

ANALISIS KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL TIPE TSD 500 PADA BEBAN KONSTAN

Purwanto

Budhi Prasetyo, Ismin Taukid Rahyono, Slamet Priyoatmojo

Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. H. Sudarto, S.H., Tembalang, Semarang, 50275, PO BOX 6199 / SMS

Telp. (024) 7473417, 7499585, Faks. (024) 7472396

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa kinerja turbin angin sumbu horizontal tipe TSD 500 pada beban konstan dengan menggunakan variasi kecepatan angin 8 m/s, 9 m/s, 10 m/s, 11 m/s, 12 m/s, 13 m/s, 14 m/s, dan untuk mendapatkan efisiensi sistem terbaik. Metode penelitian yang digunakan dengan cara melakukan pengujian pada turbin angin sumbu horizontal tipe TSD 500 menggunakan variasi kecepatan angin 8 m/s sampai 14 m/s untuk mendapatkan grafik karakteristik dan efisiensi sistem terbaik. Hasil pengujian dengan menggunakan variasi kecepatan angin 8 m/s sampai 14 m/s diantaranya pada kecepatan angin 8 m/s dibeban lampu 500 watt didapatkan nilai efisiensi sistem terbaik yaitu 12 %.

Kata Kunci : Turbin horizontal TSD 500, karakteristik turbin, efisiensi sistem

1. Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi memberi manfaat bagi manusia, namun juga menuntut konsumsi energi yang besar dan terus meningkat. Indonesia yang merupakan Negara berkembang sangat membutuhkan pasokan energi yang banyak dan terus meningkat setiap tahunnya, sedangkan pasokan energi tersebut masih mengandalkan sumber konvensional (fosil). Hal ini dikarenakan sumber dan cadangan energi yang tidak sebanding dengan pertumbuhan penduduk, dengan pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi yang cenderung mengikuti deret ukur (*exponential function*). Sumber energi fosil yang selama ini tersedia merupakan sumber energi utama yang ketersediannya sangat terbatas dan terus mengalami deplesi atau penipisan. Sedangkan proses alam memerlukan waktu yang sangat lama untuk kembali dapat menyediakan energi fosil tersebut.

Indonesia mempunyai potensi sumber energi terbarukan yang melimpah yang bisa menggantikan penggunaan bahan bakar fosil. Pemerintah Indonesia sendiri telah menetapkan kebijakan Energi Nasional yang menargetkan peningkatan penggunaan energi terbarukan yang selama ini kurang dimanfaatkan seperti angin, gas alam, panas bumi, dan matahari. Contoh konkrit dan

paling mudah dirasakan saat ini adalah tingginya kebutuhan migas namun tidak diimbangi oleh kapasitas produksinya. Pemerintah maupun swasta dan hampir semua negara kemudian berpacu untuk membangkitkan energi negaranya.

Mengacu pada **UU Nomor 30 tahun 2007 tentang energi** dan selaras dengan kebijakan pemerintah tentang konversi energi (Keppres Nomor 43 tahun 1991) dan penghematan energi (Inpres Nomor 10 tahun 2005), sertadidukung dengan Kepmen ESDM Nomor 0002 tahun 2004 tentang kebijakan pengembangan energi terbarukan dan konservasi energi atau pengembangan energi hijau, maka setiap warga negara dianjurkan untuk menggali potensi-potensi energi alternatif yang ada di Indonesia, seperti energi angin, surya, air, panas bumi, biogas, biomassa, bioethanol, dan lain sebagainya untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Salah satu contoh alternatif energi yang dapat dipilih adalah angin, karena angin terdapat dimana-mana sehingga mudah didapat langsung serta tidak membutuhkan biaya besar. Penyediaan angin oleh alam cenderung berpindah-pindah, sehingga diperlukan teknologi yang mampu untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satunya dengan Turbin angin TSD-500 ini.

Peletakkan alat tersebut sebaiknya tidak hanya pada satu titik, tetapi harus disebarluaskan menyesuaikan distribusi sumber angin. Mengingat biaya transportasi yang besar, maka perlu dilakukan efisiensi.

Angin merupakan sumber energi yang terbarukan. Pemanfaatan angin sebagai sumber energi sudah lama dilakukan oleh manusia (Hofman dan Harun, 1987). Pemanfaatan energi angin masih belum maksimum. Hal ini dikarenakan sumber energi minyak masih melimpah dan murah. Saat ini bahan bakar minyak harganya melambung tinggi sehingga sumber energi alternatif termasuk angin menjadi populer. Pemanfaatan energi angin dapat dilakukan melalui teknologi turbin angin. Turbin angin berfungsi untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik turbin. Energi mekanik tersebut kemudian digunakan untuk menggerakkan beban seperti generator listrik, pompa, dan mesin-mesin lainnya.

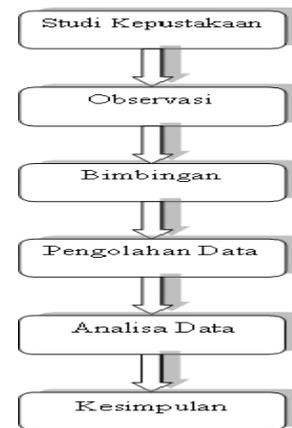
Pada kesempatan kali ini kami ingin menjelaskan tentang turbin angin sumbu horizontal tipe TSD-500 dengan 3 blade propeller yang memiliki tingkat efisiensi 40% .

yang mampu menghasilkan daya maksimal 500 Wattpeak (Wp) dengan kecepatan angin 12 m/s. dan diatasnya yang dapat bertahan sampai kecepatan angin 33 m/s.

Maka dengan adanya tuntutan tersebut, Politeknik Negeri Semarang mewajibkan mahasiswanya untuk membuat tugas akhir semester bagi setiap mahasiswanya yang akan menyelesaikan pembelajaran di Politeknik Negeri Semarang.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian dimulai dengan studi literatur dan studi hasil riset-riset sebelumnya, studi potensi angin, tahap perancangan alat, tahap pemilihan bahan, tahap pengerjaan, tahap perakitan, dan tahap pengujian alat. Tahapan penelitian dapat digambarkan dalam diagram alir dan tahapan pekerjaan penelitian seperti di bawah ini. Tahapan-tahapan penelitian dapat digambarkan dalam Gambar diagram di bawah ini:



Gambar 1 Tahapan penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

- Data diambil dari table 1, data hasil penelitian beban konstan dengan variasi kecepatan angin.

P : 500 watt

v : 8m/s

V: 45 volt

I: 1,6 ampere

- Digunakan untuk mencari

Daya Kinetik (P_{kin})

Daya keluaran (P_{out})

Efisiensi system (η_s)

Contoh Perhitungan diambil dari tabel pengujian dan data perhitungan, jumlah sudu 3 pada tanggal 14 April 2014 dengan data sebagai berikut :

- Kecepatan angin (v) = 8 m/s
- Temperatur lingkungan (T) = 32° C
- Luas sapuan angin (A) = 2,0096 m²
- Massa jenis udara (ρ_{udara}) = 1,1746 kg/m³

Perhitungan :

- Contoh Perhitungan pada beban 500watt

Daya Kinetik

$$(P_{kin}) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$$

$$= \frac{1}{2} \times 1,1746 \times 2,0096 \times (8)^3$$

$$= 604,281 \text{ Watt}$$

Daya keluaran

$$(P_{out}) = V \cdot I$$

$$= 45 \times 1,6$$

$$= 72 \text{ watt}$$

Efisiensi Sistem(η)

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{kin}} \cdot 100\%$$

$$= \frac{72 \text{ watt}}{604,281 \text{ watt}} \times 100\%$$

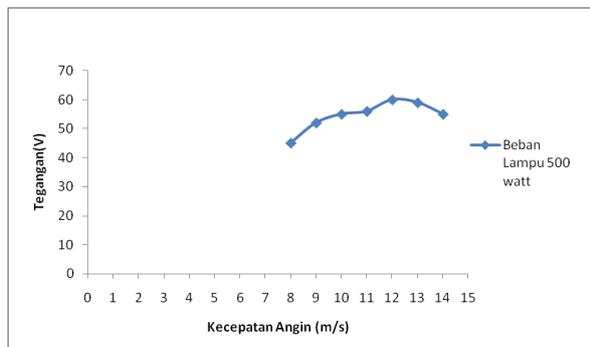
$$= 12.\%$$

Untuk data selanjutnya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang sama. Hasilnya tercantum dalam tabel data pengujian dan data perhitungan.

Tabel 1 : Data pengujian dan perhitungan

No	Beban Lan	V (m/s)	V (volt)	I (ampere)	P _{kin} (watt)	P _{out} (watt)	efisiensi Sistem
1	500	8	45	1.6	604.28	72	12
2	500	9	52	1.75	860.39	91	11
3	500	10	55	1.6	1180.24	88	7
4	500	11	56	1.5	1570.9	84	5.35
5	500	12	60	1.12	2039.45	67.2	3.3
6	500	13	59	1.1	2592.98	64.9	2.5
7	500	14	55	1.07	3238.57	58.85	1.82

Dari data hasil perhitungan maka akan menghasilkan grafik karakteristik turbin angin sumbu horizontal tipe TSD 500 berdasarkan tegangan dan kecepatan angin, yaitu sebagai berikut.



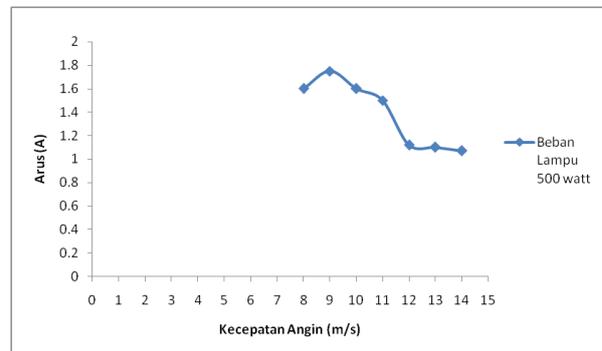
Gambar 1. Grafik karakteristik turbin angin sumbu horizontal tipe TSD 500 berdasarkan tegangan dengan kecepatan angin.

Dari hasil pengujian dengan kecepatan angin 8 m/s sampai 14 m/s dengan beban konstan 500 watt, didapatkan grafik karakteristik tegangan fungsi kecepatan angin. Semakin besar kecepatan angin yang digunakan untuk pengujian maka nilai tegangan yang didapat mengalami kenaikan, tetapi setelah mencapai titik puncak tertinggi,

nilai tegangan mengalami penurunan, hal ini dikarenakan diameter blower yang dipakai untuk pengujian tidak sesuai dengan dimensi sudu dari turbin angin sehingga terjadi rugi-rugi angin.

Untuk kecepatan angin 8 m/s didapatkan nilai tegangan 45 volt, untuk kecepatan 9 m/s didapatkan nilai tegangan 52 volt, kemudian dengan kecepatan angin 10 m/s didapatkan nilai tegangan 55 volt, selanjutnya dengan kecepatan angin 11 m/s didapatkan nilai tegangan 56 volt, kemudian pada kecepatan angin 12 m/s didapatkan nilai tegangan 60 volt, selanjutnya dengan kecepatan angin 13 m/s didapatkan nilai tegangannya 59 volt dan kecepatan angin 14 m/s didapatkan nilai tegangannya sebesar 55 volt.

Dari data hasil perhitungan maka didapatkan grafik karakteristik turbin angin sumbu horizontal tipe TSD 500 berdasarkan Arus dan Kecepatan Angin. Yaitu sebagai berikut:

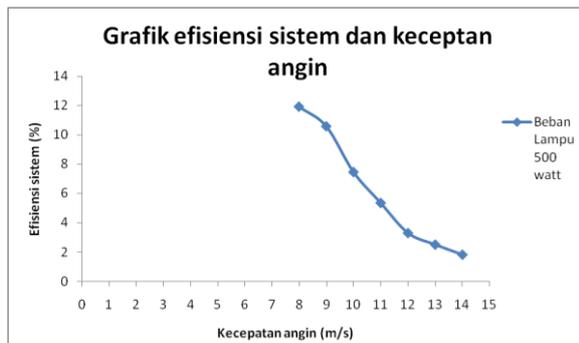


Gambar.2. Grafik Karakteristik Turbin Angin sumbu horizontal tipe TSD 500 berdasarkan arus dengan kecepatan

Dari hasil pengujian dengan kecepatan angin 8 m/s sampai 14 m/s dengan beban konstan 500 watt, didapatkan grafik karakteristik arus fungsi kecepatan angin. Semakin besar kecepatan angin yang digunakan untuk pengujian maka nilai tegangan yang didapat semakin rendah. hal ini dikarenakan diameter blower yang dipakai untuk pengujian tidak sesuai dengan dimensi blade dari turbin angin sehingga terjadi rugi-rugi angin

Untuk kecepatan angin 8 m/s didapatkan nilai arus 1,6 Ampere, untuk kecepatan 9 m/s didapatkan nilai arus 1,75 Ampere, kemudian dengan kecepatan angin 10 m/s didapatkan nilai arus 1,6 Ampere, selanjutnya dengan kecepatan angin 11 m/s didapatkan nilai arus 01,03 Ampere, kemudian pada kecepatan angin 12 m/s didapatkan nilai arus 1,12 Ampere selanjutnya dengan kecepatan angin 13 m/s didapatkan nilai arus 1,1 Ampere dan kecepatan angin 14 m/s didapatkan nilai arusnya 1,07 Ampere..

Dari data hasil perhitungan maka didapatkan grafik karakteristik turbin angin sumbu horizontal tipe TSD 500 berdasarkan Efisiensi sistem dan Kecepatan Angin. Yaitu sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik karakteristik turbin angin sumbu horizontal tipe TSD 500 berdasarkan Efisiensi Sistem dengan kecepatan angin.

Dari hasil pengujian dengan kecepatan angin 8 m/s sampai 14 m/s dengan beban konstan 500 watt, didapatkan grafik karakteristik efisiensi sistem fungsi kecepatan angin. Semakin besar kecepatan angin yang digunakan untuk pengujian maka nilai efisiensi sistem yang didapat cenderung semakin menurun, hal ini dikarenakan diameter blower yang dipakai untuk pengujian tidak sesuai dengan dimensi sudu dari turbin angin sehingga terjadi rugi-rugi angin.

Untuk kecepatan angin 8 m/s didapatkan nilai efisiensi sistem 12 %, untuk kecepatan 9 m/s didapatkan nilai efisiensi sistem 11 %, kemudian dengan kecepatan

angin 10 m/s didapatkan nilai efisiensi sistem 7 %, selanjutnya dengan kecepatan angin 11 m/s didapatkan nilai efisiensi sistem 3,67 %, kemudian pada kecepatan angin 12 m/s didapatkan nilai efisiensi sistem 3.30 %, selanjutnya dengan kecepatan angin 13 m/s didapatkan nilai efisiensi sistem 2,50% dan kecepatan angin 14 m/s didapatkan nilai tegangannya sebesar 1,82 %.

Semakin besar kecepatan angin yang dipakai untuk pengujian maka semakin tidak efisien angin yang didapat oleh turbin angin karena semakin banyak rugi-rugi yang terjadi, seharusnya pengujian untuk mendapatkan data tidak dilakukan didalam LAB Konversi Energi karena dimensi turbin angin tidak didisain skala LAB Konversi Energi

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengujian dengan kecepatan angin 8 m/s sampai 14 m/s dengan beban konstan tertinggi yaitu 500 watt, grafik karakteristik arus versus kecepatan angin yang didapatkan nilainya cenderung menurun. Nilai arus terbesar didapat pada saat kecepatan angin 9 m/s 1,75 ampere..
2. Pengujian dengan kecepatan angin 8 m/s sampai 14 m/s dengan beban konstan tertinggi yaitu 500 watt, grafik karakteristik tegangan versus kecepatan angin yang didapatkan, nilainya mengalami kenaikan tetapi pada saat mencapai titik puncak nilai tegangan mengalami penurunan.
3. Pengujian dengan kecepatan angin 8 m/s sampai 14 m/s didapat grafik karakteristik efisiensi sistem terhadap kecepatan angin dengan beban konstan tertinggi yaitu 500 watt, nilai efisiensi terbaik didapatkan pada saat kecepatan angin 8 m/s sebesar 12 %.

DAFTAR PUSTAKA

- ...<http://elektronika-dasar.web.id/artikel-elektronika/inverter-dc-ke-ac/>
- ...<http://eprints.uns.ac.id/8109/1/144401308201009461.pdf>
- ...<http://idkf.bogor.net/yuesbi/eDU.KU/edukasi.net/Peng.Pop/Otomotif/Merawat.Accu/versicetak.html>
- ...<http://www.indoenergi.com/2012/07/sejarah-energi-angin.html>
- ...*Lentera Angin Nusantara (LAN) 2014*
- ...www.wikipedia.org
- Andika, Markus Nanda, T.A, dkk. 2007. *Rancang Bangun Mesin Kincir Angin Sumbu Horizontal Bersudu Banyak*. Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Hau, Erick. 2005. *Wind Turbine: Fundamentals, technologies, Application, Economics*.
- Putranto, Adityo, T.A, dkk. 2011. *Rancang Bangun Turbin Angin Vertikal Untuk Penerangan Rumah Tangga*. Semarang : Universitas Diponegoro.