	37.37	26.33	0.63	1.21	0.76
8	15.00	3.3	36.47	28.33	0.8	1.25	0.91
9	16.00	2.33	34.47	24.33	0.7	1.37	0.75
10	17.00	1.8	33.27	23	0.33	0.49	0.16
11	18.00	1.23	32.27	14.33	0.17	0.23	0.44
12	19.00	0.8	29.33	7	0.07	0.14	0.1



D. Perhitungan Daya Mekanik Turbin Ventilator Menggunakan Dinamo Modifikasi

Daya mekanik Turbin angin Ventilator dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$P = V \times I$$

Dimana :

P = daya (watt)

V= tegangan (Volt)

I = kuat arus (ampere)

a. Daya turbin angin pada jam 08.00

$$P = 0.87 \times 1.30$$

$$= 1.13\text{watt}$$

b. Daya turbin angin pada jam 09.00

$$P = 0.83 \times 1.51$$

$$= 1.25\text{watt}$$

c. Daya turbin angin pada jam 10.00

$$P = 0.63 \times 1.43$$

$$= 0.90\text{watt}$$

d. Daya turbin angin pada jam 11.00

$$P = 0.83 \times 2.05$$

$$= 1.70\text{watt}$$

e. Daya turbin angin pada jam 12.00

$$P = 0.57 \times 1.39$$

$$= 0.79\text{watt}$$

Perhitungan untuk kecepatan rata-rata pada pukul 13.00 sampai dengan pukul 19.00 dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Data Hasil Perhitungan Daya Turbin Ventilator Menggunakan Dinamo Modifikasi.

No	Waktu (jam)	Kecepatan angin (m/det)	Temperatur ruangan (°C)	Putaran ventilator (rpm)	Tegangan (Volt)	Kuat arus (Ampere)	Daya turbin (watt)
1	8	1.130	29.63	43.330	0.870	1.300	1.130
2	9	1.000	31.67	31.330	0.830	1.510	1.250
3	10	1.270	33.63	42.670	0.630	1.430	0.900
4	11	1.870	35.87	46.460	0.830	2.050	1.700
5	12	1.170	37.07	35.000	0.830	1.390	0.790
6	13	2.330	37.57	41.330	1.700	2.570	4.370
7	14	2.300	37.37	49.670	1.270	2.310	2.930
8	15	3.270	36.13	60.670	2.870	3.800	10.910
9	16	2.300	35.43	44.330	1.130	2.510	2.840
10	17	2.330	34.83	46.440	1.300	2.230	2.900
11	18	0.870	32.23	28.000	0.630	1.470	0.930
12	19	0.500	29.37	19.670	0.470	0.680	0.320

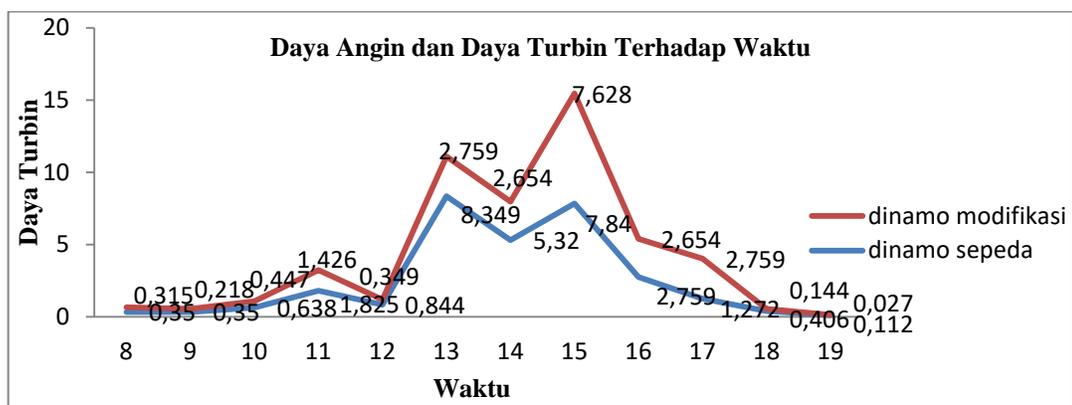


3.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan maka kecepatan angin yang mempengaruhi daya turbin dan pemilihan dinamo juga menjadi pertimbangan karena turbin ventilator memiliki torsi yang tidak begitu besar, sedangkan dinamo sepeda membutuhkan torsi yang cukup besar sehingga daya yang dihasilkan sangat lemah. Berbeda dengan daya yang dihasilkan oleh dinamo hasil modifikasi tidak membutuhkan torsi tidak besar sehingga daya yang dihasilkan oleh dinamo tidak mebebani turbin.

Hasil pengolahan data pada tabel 3, tabel 4, table 5 dan table 6 dibuat dalam bentuk grafik. Hubungan kecepatan angin dan putaran turbin, kecepatan angin dan daya angin, kecepatan angin dengan daya mekanik.

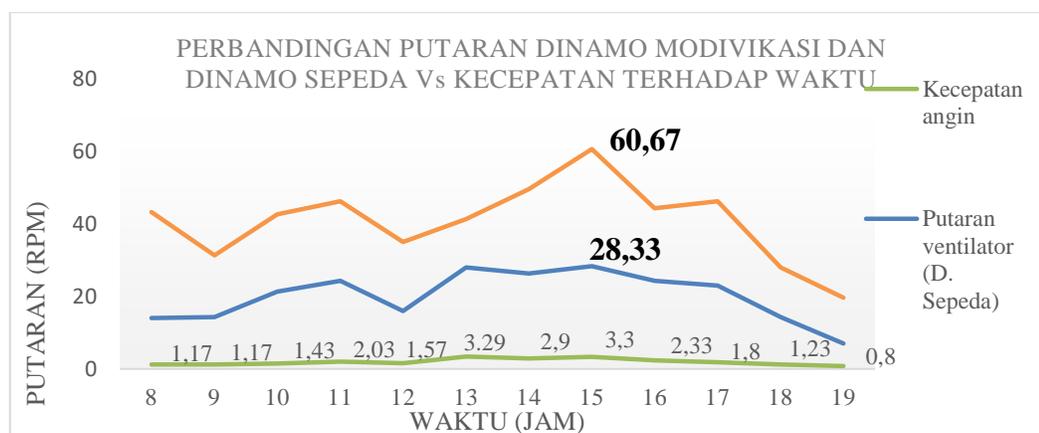
A. Grafik Hasil Pengujian, Perbandingan Antara Daya Turbin Dinamo Sepeda Dengan Dinamo Modifikasi Terhadap Waktu



Gambar 4. Grafik Hubungan antara daya angin dan putaran terhadap waktu

Dari grafik diatas menunjukkan daya turbin dinamo sepeda lebih tinggi dibandingkan dinamo modifikasi di mana dinamo modifikasi 7,628 watt. Trejadi pada jam 13.00 diwaktu yang sama juga daya turbin dinamo sepeda hanya 8,349 watt. perbedaan ini terjadi karena turbin yang menggunakan dinamo modifikasi membutuhkan daya angin yang tidak besar. Namun sebaliknya turbin dinamo sepeda membutuhkan daya angin yang besar untuk berputar,

B. Grafik Hasil Pengujian, Hubungan Antara Putaran Dan Kecepatan Terhadap Waktu

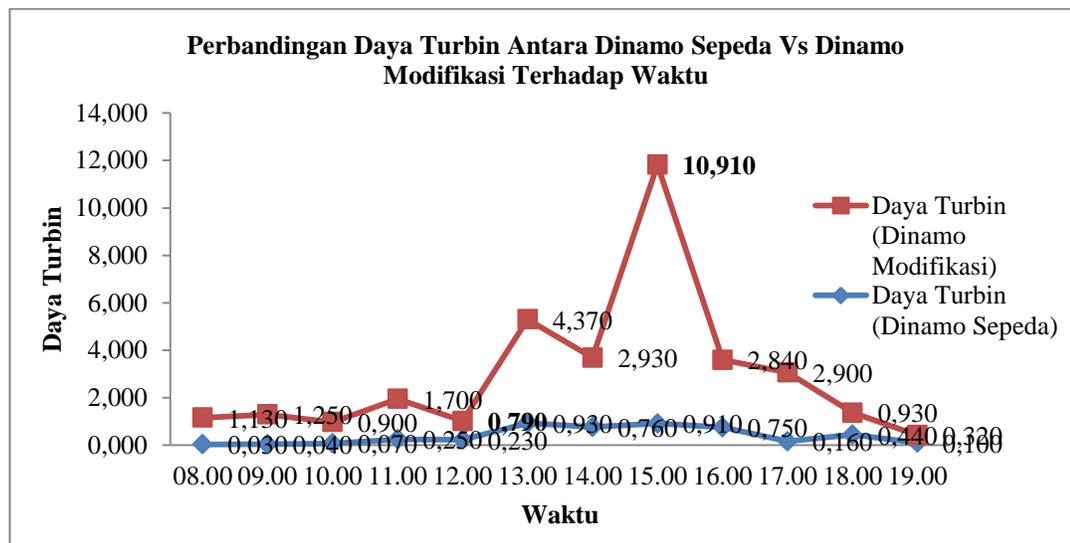


Gambar 5. Grafik Perbandingan antara putaran dan kecepatan terhadap waktu



Putaran turbin juga berbanding lurus dengan kecepatan angin semakin tinggi kecepatan angin maka semakin tinggi juga putaran yang dihasilkan. Dinamo modifikasi memiliki putaran lebih tinggi yaitu 60.67 rpm, dari pada dinamo sepeda 28,33 rpm karena dinamo sepeda membutuhkan angin yang besar untuk berputar sebaliknya dinamo modifikasi lebih mudah berputar karena tidak membutuhkan tenaga angin yang besar.

C. Perbandingan Daya Turbin Antara Dinamo Sepeda Vs Dinamo Modifikasi Terhadap Waktu



Gambar 6. Grafik perbandingan antara waktu dan daya turbin dinamo sepeda dan dinamo modifikasi

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa dinamo modifikasi memiliki daya yang lebih besar yaitu 10,910 watt, sedangkan dinamo sepeda 0,790 watt. Oleh sebab itu pada putaran turbin yang rendah dinamo modifikasi mampu menghasilkan daya listrik yang lebih baik dari pada dinamo sepeda, karena dinamo modifikasi memiliki beban putaran yang lebih ringan dibandingkan dinamo sepeda. Sehingga dinamo modifikasi tidak membebani turbin.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa kinerja turbin angin ventilator untuk pembangkit listrik tenaga angin, dapat di simpulkan sebagai berikut

1. Putaran turbin ventilator menggunakan dinamo modifikasi tertinggi adalah 60.67 rpm, dan menghasilkan listrik 10.9 watt dengan kecepatan angin 3.27 m/s, sedangkan turbin ventilator menggunakan dinamo sepeda tertinggi adalah 28.33 rpm, dan menghasilkan listrik 0.93 watt dengan kecepatan angin 3.27 m/s.
2. Berdasarkan data diatas, sehingga turbin ventilator dapat digunakan sebagai pembangkit listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Jaya, Gunawan Nugroho. Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Jenis Savonius Dengan Variasi Kurva Blade Untuk Memperoleh Daya Maksimum.
- Aistu Pudjanarsa, Djati Nursuhud. 2008, Mesin Konversi Energi Penerbit Andi Yogyakarta.
- Denis Ginting. Analisadesain, Teknologi dan Perstasi Turbin Angin 10 kw Penelitian Pusat Teknologi Dirgantara (LAPAN)



- Farel.H.Napitupulu, Fritz Mauritz. Uji Ekperimental dan Analisa Pengaruh Variasi Kecepatan dan Jumlah Sudu Terhadap Dayadan Putaran Turbin Angin Vertikal Axis Savonius Dengan Mengubah Sudu Pengarah. Depatemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara. Jurnal Dinamis, Volume II No 12, Januari 2013
- Fritz Dietzel, 1980, Turbin, Pompa dan Kompensor, Penerbit Erlangga
- JP.Holman, 1997 Perpindahan Kalor, Penerbit Erlangga.

