

STUDI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN (BAYU) SUMBU HORIZONTAL

Ujang Wiharja¹, Andres Sofani Fibrihadi²

ABSTRAK- Pada saat sekarang, energi alternatif yang baru diharapkan dapat mengurangi krisis listrik, mengurangi biaya produksi listrik, dan yang paling penting ramah lingkungan. PLT-Angin (Bayu) Sumbu Horizontal adalah salah satu alternatif pembangkit ramah lingkungan.

Dari hasil analisa Pembangkit Listrik Tenaga Angin sumbu Horizontal dengan kapasitas 400 Watt dapat disimpulkan sebagai berikut, pada saat tanpa beban generator menghasilkan tegangan DC sebesar 8,1 volt dengan putaran turbin 168 rpm. Pada saat diberikan beban DC 17,5 Watt, tegangan keluaran DC menjadi 5,1 volt dengan putaran turbin menjadi 132 rpm. Bila menggunakan inverter tegangan keluaran tanpa beban sebesar 220,9 volt dengan putaran turbin 168 rpm. Dengan menggunakan inverter dan diberikan beban sebesar 15W tegangan keluaran menjadi 47,6 volt dengan putaran turbin menjadi 136 rpm.

ABSTRACT- *At the present time, the new alternative energy is expected to reduce the electricity crisis, reducing the cost of electricity production, and most importantly environmentally friendly. Horizontal Axis thermal power station is one of alternative environmentally friendly plants.*

From the analysis of Wind Power Horizontal axis with a capacity of 400 Watts can be summed up as follows, during the no-load generator generates a DC voltage of 8.1 volts with a turbine wheel 168 rpm. At the time given DC load 17.5 Watt, DC output voltage to 5.1 volts with a turbine wheel to 132 rpm. When using the inverter output voltage without load of 220.9 volts with a turbine wheel 168 rpm. By using the inverter and given loads of 15W output voltage to 47.6 volts with a turbine wheel to 136 rpm.

Keywords: PLTB, Voltage, Round Turbine, Inverter, Load.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Potensi energi terbarukan sayang untuk tidak dimanfaatkan, terutama untuk bidang kelistrikan untuk menggerakkan turbin angin Pusat Listrik Tenaga Bayu (PLTB) .

Untuk menganalisa hal ini diperlukan beberapa kali pengujian di tempat atau lokasi yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penulisan ini memfokuskan pada kajian dan analisa sebagai berikut ;

1. Memanfaatkan sumber daya angin yang ada menjadi tenaga listrik.
2. Bagaimana pemilihan jenis turbin yang sesuai dengan kondisi di Indonesia.
3. Mengetahui cara kerja sistem PLTB sumbu horizontal.

4. Komponen apa saja yang digunakan pada PLTB tipe sumbu horisontal.
5. Mengetahui efisiensi yang dihasilkan dari PLTB sumbu horisontal.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan studi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu dengan turbin angin horisontal ini adalah:

1. Untuk mengetahui cara kerja sistem PLTB.
2. Untuk mengetahui komponen yang digunakan dalam PLTB.
3. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan angin terhadap turbin PLTB sumbu horisontal.
4. Memperkaya khasanah ilmu pengetahuan dalam pengembangan turbin angin.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Umum

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan jenis pembangkit yang memanfaatkan energi terbarukan yaitu angin.

2.2. Energi Angin

Angin adalah udara yang bergerak dari tekanan tinggi menuju ke tekanan rendah atau sebaliknya yaitu dari suhu udara yang rendah ke suhu udara yang lebih tinggi.

Cara Memperkirakan Kecepatan Angin

Untuk memperkirakan kecepatan angin di lokasi, dapat dipergunakan 2 teknik. Teknik pertama menggunakan alat yang disebut Anemometer, sedangkan teknik kedua menggunakan pengamatan visual berdasarkan Beaufort Scale.

2.3. Sejarah Perkembangan PLTB

Pemanfaatan tenaga angin untuk menghasilkan energi listrik pertama dibuat oleh Poul La Cour di Denmark lebih dari 100 tahun yang lalu, Poul La Cour membuat turbin angin pertama sebagai pembangkit listrik berupa sebuah kincir angin tradisional.

2.4. Potensi PLTB di Indonesia

Berdasarkan data *blueprint* Energi Nasional, Departemen ESDM RI, potensi PLTB di Indonesia sebesar 9,29 GW atau 9290 MW atau 46,1 juta setara barel minyak (SBM), baru sekitar 0,5 GW yang dikembangkan, yang berarti baru sekitar 5,38%, dan kapasitas yang terpasang hanya 0,0006 GW atau 0,6 MW.

2.5. PLTB

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan potensi energi terbarukan yaitu angin dimana sistem konversi energi angin menjadi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Di dunia, PLTB termasuk teknologi energi terbarukan yang cukup maju terutama dalam satu dekade terakhir.

2.6. Turbin Angin

Proses awal pemanfaatan energi angin menjadi energi listrik berawal dari turbin angin, sehingga turbin angin merupakan komponen pertama yang selalu akan dibahas dalam kaitannya dengan pembangkit Listrik Tenaga Bayu.

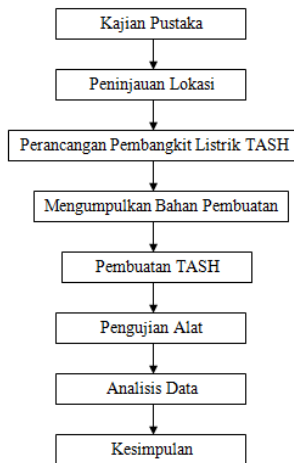
2.6.1. Tempat Pemasangan Turbin Angin

Tempat – tempat yang baik untuk pemasangan turbin secara umum yaitu :

1. Celah di antara gunung.
2. Dataran terbuka.
3. Pesisir pantai.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alur (Flowchart) Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Metode Pembuatan Alat

3.2 Peninjauan Lokasi

Lokasi pengujian PLTASH dilaksanakan di Jl. Inspeksi Kanal Timur, Cilincing, Kota Jakarta Utara, DKI Jakarta. Berlokasi di pinggir saluran Banjir Kanal Timur Propinsi DKI Jakarta Indonesia yang letak geografisnya adalah di dekat hilir Saluran BKT yang mengarah ke Teluk Jakarta.

3.3 Perancangan PLTB Sumbu Horisontal

faktor yang mempengaruhi dalam perancangan alat PLTB Sumbu Horisontal, adalah sebagai berikut :

- a. Pemilihan komponen yang digunakan
- b. Pemilihan material
- c. Penentuan maksimal tegangan keluaran yang dibutuhkan.
- d. Penentuan bilah turbin horisontal yang digunakan.
- e. Penyesuaian dana yang dimiliki.

3.5 Pembuatan Turbin Angin Sumbu Horisontal

Beberapa kontruksi PLTA sumbu Horisontal antara lain :

- a. Turbin sumbu Horisontal
- b. Rumah Generator
- c. Tiang
4. Generator

3.6 Pengujian Alat

Beberapa alat ukur dan alat pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Digital Multimeter merk Kyoritsu (1 unit).
2. Slow Motion Video merk Samsung (1 buah)
3. Lampu Bohlam merk Philips (3 buah)
4. Lampu Bohlam DC (7 buah), masing-masing 3Watt 5 buah dan 1,25Watt 2 buah
5. Lambu Bohlam AC merk Philips 5Watt (3 buah)
6. Inverter 300W (1 unit)

4. PEMBAHASAN

4.1 Prinsip Kerja Pengujian Alat PLTB

Pada dasarnya prinsip kerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Angin adalah memanfaatkan energi kinetik angin pada suatu tempat.

4.2 Hasil Pengujian

Hasil dari beberapa kali pengujian yang telah dilakukan di lapangan berikut ini adalah hasil dari pengukuran tegangan (V) dan arus listrik (I) keluaran serta perhitungan daya (P) yang dihasilkan :

4.2.1.1 Hasil Pengujian dengan beban DC

Tabel 4.1 Hasil dari pengujian generator tegangan keluaran DC

PENGUJIAN	BEBAN DC (WATT)	TEGANGAN (VOLT)	ARUS (AMPERE)	RPM	ΔV DROP TEGANGAN (VOLT)	DAYA (WATT)
I	0	8,1	-	168	-	-
II	9	7,6	0,3	150	0,5	2,28
III	15	5,7	0,4	138	2,4	2,28
IV	17,5	5,1	0,5	132	3	2,55

Perhitungan Drop Tegangan (ΔV) adalah sebagai berikut :

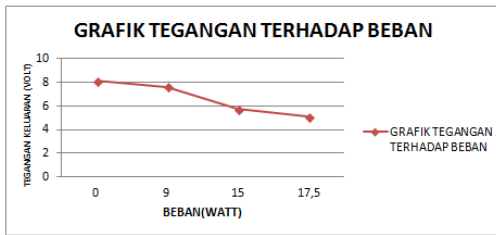
$$\begin{aligned} \Delta V_{II} &= V_I - V_{II} \\ &= 8,1 - 7,6 \\ &= 0,5 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Perhitungan Daya keluar pada saat dibebani adalah sebagai berikut :

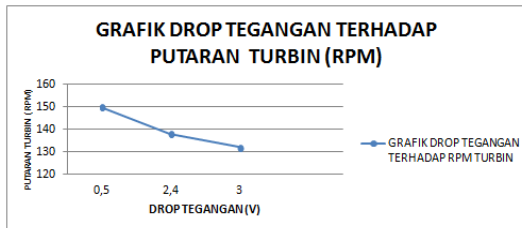
$$\begin{aligned} P_{II} &= V_{II} \times I_{II} \\ &= 7,6 \times 0,3 \\ &= 2,28 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk mengamati pengaruh beban terhadap tegangan keluaran dan pengaruh drop tegangan terhadap

putaran turbin dibuat grafik seperti dibawah ini :



Gambar 4.2. Grafik pengaruh beban terhadap tegangan keluaran.



Gambar 4.3. Grafik Drop tegangan terhadap putaran turbin (rpm).

4.3 Perhitungan Efisiensi Pembangkit

Berdasarkan data-data yang telah diketahui berdasarkan perhitungan-perhitungan yang dituliskan di poin sebelumnya, dengan ini Efisiensi dari sistem Pembangkit (PLTB Sumbu Horisontal) yang dibuat dapat dihitung sebagai berikut :

$$\eta_{(II)} = P_{b(II)} : P_g \times 100\%$$

$$\eta_{(II)} = (2,28 : 400) \times 100\%$$

$$\eta_{(II)} = 0,0057 \times 100\%$$

$$\eta_{(II)} = 0,57 \%$$

Dan untuk perhitungan efisiensi (η) dari perhitungan II sampai dengan IV tertulis dalam tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4.2 Efisiensi generator dengan beban DC

PENGUJIAN	DAYA PENGUJIAN GENERATOR (P)	DAYA GENERATOR (P)	EFISIENSI %
II	2,28	400	0,57
III	2,28	400	0,57
IV	2,55	400	0,6375
RATA-RATA EFISIENSI (η) %			0,5925

4.3.1 Hasil Pengujian dengan tegangan AC berbeban

Tabel 4.3 Hasil dari pengujian generator tegangan keluaran AC

PENGUJIAN	BEBAN AC (WATT)	TEGANGAN (VOLT)	ARUS (AMPERE)	RPM	DROP TEGANGAN (VOLT)	DAYA (WATT)
I	0	220,9	0	168		
II	5	112,2	0,1	152	108,7	11,22
III	10	50,9	0,2	138	170	10,18
IV	15	47,6	0,2	136	173,3	9,52

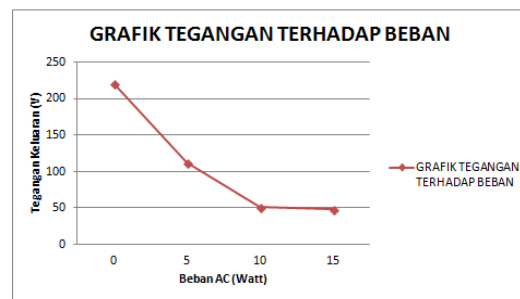
Perhitungan Drop Tegangan (ΔV) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \Delta V &= V_I - V_{II} \\ &= 220,9 - 112,2 \\ &= 108,7 \text{ Volt} \end{aligned}$$

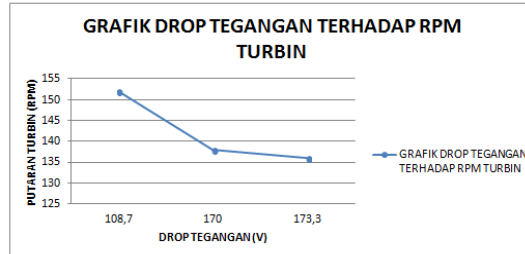
Perhitungan Daya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P &= V_I \times I_I \\ &= 112,2 \times 0,1 \\ &= 11,22 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Untuk mengamati pengaruh beban terhadap tegangan keluaran dan pengaruh drop tegangan terhadap putaran turbin dibuat grafik seperti dibawah ini :



Gambar 4.4 Grafik pengaruh beban terhadap tegangan keluaran AC.



Gambar 4.5 Grafik Drop tegangan AC terhadap putaran turbin (rpm).

4.3 Perhitungan Efisiensi Pembangkit (tegangan keluaran AC).

Berdasarkan data-data yang telah diketahui berdasarkan perhitungan-perhitungan yang dituliskan di poin sebelumnya, dengan ini Efisiensi dari sistem Pembangkit (PLT Angin Sumbu Horisontal) yang dibuat dapat dihitung sebagai berikut :

$$\eta_{(II)} = P_{b(II)} : P_g \times 100\%$$

$$\eta_{(II)} = (11,22 : 400) \times 100\%$$

$$\eta_{(II)} = 0,0281 \times 100\%$$

$$\eta_{(II)} = 2,81 \%$$

Dan untuk perhitungan efisiensi (η) dari perhitungan II sampai dengan IV tertulis dalam tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4.4 Efisiensi generator dengan beban AC

PENGUJIAN	DAYA PENGUJIAN GENERATOR (P)	DAYA GENERATOR (P)	EFISIENSI %
II	11,22	400	2,805
III	10,18	400	2,545
IV	9,52	400	2,38
RATA-RATA EFISIENSI (I) %			2,576666667

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa Pembangkit Listrik Tenaga Angin sumbu Horizontal dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada saat tanpa beban generator menghasilkan tegangan DC sebesar 8,1 volt dengan putaran turbin 168 Rpm.
2. Pada saat diberikan beban DC 17,5 Watt, tegangan keluaran DC menjadi 5,1 volt dengan putaran turbin menjadi 132 Rpm.
3. Rata-rata Efisiensi hasil pengujian beban DC adalah 0,6%
4. Bila menggunakan inverter tegangan keluaran tanpa beban sebesar 220,9 volt dengan putaran turbin 168 Rpm.
5. Dengan menggunakan inverter dan diberikan beban sebesar 15W tegangan keluaran menjadi 47,6 volt dengan putaran turbin menjadi 136 Rpm.
6. Rata-rata Efisiensi hasil pengujian beban AC adalah 2,6%

5.2 Saran

Untuk memperbaiki Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Horizontal, Turbin dan generator dapat dipasang gearbox dengan perbandingan 3:1 untuk memperbaiki putaran generator sesuai nominal generator. Kapasitas inverter disarankan menyamai nominal generator yaitu 400 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim. 2003. *Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia yang Disempurnakan*. Jakarta : Balai Pustaka.
2. Anonim. 2010. *Makalah Telaah Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berdasarkan Manfaat dan Aplikasinya*. Jakarta :

Teknik Industri Universitas Mercu Buana.

3. Fajar Yulianto . 2012. *Memilih Bahan dan Komponen untuk Pembuatan PLTB*. <http://membuatpltbmandiri.blogspot.com/2012/12/memilih-bahan-dan-komponen-untuk.html> Diakses tanggal 8 Februari 2015.
4. Heryanto, Atep. 2010. *Pembangkit Listrik Tenaga Angin*. <http://khanzaku.wordpress.com/2010/01/23/pembangkit-listrik-tenaga-angin> Diakses tanggal 8 Februari 2015.
5. Sasongko, Firman. 2009. *Dampak Lingkungan Pembangkit Listrik Tenaga Angin*. <http://konversi.wordpress.com/2009/03/01/dampak-lingkungan-pembangkit-listrik-tenaga-angin>. Diakses tanggal 28 Maret 2012.
6. Suyuti. 1997. *Studi Potensi Energi Angin untuk Pembangkit Listrik di Pedesaan dengan Kasus Desa Bungaiya, Kabupaten Selayar, Sulawesi Selatan*. Depok : Fakultas Teknik Universitas Indonesia.