

## PENGARUH PERBANDINGAN *RUNNER* TERHADAP PERFORMA TURBIN VERTIKAL BERTINGKAT DUA

Ade Sunardi<sup>1</sup>

Yunan Hanun<sup>2</sup>

Dosen Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Jakarta<sup>1,2</sup>

Jl. Jatiwaringin Raya 278 Pondok Gede, Jakarta Timur

Email : [sttj@cbn.net.id](mailto:sttj@cbn.net.id)<sup>1),2)</sup>

### ABSTRAK

*Energi angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan, termasuk sumber daya yang berlimpah, ramah lingkungan dan berpotensi untuk dikembangkan. Pemanfaatan energi angin dapat diaplikasikan pada turbin angin. Penelitian yang dilakukan adalah memvariasikan jumlah sudu pada runner bertingkat. Perbandingan jumlah sudu runner atau disebut juga ratio runner yang divariasikan yaitu  $\frac{Ra}{Rb} = \left(\frac{6}{8}; \frac{6}{10}; \frac{6}{12}\right)$ . Pengujian yang dilakukan menggunakan angin alami selama 24 jam sehingga data yang ditampilkan fluktuatif. Dari data penelitian didapatkan perbandingan jumlah sudu 6:10 memiliki kecepatan putar paling baik dengan maksimal sebesar 373 rpm dengan kecepatan putar rata-rata sebesar 83.42 rpm. Perbandingan runner 6:12 memiliki kecepatan putar paling rendah yaitu 291 rpm dan kecepatan putar rata-rata sebesar 20.13 rpm.*

### ABSTRACT

*Wind energy is an alternative energy resources that abundant, enviromentally friendly and potential to be develop. The Utilization of wind energy can be applied at wind turbine. Ratio of vane amount as a runner was the variable that use on this research such as  $\frac{Ra}{Rb} = \left(\frac{6}{8}; \frac{6}{10}; \frac{6}{12}\right)$ . Research use natural wind for 24 hours and data became fluktuatif. Data test obtain ratio runner 6:10 have greatest rotational speed, which is 373 rpm and mean rotational speed is 83.42 rpm. Runner ratio 6:12 have lowest rotational speed 291 rpm and mean rotational speed is 20.13*

*Keywords : Turbin angin, Jumlah sudu, runner ratio.*

### PENDAHULUAN

Energi angin adalah energi yang timbul dari fluida homogen yang bergerak. Energi angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan, termasuk sumber daya yang berlimpah, ramah lingkungan dan berpotensi untuk dikembangkan.

Perkembangan energi angin di Indonesia saat ini masih tergolong rendah. Hal ini salah satu penyebabnya adalah karena Indonesia berada di garis khatulistiwa sehingga arah angin berubah ubah, sering terjadi turbulensi dan kecepatan angin rendah, berkisar antara 2.7 m/s hingga 4.5 m/s sehingga sulit untuk menghasilkan energi listrik dalam skala besar [1]. Tetapi, potensi angin di Indonesia tersedia hampir sepanjang tahun, sehingga memungkinkan untuk dikembangkan sistem pembangkit listrik skala kecil.

Turbin angin merupakan sebuah alat yang digunakan dalam sistem konversi energi angin (SKEA). Turbin angin berfungsi merubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik berupa putaran poros. Putaran poros tersebut kemudian digunakan untuk beberapa hal sesuai dengan kebutuhan seperti memutar dinamo atau generator untuk menghasilkan listrik atau

menggerakkan pompa untuk pengairan. Beberapa penelitian tentang unjuk kerja turbin angin telah dilakukan oleh peneliti seperti Hendra [2], melakukan penelitian unjuk kerja turbin angin dengan memvariasikan jumlah sudu yaitu 2, 3 dan 4. Dari hasil penelitian yang dilakukan, jumlah sudu sebanyak 3 buah memiliki unjuk kerja tertinggi dibandingkan 2 dan 4 buah. Sandra (2013), meneliti tentang Eksperimental *Vertikal Axis Wind Turbine* tipe Savonius dengan variasi jumlah fin pada *runner*. Menyimpulkan bahwa variasi fin yang dapat meningkatkan  $C_p$  turbin Savonius adalah variasi 1 fin jika dibandingkan turbin standarnya dengan nilai  $C_p$  sebesar 0,11. SKEA turbin Savonius menggunakan generator 12 V; 400W dapat menghasilkan daya maksimal 5,71 Watt pada putaran 134 rpm.

Dari kedua penelitian tersebut, perlu dikembangkan penelitian lain mengenai turbin vertikal bertingkat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja turbin angin vertikal bertingkat dua apabila divariasikan jumlah sudunya.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Energi Angin

Energi angin adalah sumber daya alam yang terbarukan, memiliki jumlah yang tak terbatas di sekitar permukaan bumi, terkandung pada massa udara yang bergerak. Energi angin berasal dari panas matahari yang menyinari permukaan bumi menyebabkan perbedaan massa jenis pada udara. Perbedaan massa jenis menyebabkan perbedaan tekanan pada udara sehingga terjadi aliran fluida yang kemudian menghasilkan angin. Kondisi aliran angin juga dipengaruhi oleh permukaan bumi yang dilalui aliran angin dan perbedaan temperatur permukaan bumi

### Turbin Angin

Turbin angin adalah alat yang berfungsi untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi gerak berupa putaran rotor dan poros generator untuk menghasilkan energi listrik. Energi gerak yang berasal dari angin akan diteruskan menjadi gaya gerak dan torsi pada poros generator yang kemudian dihasilkan energi listrik. Berdasarkan arah sumbu gerakannya, turbin angin terbagi menjadi 2, yaitu: turbin angin sumbu horizontal dan sumbu vertical [4] .

1. *Horizontal Axis Wind Turbine* (HAWT) merupakan turbin yang poros utamanya berputar menyesuaikan arah angin. Agar rotor dapat berputar dengan baik, arah angin harus sejajar dengan poros turbin dan tegak lurus terhadap arah putaran rotor. Biasanya turbin jenis ini memiliki blade berbentuk airfoil seperti bentuk sayap pada pesawat. Pada turbin ini, putaran rotor terjadi karena adanya gaya lift (gaya angkat) pada blade yang ditimbulkan oleh aliran angin. Turbin ini cocok digunakan pada tipe angin sedang dan tinggi, dan banyak digunakan sebagai pembangkit listrik skala besar
2. *Vertical Axis Wind Turbine* (VAWT) merupakan turbin angin sumbu tegak yang gerakan poros dan rotor sejajar dengan arah angin, sehingga rotor dapat berputar pada semua arah angin. Kelebihannya, yaitu memiliki torsi tinggi sehingga dapat berputar pada kecepatan angin rendah, dinamo atau generator dapat ditempatkan di bagian bawah turbin sehingga mempermudah perawatan, tidak bising, dan kerja turbin tidak dipengaruhi arah angin. Kekurangannya yaitu kecepatan angin di bagian bawah sangat rendah sehingga apabila tidak memakai tower akan menghasilkan putaran yang rendah, dan efisiensi lebih rendah dibandingkan HAWT

Berdasarkan fungsi gaya aerodinamis, rotor terbagi menjadi dua [4], yaitu

1. Rotor tipe drag yang memanfaatkan efek gaya hambat atau drag sebagai gaya penggerak rotor
2. Rotor tipe lift yang memanfaatkan efek gaya angkat sebagai gaya penggerak rotor. Gaya ini terjadi akibat angin yang melewati profil rotor. Daya didefinisikan sebagai energi kinetik per satuan waktu. Dari "Persamaan (1) dan (2)" dapat dihitung daya yang dihasilkan dari energi angin sebagai berikut :

$$P = 0.5 \times \rho \times A \times v^3$$

Dimana : P = Daya (watt)  
 $\rho$  = Kepadatan udara ( $\text{kg/m}^3$ )  
 A = Luas Penampang ( $\text{m}^2$ )  
 v = Kecepatan angin (m/s)

untuk daya motor, dapat dihitung dengan persamaan:

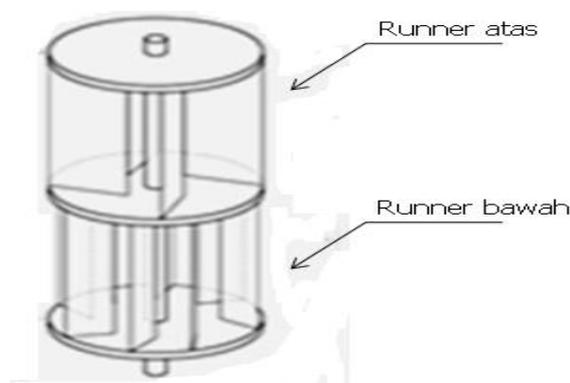
$$P = T \times \omega$$

Dimana : P = Daya (watt)  
 T = Torsi (Nm)  
 $\omega$  = Kecepatan angular (rpm)

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan melakukan metode percobaan penelitian secara nyata. Dilakukan pengujian terhadap kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal bertingkat melalui variasi Jumlah runner pada tingkat 1 dan tingkat 2. Variabel yang digunakan di dalam penelitian dan pengujian ini adalah:

1. Variabel bebas (*independent variable*) adalah variabel yang besarnya ditentukan dan nilai variabel tersebut tidak dipengaruhi oleh variabel lainnya. Adapun variabel bebas yang ada dalam penelitian dan pengujian ini adalah :
  - Perbandingan runner atas (Ra) turbin dengan runner bawah (Rb) yaitu:
    - a.  $\frac{Ra}{Rb} = \left( \frac{6}{8}; \frac{6}{10}; \frac{6}{12} \right)$



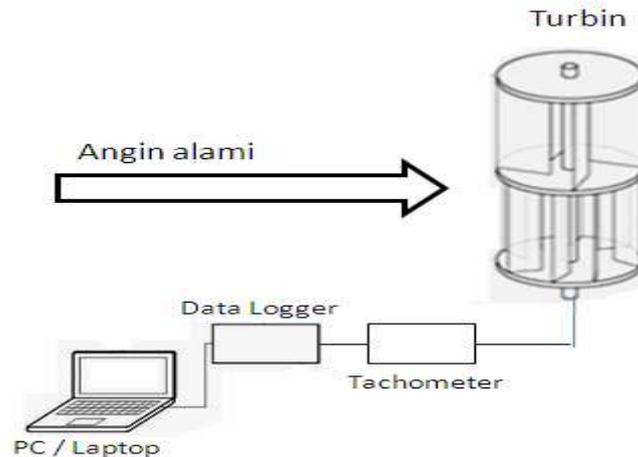
Gambar 1. Perbandingan jumlah Runner Atas dan Runner Bawah

2. Variabel terikat (*dependent variable*) adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas, dimana variabel terikat ini diketahui setelah penelitian dan pengujian ini dilakukan. Variabel terikat yang diamati pada penelitian ini adalah :

- Putaran poros turbin (rpm) terhadap waktu putar selama 24 jam

### Skema Penelitian

Dibawah ini adalah gambar skema penelitian, dimana pengambilan data dilakukan selama 24 jam dan tiga turbin dipasang secara bersamaan. Pengukuran dilakukan menggunakan tachometer yang dipasang pada poros turbin. Data dari tachometer disimpan dalam *data logger* yang dihidupkan selama 24 jam. Data tersebut diolah menggunakan program *excel* dan dibuatkan grafik hubungan waktu dan kecepatan putar turbin.



Gambar 2. Instalasi Penelitian

Turbin dipasang pada ketinggian 10 meter dan memanfaatkan angin alami sehingga data awal hingga akhir adalah data putaran turbin yang fluktuatif.

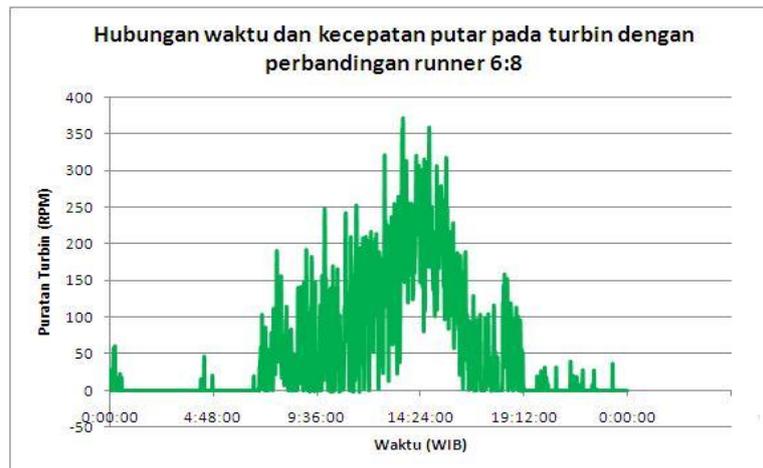
### PEMBAHASAN

Pengujian turbin dilaksanakan pada tanggal 15 Oktober 2015 dari pukul 00.00 wib hingga 24.00 wib, dimana rata rata kecepatan angin adalah 1.32 m/s. dibawah ini adalah table yang menunjukkan rata-rata kecepatan putar selama 24 jam penuh.

Tabel.1 Kecepatan yang dihasilkan pada berbagai variasi rasio jumlah runner

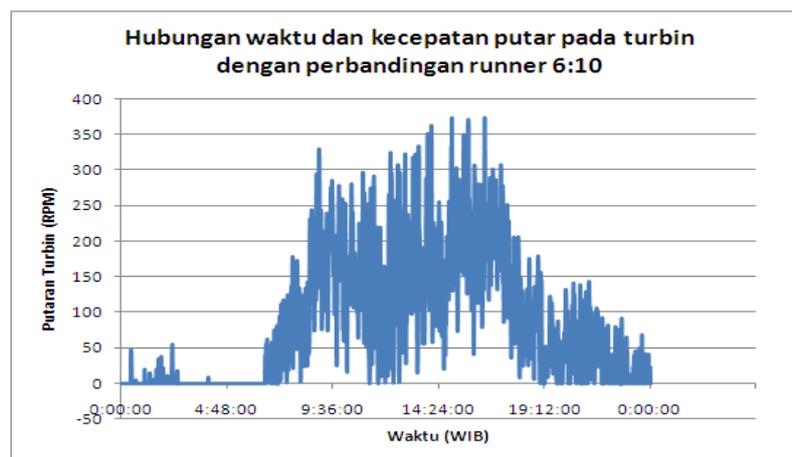
	Rasio Runner		
	6 : 8	6 : 10	6 : 12
Kecepatan putar rata rata (rpm)	52.19	83.42	20.13
Kecepatan putar maksimal (rpm)	372	373	291

Grafik dibawah ini menampilkan hubungan waktu dan kecepatan putar turbin pada perbandingan runner 6:8



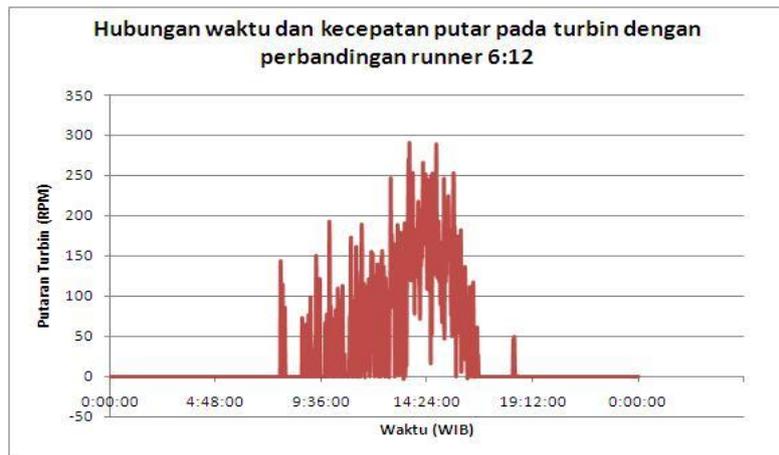
Gambar 3. Hubungan waktu dan kecepatan putar pada rasio jumlah runner 6 : 8

Berdasarkan grafik tersebut, turbin berputar secara kontinyu terjadi pada waktu dari jam 9 pagi hingga jam 7 malam. Puncak kecepatan putar terjadi pada sore hari yaitu jam 14.30 dengan 350 rpm. Rata rata putaran turbin 150 rpm hingga 200 rpm terjadi pada pukul 9.30 wib hingga 14.00 wib. Pada dini hari hingga pagi hari turbin tidak berputar maksimal karena angin juga sedikit pada jam tersebut.



Gambar 4. Hubungan waktu dan kecepatan putar pada rasio jumlah runner 6 : 10

Pada grafik diatas, kontinuitas putaran turbin lebih sering terjadi dibandingkan dengan turbin pada perbandingan runner 6:8. Putaran turbin berkisar antara 300 hingga 350 rpm terjadi pada pukul 9.30 wib hingga 18.00 wib. Dengan perbandingan runner 6:10, sudu sudu lebih reaktif saat dihantam oleh angin, sehingga putaran turbin maksimal bisa berada di 370 rpm. Selain itu putaran turbin menjadi lebih konstan diantara 150 rpm hingga 250 rpm. Runner bawah yang berjumlah 10 menyebabkan distribusi angin saat menumbuk sudu menjadi lebih merata. Sehingga tumbukan yang terjadi menyebabkan kontinuitas putaran menjadi lebih tinggi dibandingkan turbin yang lainnya.



Gambar 5. Hubungan waktu dan kecepatan putar pada rasio jumlah runner 6 : 12

Pada gambar diatas, perbandingan runner 6:12 memiliki kontinuitas putaran turbin dalam 24 jam adalah yang paling sedikit. Turbin berputar pada pukul 9.00 wib hingga pukul 18.00 wib. Puncak kecepatan putar terjadi pada pukul 14.30 wib dengan kecepatan sebesar 300 rpm. Jika dilihat pada keseluruhan grafik, turbin ini rata rata berputar pada 100 hingga 200 rpm. Hal ini terjadi karena banyaknya jumlah sudu pada runner bawah, sehingga aliran udara banyak yang terpecah saat menumbuk sudu. Aliran udara yang terpecah ini mengakibatkan gaya tumbukan pada sudu menjadi lemah, sehingga perputaran turbin juga menjadi lebih lemah.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Turbin dengan perbandingan runner 6 : 10 memiliki kecepatan putar rata-rata tertinggi yaitu 83.42 rpm
2. Turbin dengan perbandingan runner 6 : 10 memiliki kontinuitas putaran turbin yang paling baik dibandingkan yang lain
3. Turbin dengan perbandingan runner 6 : 12 memiliki kecepatan putar maksimal yang paling rendah yaitu 291 rpm dan kecepatan rata rata 20.13 rpm

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada DP2M DITJEN DIKTI melalui Program Penelitian Dosen Pemula (PDP) atas pendanaan penelitian ini

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Daryanto, Y., 2007. *Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu*. Balai PPTAGG - UPT-LAGG
- [2] Hendra A., 2012. "Pengaruh Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Savonius." *Majalah Ilmiah STTR*, Cebu
- [3] Zhou, Tong, Rempfer, Dietmar. 2013. "Numerical study of detailed flow field and performance of Savonius wind turbines". *Renewable Energy* 51, 373-381.
- [4] Dewi M.L, (2010), "Analisis kinerja turbin angin poros vertical dengan modifikasi rotor savonius L untuk Optimasi kinerja turbin." Skripsi MIPA UNS

- [5] Saha,U.K., Thotla,S. dan Maity,D. 2008. “*Optimum design configuration of Savonius rotor through wind tunnel experiments*”. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 96, 1359 - 1375.
- [6] Hugh Piggot’s, *Wind Turbines Blade Profiles and Scale Drawing: “Brakedrum Windmill Plane Year 2000 Edition”*, GNU Free Document License, 2001
- [7] Anonim, 2013. Energi Angin di Indonesia
- [8] Hau, Erich, *Wind Turbine : Fundamental, Technologies, Application, Economics*, Edisi 2, Springer, Berlin, 2006
- [9] Henrik Stiesdal, *The Wind Turbine Components and Operation*, terjemahan John Furze dan Hugh Piggott, Bonus Energy A/S, 1998
- [10] T. Burton, D Sharpe, N. Jenkins, and E. Bossanyi, *Wind Energy Handbook*, John Willey and Sons, Ltd., West Sussex England, 2001.