

# KARAKTERISTIK MODEL KINCIR ANGIN POROS HORIZONTAL DENGAN TRANSMISI KOPLING SENTRIFUGAL

Budi Sugiharto

Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Sanata Dharma  
Kampus III Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman  
Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

Phone: +62-274-883037, FAX: +62-274-886529, E-mail: sugih@usd.ac.id

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mencari karakteristik Model Kincir Angin Poros Horisontal dengan menggunakan transmisi kopling sentrifugal. Kincir Angin Poros Horisontal dengan delapan blade dihubungkan dengan transmisi sabuk dan roda gigi untuk menaikkan putaran kemudian dihubungkan ke kopling sentrifugal sebelum dihubungkan ke generator. Peralatan ini diuji dalam terowongan angin dengan mengatur kecepatan angin berkisar 8 m/s sampai dengan 4m/s. Kopling sentrifugal yang digunakan dengan beberapa variasi, yaitu menggunakan kekakuan pegas konstan ( $k = 450 \text{ N/m}$ ) dengan variasi berat bandul yaitu 20 gr, 30 gr dan 40 gr, serta berat bandul konstan (40 gr) dengan variasi kekakuan pegas yaitu 450 N/m, 475 N/m dan 500 N/m. Listrik keluaran generator dihubungkan ke beban (lampu) dengan besaran bervariasi yaitu 8W, 16W, 24W dan 32 W. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kincir mulai bekerja (terhubung dengan generator) tergantung dari besaran berat bandul dan kekakuan pegas. Pada pegas konstan semakin besar berat bandul semakin rendah kecepatan angin yang diperlukan untuk menghubungkan kopling sentrifugal dengan hasil sebagai berikut berat bandul 20 gram bekerja pada kecepatan angin 4,68 m/s, berat bandul 30 gr pada kecepatan angin 4,28 m/s dan berat bandul 40 gram pada 4,45 m/s. Pada berat bandul konstan semakin besar kekakuan pegas semakin besar kecepatan angin yang diperlukan agar kopling sentrifugal dapat bekerja .yaitu kekakuan pegas 450 N/m bekerja pada kecepatan angin 4,45 m/s,kekakuan pegas 475 N/m pada kecepatan angin 4,62m/s, dan kekakuan pegas 500 N/m pada kecepatan angin 4,96m/s. Pada kekakuan pegas konstan diperoleh efisiensi total tertinggi pada berat bandul 30 gram sebesar 18,12 %, sedang pada berat bandul konstan diperoleh efisiensi tertinggi pada kekakuan pegas 475 N/m sebesar 20 %..

Kata kunci: Kincir Angin Poros Horisontal, Kopling sentrifugal, generator, berat bandul

## 1. Pendahuluan

Kincir angin sebagai pembangkit energi listrik sudah banyak diaplikasikan di beberapa negara. Indonesia yang memiliki garis tepi pantai yang panjang, belum banyak memanfaatkan energi angin baru 0,0005GW dari potensi sebesar 0,29 GW [1]. Sesuai roadmap sektor Energi Bayu pada Buku Putih yaitu peningkatan pembangunan/pemanfaatan energi sebesar 300 kW pada masa 2005-2010. Kecepatan angin yang variatif akan mempengaruhi kinerja kincir angin. Kecepatan angin yang rendah mempunyai gaya dorong pada kincir yang rendah, sehingga pada umumnya tidak mampu memutar kincir angin apalagi beban/alat kerja sudah terpasang.

Generator bekerja dengan cara sebuah kumparan yang berputar diantara medan magnet, frekuensi flux

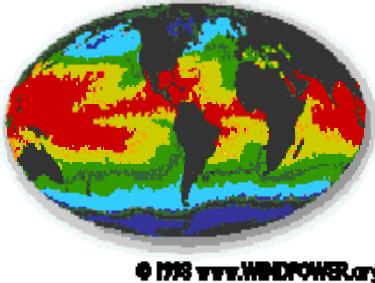
listrik yang dihasilkan tergantung dari jumlah kutub dan kecepatan putar. Generator mempunyai putaran efektif dalam bekerja sehingga pada putaran yang rendah generator tidak menghasilkan energi listrik yang memadai namun akan menjadi panas. Generator 2 kutub dapat menghasilkan energi listrik dengan frekuensi 50 Hz harus mempunyai kecepatan putar sebesar 3000 rpm.

## 2. Dasar Teori

Angin terjadi karena perbedaan temperatur yang disebabkan oleh pemanasan matahari. Udara dengan temperatur yang tinggi, akan mengalami tekanan yang rendah. Udara bertekanan rendah akan ditempati oleh udara yang lain sehingga terjadi perpindahan udara yang disebut angin. Energi angin terjadi karena perpindahan udara dari tekanan yang tinggi ke tekanan yang rendah.

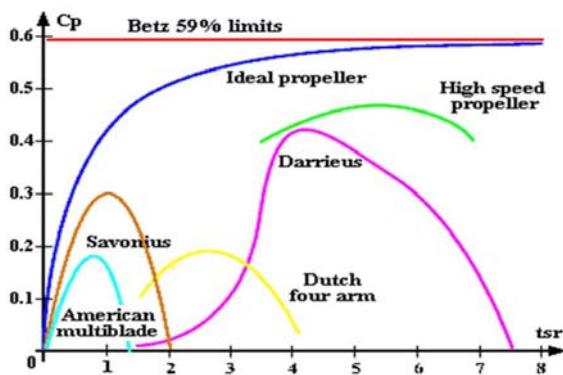


Gambar 1. menunjukkan daerah yang berwarna merah mempunyai tekanan yang paling rendah sehingga dapat dilihat bahwa Indonesia tampak di daerah yang berwarna merah dengan kata lain bahwa Indonesia memiliki potensi energi angin yang besar.



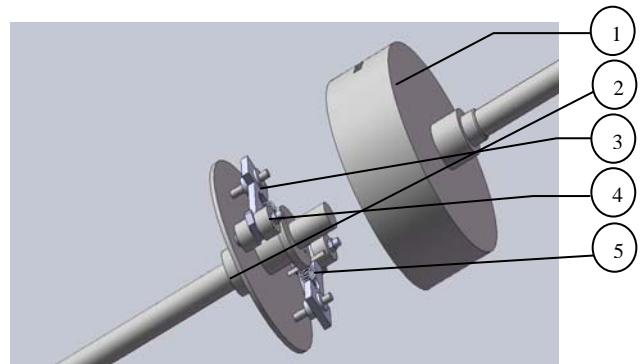
Gambar 1. Proyeksi temperatur permukaan laut menggunakan citra infra merah satelit (Sumber: Satelit NASA, NOAA-7, Juli 1984).

Turbin angin merupakan alat yang mengubah energi kinetik angin menjadi energi gerak/energi listrik [2]. Turbin angin dibedakan menurut posisi porosnya yaitu Turbin Angin Poros Horisontal dan Turbin Angin Poros Vertikal. Secara teori menurut Albert Betz, pada turbin angin energi angin yang diubah menjadi energi pada poros turbin, maksimum sebesar 61 % sedang energi yang lainnya lewat dari turbin angin. Prestasi dari beberapa jenis turbin angin ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik prestasi beberapa jenis turbin angin.

Kopling centrifugal merupakan bagian mesin yang berfungsi sebagai penerus maupun pemutus hubungan dari bagian yang bergerak ke bagian yang akan digerakkan dengan prinsip gaya centrifugal [3], [4]. Kopling centrifugal yang dibuat dengan material logam dengan susunan dan bentuk ditunjukkan dalam Gambar 3.



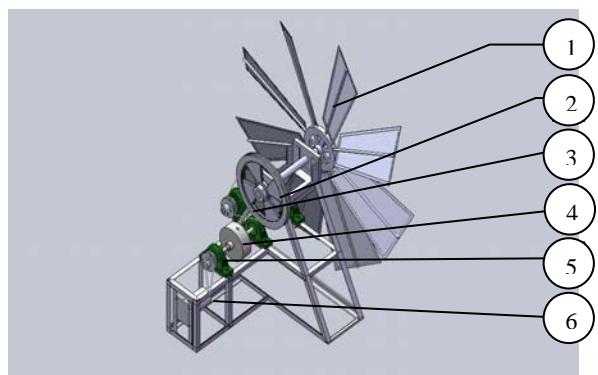
Gambar 3. Kopling centrifugal

Keterangan:

1. Drum
2. Casing
3. Lengan ayun
4. Massa bandul
5. Pegas

### 3. Metode Penelitian

Kincir angin yang telah dirangkai dengan transmisi serta kopling centrifugal dan generator yang ditunjukkan pada Gambar 4, diletakkan dalam terowongan angin (wind tunnel) ditunjukkan pada Gambar 5. Kopling centrifugal divariasi massa bandul maupun kekakuan pegas. Sebagai beban listrik, generator dihubungkan dengan lampu yang bervariasi dayanya.



Gambar 4. Kincir Angin yang diuji

Keterangan:

1. Sudu
2. Puli
3. Roda gigi
4. Kopling centrifugal
5. Puli
6. Generator



Daya yang disediakan oleh angin [5] ditampilkan dalam persamaan (1).

$$P_{in} = 0,5 \rho A v^3 \quad (1)$$

dengan:

$\rho$  = massa jenis udara

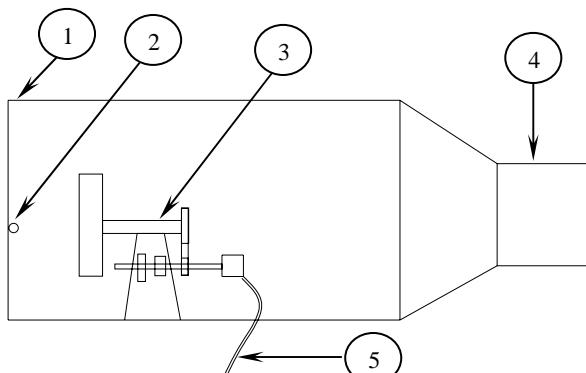
A = luas frontal kincir

v = kecepatan angin

Daya output ditentukan dari besarnya arus (I) yang melewati beban kali tegangan (V) yang dihasilkan generator [5], ditunjukkan dalam persamaan (2).

$$P_{out} = VI \quad (2)$$

Efisiensi total kincir angin merupakan perbandingan daya output terhadap daya input.



Gambar 5. Susunan pengujian

Keterangan:

1. Wind Tunnel
2. Anemometer
3. Turbin Angin
4. Blower
5. Kabel keluaran generator ke beban

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 s/d 3 menampilkan hasil penelitian dan perhitungan kerja Kincir angin dari kecepatan maksimum yang dapat dilakukan sampai dengan kopling lepas sehingga generator tidak bekerja saat tanpa beban. Pada tabel tersebut data diambil saat kopling menggunakan pegas dengan kekakuan 450 N/m. Gambar 6 s/d 8 memperlihatkan karakteristik kincir angin menggunakan kopling dengan massa bandul 40 gram. Gambar 9 s/d 11 memperlihatkan karakteristik kincir angin menggunakan kopling dengan kekakuan pegas 450 N/m.

Dari Tabel 1 s/d 3, dapat dilihat bahwa pada semakin besar massa bandul kecepatan semakin rendah saat kopling bekerja. Massa 20 gram kopling bekerja

pada kecepatan angin 4,58 m/s, massa 30 gram kopling bekerja pada kecepatan angin 4,28 m/s dan massa 40 gram kopling bekerja pada kecepatan angin 4,45 m/s. Kopling dengan massa bandul 40 gram mengalami kenaikan karena data yang diambil pada kecepatan 4 m/s kopling sudah tidak bekerja/terhubung.

Tabel 1. Data penelitian kincir angin menggunakan kopling dengan massa 20 gram

No	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran(rpm)		Tegangan (V)
		Kincir	Alternator	
1	7,32	127,9	4401	155
2	6,92	107,9	3981	130
3	6,11	56,82	2999	110
4	5,65	51,7	1724	74
5	5,27	49,01	1807	65
6	4,93	39,48	1129	52,5
7	4,68	33,77	1115	40
8	4	0	0	0

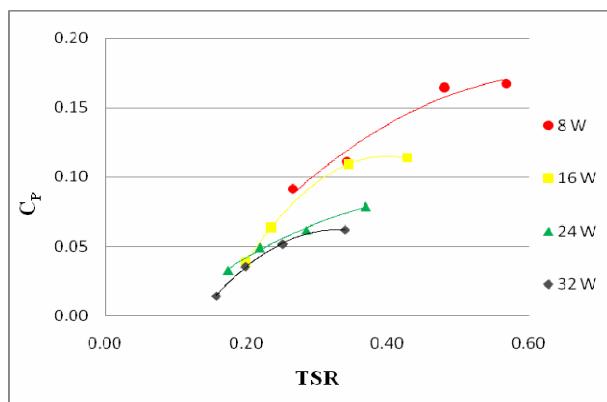
Tabel 2. Data penelitian kincir angin menggunakan kopling dengan massa 30 gram

No	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran(rpm)		Tegangan (V)
		Kincir	Alternator	
1	7,32	117,9	3034	101
2	6,75	106,1	3614	62,5
3	6,18	84,13	2265	70
4	5,25	56,29	1668	48
5	4,99	46,56	1603	38
6	4,28	13,29	1061	21
7	3,92	0	0	0

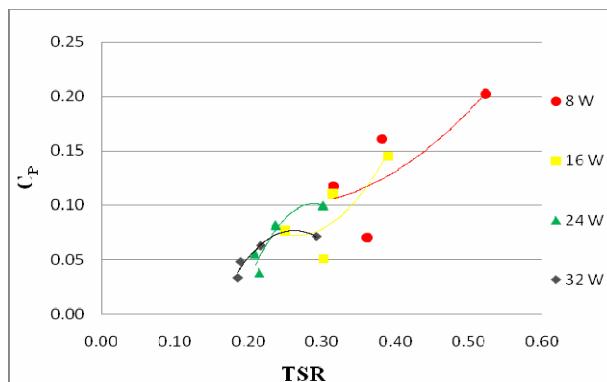
Tabel 3. Data penelitian kincir angin menggunakan kopling dengan massa 40 gram

No	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran(rpm)		Tegangan (V)
		Kincir	Alternator	
1	7	100,7	4222	90
2	6,59	94,49	4167	80
3	5,66	73,44	2835	61
4	4,99	42,14	1657	35
5	4,45	28,1	1173	23
6	4	0	0	0

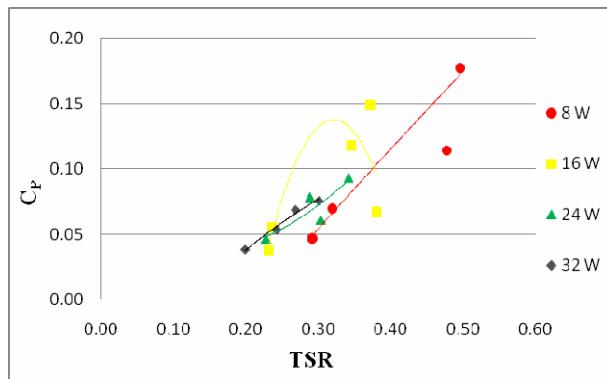




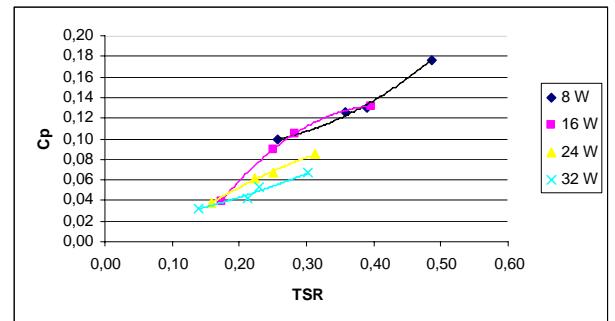
Gambar 6. Grafik hubungan TSR dengan Cp pada Kincir angin menggunakan kopling dengan kekakuan pegas 450 N/m



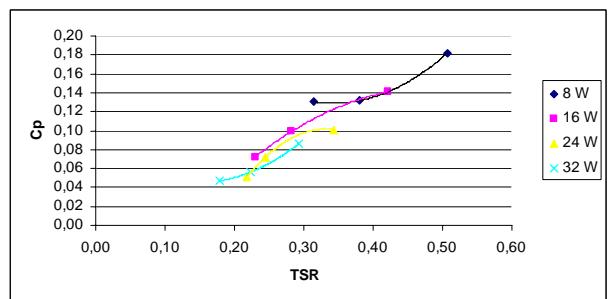
Gambar 7. Grafik hubungan TSR dengan Cp pada Kincir angin menggunakan kopling dengan kekakuan pegas 475 N/m



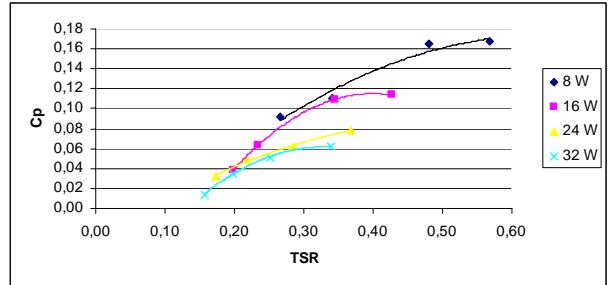
Gambar 8. Grafik hubungan TSR dengan Cp pada Kincir angin menggunakan kopling dengan kekakuan pegas 500 N/m



Gambar 9. Grafik hubungan TSR dengan Cp pada Kincir angin menggunakan kopling dengan massa beban 20 gram.



Gambar 10. Grafik hubungan TSR dengan Cp pada Kincir angin menggunakan kopling dengan massa beban 30 gram.



Gambar 11. Grafik hubungan TSR dengan Cp pada Kincir angin menggunakan kopling dengan massa beban 40 gram.

Dari Gambar 6 s/d 11 terlihat bahwa penggunaan kopling sentrifugal mulai bekerja pada tsr berkisar 0,15 hal ini terjadi karena sampai dengan tsr 0,15 kopling belum bekerja sehingga kincir tidak terhubung dengan generator. Beban semakin kecil menunjukkan karakteristik kincir angin semakin baik, terlihat dari grafik hubungan TSR dengan Efisiensi (Cp) pada beban 8 W mempunyai nilai tertinggi. Dari Gambar 6 s/d 8 memperlihatkan grafik hubungan TSR dengan Cp kincir



angin dengan kopling bermassa 40 gram mencapai efisiensi tertinggi sebesar 20% dengan kekakuan pegas 475 N/m. Gambar 9 s/d 11 memperlihatkan grafik hubungan TSR dengan Cp kincir angin dengan kopling berkekakuan pegas 450 N/m, mencapai efisiensi tertinggi sebesar 18,12% dengan massa beban 30 gram. Dari hasil penelitian ini belum diperoleh kopling sentrifugal yang optimum sebagai penghubung kincir angin poros horisontal bersudu delapan.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa :

1. Kopling sentrifugal dengan massa bandul 20 gram mulai bekerja pada kecepatan angin 4,68 m/s, massa bandul 30 gram mulai bekerja pada kecepatan angin 4,28 m/s dan massa bandul 40 gram mulai bekerja pada kecepatan angin 4,45 m/s.
2. Efisiensi tertinggi yang dicapai saat kopling sentrifugal menggunakan pegas 450 N/m tercapai dengan massa bandul 30 gram sebesar 18,12%.
3. Effisiensi tertinggi yang dicapai saat kopling sentrifugal menggunakan massa 40 gram tercapai dengan kekakuan pegas 475 N/m sebesar 20%.

## Ucapan Terima kasih

Pada kesempatan ini perkenankan kami mengucapkan terima kasih kepada Wahyu dan Bima yang telah membantu sehingga tulisan ini dapat tersusun.

## Pustaka

- The heading of the References section must not be numbered
- [1] Kementerian Negara Riset dan Teknologi, *Indonesia 2005-2025 Buku Putih*, Jakarta, 2006
  - [2] Arismunandar, W., *Penggerak Mula Turbin*, ITB pres, Bandung, 2007.
  - [3] Crane, N.B., *Compliant Centrifugal Clutches: Design, Analysis and Testing*, Thesis, Dept. of Mechanical Engineering, Brigham Young University, 1999.
  - [4] Anonim., *Kopling Sentrifugal*, : [http://en.Wikipedia.org/wiki/Centrifugal\\_clutch](http://en.Wikipedia.org/wiki/Centrifugal_clutch), diakses tanggal 20 Februari 2010
  - [5] Lukiyanto, Y.B., *Materi Kuliah Rekayasa Tenaga Angin*, 2009.



