

## Karakteristik Wind Turbine Tipe Horizontal Tiga Sudu Menggunakan Wind Tunnel Sederhana

Hadi N<sup>1)</sup>, Satwiko S<sup>1)</sup>, Kristin Natalia<sup>1\*)</sup>

<sup>1</sup>Universitas Negeri Jakarta, Jalan Pemuda 10 Rawamangun, Jakarta Timur 13220

<sup>\*)</sup> Email: [kristinnatalia12345@gmail.com](mailto:kristinnatalia12345@gmail.com), [hadinasybey@gmail.com](mailto:hadinasybey@gmail.com)

### Abstrak

Analisa efek angin yang bergerak terhadap wind turbine tipe horizontal tiga sudu menggunakan wind tunnel. Angin dalam wind tunnel menggerakkan turbin diperoleh daya *output* turbin angin dan disesuaikan dengan kurva karakteristik data sheet pabrikan wind turbin. Besarnya kecepatan angin mempengaruhi besarnya *output wind turbine* yang disimulasikan dalam *wind tunnel*. Penguji karakteristik *output wind turbine* tipe horizontal tiga sudu menggunakan dua desain *wind tunnel*. Desain pertama menghasilkan *cut in speed* 2,6 m/s dengan kecepatan nominal mencapai 21,5m/s dan daya output maksimum 5,073 W. Pada desain kedua diperoleh *cut in speed* sebesar 3,6 m/s dengan kecepatan nominal 17,9 m/s dan daya output maksimum 1,414 W. Pemberian beban resistor keramik 20 W 20 ohm dalam penelitian ini menyebabkan keluaran daya yang dihasilkan membentuk kurva karakteristik *output* secara umum.

### 1. Pendahuluan

Energi listrik yang disediakan oleh P.T Perusahaan Listrik Negara (PT.PLN) sampai saat ini masih belum dirasakan secara merata oleh masyarakat terutama masyarakat pedesaan yang jauh dari jangkauan jaringan listrik. Oleh karenanya diperlukan sumber energi alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi listrik. Salah satu sumber energi alternatif tersebut adalah angin atau bayu. Sumber energi angin dapat dimanfaatkan dengan cara mengubah energi angin ke dalam bentuk energi listrik melalui teknologi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang terdiri dari komponen utama yaitu turbin angin alternator, inverter, dan instalasinya [2].

Jenis turbin yang digunakan pada sistem PLTB pun menentukan besarnya daya *output* yang dihasilkan. Menurut Andriyanto (2010)[1] dalam jurnal skripsinya menyebutkan kecepatan angin rata-rata di Indonesia tergolong rendah hanya sekitar 3-6 m/s, sehingga turbin angin tipe horizontal dianggap cocok dalam proses pengembangan PLTB. Pengembangan PLTB sekarang ini sangat jarang mempelajari karakteristik turbin angin yang digunakan dalam hal ini sebagai tolok ukur untuk membangun tower dengan ketinggian tertentu. Pengujian karakteristik *wind turbine* atau turbin angin dapat menggunakan *software* CFD, simulasi dengan menggunakan MATLAB, atau *wind tunnel*.

Konstruksi umum yang digunakan untuk melakukan pengujian turbin angin dan mengamati karakteristiknya adalah *wind tunnel* (terowongan angin).

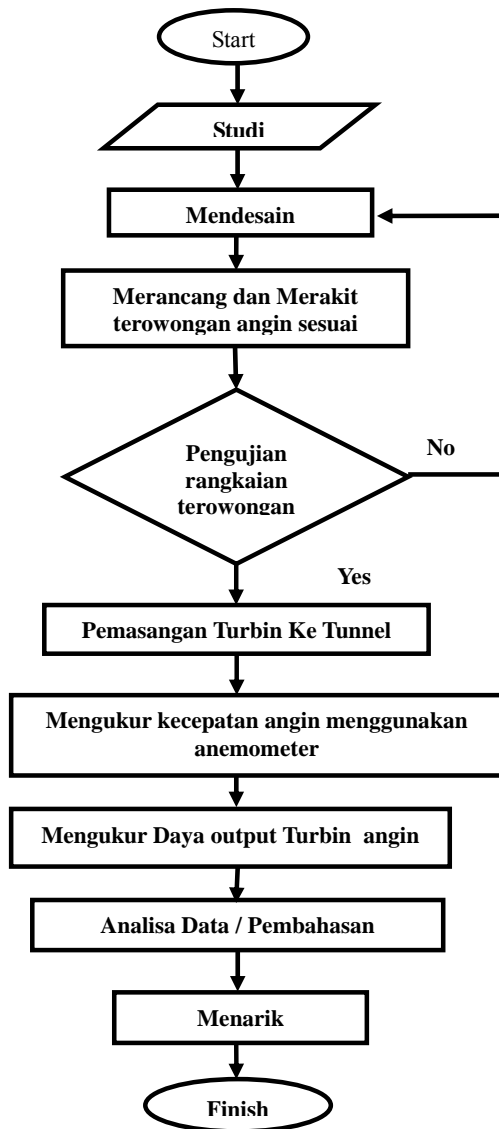
*Wind tunnel* atau terowongan angin adalah peralatan yang digunakan untuk melakukan pengujian aerodinamik terhadap sebuah model. Guna mendapatkan hasil yang valid mengenai fenomena yang terjadi pada model ketika dialiri oleh suatu fluida, maka diperlukan kualitas aliran yang baik pada *wind tunnel*. Hal ini dimaksudkan agar diperoleh efisiensi kerja yang maksimal dan dapat mereduksi beberapa masalah yang ditimbulkan oleh aliran.

Menurut Iis Fatmawati (2012) dalam skripsinya studi karkateristik turbin angin tipe horizontal tiga sudu berdiameter 1,6 meter di FMIPA UNJ diperoleh bahwa *cut in speed* turbin angin sebesar 1,4m/s serta kecepatan nominal 5,1m/s. Jenis turbin angin yang digunakan adalah tipe angle 300, dimana daya output maksomial mencapai 300 watt. Pengukuran dilakukan selama 7 hari berturut-turut setiap 1 menit. Dari hasil penelitiannya diperoleh daya maksimum 85,6 Watt, dengan menggunakan angin alami dengan diberi pembebanan. Kondisi angin pada saat pengukuran mempengaruhi hasil penelitian yang dilakukan [3].

Oleh karena itu, berdasarkan pertimbangan di atas maka dilakukan penelitian yang berjudul: Uji karakteristik *output wind turbine* tipe horizontal.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Alur Penelitian

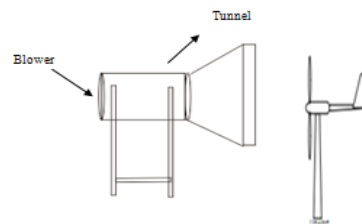


Gambar 1. Alur Penelitian

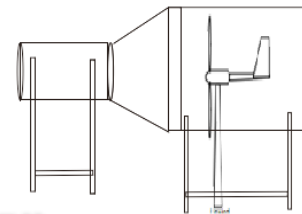
Dari alur kerja diatas setelah *wind tunnel* selesai dibuat, perlu dilakukan pengambilan data, berupa pengukuran kecepatan angin, arus dan tegangan untuk mengetahui daya yang dihasilkan *wind turbine* akibat pengaruh kecepatan angin dalam sistem.

### 2.2. Desain Pengukuran

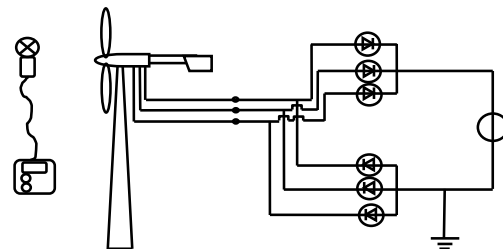
Pada penelitian ini digunakan *blower* 1700 watt bearus AC, tegangan 220 V, dengan kecepatan 2800rpm guna menciptakan angin buatan. *Blower* tersebut diletakkan dalam silinder yang berdiameter 59cm. Desain konstruksi *wind tunnel* dibuat mengikuti diameter dari turbin angin (160cm).



Gambar 2. Desain 1

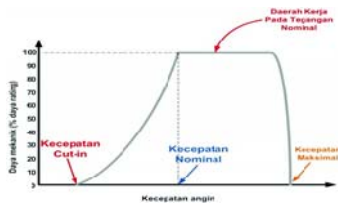


Gambar 3. Desain 2



Gambar 4. Desain pengukuran arus dan tegangan

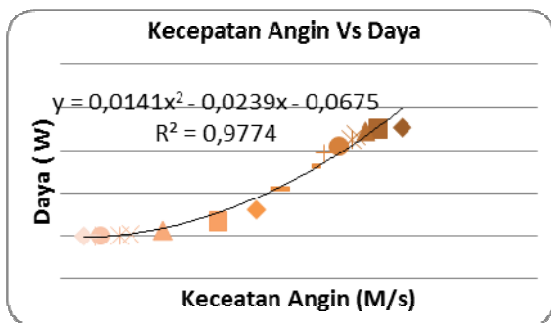
### 2.3. Kurva karakteristik turbin angin



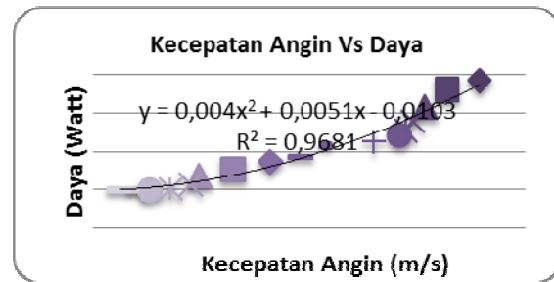
Gambar 5. Kurva karakteristik turbin angin (Fatmawati, 2012) [3]

Gambar 5 menunjukkan pembagian daerah kerja dari turbin angin. Berdasarkan gambar 4 ini, daerah kerja angin dapat dibagi menjadi 3, yaitu (a) *cut-in speed* (b) kecepatan kerja angin rata-rata (kecepatan nominal) (c) *cut-out speed*. Secara ideal, turbin angin dirancang dengan kecepatan cut-in yang seminimal mungkin, kecepatan nominal yang sesuai dengan potensi angin lokal, dan kecepatan cut-out yang semaksimal mungkin. Namun secara mekanik kondisi ini sulit diwujudkan karena kompensasi dari perancangan turbin angin dengan nilai kecepatan maksimal ( $V_{cut-off}$ ) yang besar adalah  $V_{cut}$  dan  $V_{rated}$  yang relatif akan besar pula.

### 3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 6. Hubungan Daya dengan Kecepatan Angin (desain 1)



Gambar 7. Hubungan Daya dengan Kecepatan Angin (desain 2)

Dari grafik di atas diperoleh bahwa besarnya *cut in speed* yang dibutuhkan turbin dalam sistem *wind tunnel* tanpa menggunakan *fiber glass* adalah sebesar 2,5 m/s menghasilkan 0,016 V dan 0,022 A. Perolehan daya hasil pengukuran adalah dengan mengkalikan output tegangan serta arus yang diperoleh dan pada saat *cut in* sistem *wind tunnel* tanpa fiber menghasilkan 0,0352 Watt. Kecepatan nominal yang terukur dalam sistem ini adalah sebesar 21,5 m/s menghasilkan tegangan sebesar 10,27 V, arus sebesar 0,494 A, dan daya sebesar 5,073 Watt. Perbedaan cukup jauh dibandingkan dengan spesifikasi pabrik dikarenakan saat pengukuran multimeter yang digunakan mempunyai tingkat eror yang tinggi, serta kecepatan anemometer untuk menyimpan data kecepatan angin pun terbatas dan mempunyai jeda sekitar 2 sekon.

Pada sistem *wind tunnel* dengan menggunakan *fiber glass* diperoleh *cut in speed* sebesar 3,6 m/s dan menghasilkan tegangan sebesar 0,79 V, arus sebesar 0,019 A, dan Daya sebesar 0,0149 Watt. Perolehan data pada sistem *wind tunnel* secara lengkap memiliki data yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa fiber dengan mengacu pada kemiripan dengan spesifikasi pabrikan dari turbin angin.

### 4. Kesimpulan

Telah dilakukan penelitian tentang uji karakteristik *output wind turbine* tipe horizontal tiga sudu menggunakan *wind tunnel* sederhana. Diperoleh data bahwa pada desain pertama dengan kondisi tanpa beban *cut in speed* sebesar 1,9m/s turbin angin telah mulai berputar dan kecepatan nominal sebesar 21,5 m/s. Pada desain kedua diperoleh *cut in speed* sebesar 2,6 m/s dan kecepatan nominal mencapai 17,9 m/s. Kondisi dengan beban menyebabkan *cut in speed* turbin angin pada desain pertama sebesar 2,6

m/s dan kecepatan nominal sebesar 21,5 m/s, sedangkan pada desain kedua mencapai 3,6 m/s dan kecepatan nominal mencapai 17,9 m/s. Besarnya output maksimum hanya mencapai 5,073 w pada desain pertama dan daya maksimum pada desain ke dua mencapai 1,41 w. Besarnya daya output keluaran dipengaruhi oleh banyak faktor yakni besarnya daerah sapuan energi angin pada *blade* mempengaruhi efisiensi energi yang dapat dikonversi. Desain wind tunnel yang cukup sederhana menyebabkan pengaruh kecepatan terhadap daya output turbin angin dapat terukur, namun output daya belum maksimum dan butuh penambahan konstruksi agar hasilnya memiliki kesesuaian dengan pabrikan.

### **Ucapan Terimakasih**

Kepada seluruh rekan-rekan Laboratorium Energi Baru Terbarukan Departemen Fisika

Universitas Negeri Jakarta dan *Renewable Energy Group* Fisika Universitas Negeri Jakarta 2012.

Selain itu seluruh komponen dan peralatan terkait dengan penelitian ini juga dibiayai oleh *project* penelitian FMIPA, Universitas Negeri Jakarta.

### **Daftar Acuan**

- [1] Andriyanto, Adi. 2008. Perancangan dan Pembuatan Turbin Angin Sumbu Horizontal Tiga Sudu Berdiameter 3,5 Meter. Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Bandung: Bandung
- [2] Bastomi, Akhwan. 2010. *Simulasi Konversi Energi Angin Menjadi Energi Listrik Pada Turbin Angin Sumbu Horizontal dengan Menggunakan MATLAB*. Skripsi, Jurusan Fisika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- [3] Fatmawati, Iis. 2012. *Studi Karakteristik Turbin Angin Tipe Horizontal Tiga Sudu Berdiameter 1,6 Meter di FMIPA UNJ*. Skripsi, Program Studi Fisika, Universitas Negeri Jakarta.