

## PERANCANGAN BLADE UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DI WILAYAH BANGKA BELITUNG

*Elyas Kustiawan*

*Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung  
elyaskustiawan@gmail.com*

### ABSTRACT

*Technological developments nowadays do need the enormous energy. One of the most widely used energy is electricity which is formed from fossil materials, including diesel fuel. However, it will be decreased sooner or later because of the continuously use. Bangka Belitung Islands province also uses this basic material although there is a potential renewable energy source to be developed, that is wind. Wind turbines are windmills that are used to generate electricity. They supply more electricity for people by applying the principles of energy conversion and wind. One of wind turbine parts is blade. A research located in Bangka Belitung will carry out the calculation of the wind's kinetic energy with the formula  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  ( $m$  for mass and  $v$  for velocity) and the ratio between generated power and wind power which is called the power coefficient ( $C_p$ ) with the formula  $C_p = \frac{P}{\frac{1}{2}\rho Av^3}$ . The research will be continued to the simulation through MATLAB program in order to select not only the combination of blade length for 40 cm or 70 cm but also the number of blade as much as 3, 5 or 8 which generates the greatest power. The conclusion of this research is by selecting the blade length of 40 cm with the number of blade is 3, it will generate the greatest turbine's power. The results will be used in a research about wind power plant based on permanent magnet for street lighting.*

**Keywords:** *Turbine, wind, blade, power, MATLAB.*

### ABSTRAK

Perkembangan teknologi pada saat ini sangat memerlukan energi yang sangat besar. Salah satu energi yang paling banyak digunakan adalah energi listrik. Selama ini energi listrik menggunakan bahan yang berasal dari Fosil, diantaranya adalah solar. Di daerah provinsi Kepulauan Bangka Belitung, bahan dasar untuk menghasilkan listrik adalah solar. Namun demikian penggunaan solar lambat laun akan mulai habis akibat pemakaian terus menerus. Tanpa disadari bahwa di daerah Provinsi kepulauan Bangka Belitung sumber energi terbarukan sangat potensial sekali untuk dikembangkan yaitu angin. Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Pada saat ini turbin angin lebih banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. Salah satu bagian dari turbin angin adalah blade/baling-baling. Pada penelitian yang mengambil lokasi di wilayah Bangka Belitung ini akan dilakukan penghitungan besar energi kinetik yang terkandung pada angin yang mempunyai massa  $m$  dan berkecepatan  $v$  yaitu  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$  dan perbandingan antara daya yang dihasilkan dan daya yang dimiliki angin disebut dengan koefisien daya ( $C_p$ ) yang ditulis  $C_p = \frac{P}{\frac{1}{2}\rho Av^3}$ . Selanjutnya akan dilakukan simulasi dengan menggunakan program MATLAB untuk memilih kombinasi panjang blade 40 cm atau 70 cm dan banyaknya blade sebanyak 3, 5 atau 8 yang menghasilkan daya yang paling besar. Kesimpulan dari penelitian ini adalah dengan pemilihan panjang blade 40 cm dengan banyaknya blade adalah 3 maka akan menghasilkan daya kincir yang paling besar. Hasil penelitian ini akan digunakan pada penelitian mengenai pembangkit listrik tenaga angin berbasis magnet permanen untuk lampu penerangan jalan.

**Kata kunci:** Turbin, angin, blade, daya, MATLAB.

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada saat ini sangat memerlukan energi yang sangat besar. Salah satu energi yang paling banyak digunakan adalah energi listrik. Selama ini energi listrik menggunakan bahan yang berasal dari Fosil, diantaranya adalah solar. Di daerah provinsi Kepulauan Bangka Belitung, bahan dasar untuk menghasilkan listrik adalah solar. Namun demikian penggunaan solar lambat laun akan mulai habis akibat pemakaian terus menerus. Tanpa disadari bahwa di daerah Provinsi kepulauan Bangka Belitung sumber energi terbarukan sangat potensial sekali untuk dikembangkan yaitu angin. Turbin angin adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik. Pada saat ini turbin angin lebih banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. Salah satu bagian dari turbin angin adalah blade/baling-baling.

Rumusan masalah pada penelitian ini memilih kombinasi panjang blade 40 cm atau 70 cm dan banyaknya blade/sudu sebanyak 3, 5 atau 8 yang menghasilkan daya yang paling besar dengan menggunakan simulasi Matlab.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kombinasi panjang blade 40 cm atau 70 cm dan banyaknya blade/sudu sebanyak 3, 5 atau 8 yang menghasilkan daya yang paling besar dengan menggunakan simulasi Matlab.

Manfaat penelitian ini adalah dapat digunakan pada penelitian bidang lain yaitu pembangkit listrik tenaga angina berbasis magnet permanen untuk lampu penerangan jalan..

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan dengan studi literature dan melakukan simulasi matlab.

### Pemodelan Matematika Untuk Kincir angin

Bentuk energi yang terdapat pada angina adalah energi kinetiknya. Angin adalah massa udara yang bergerak. Besarnya energi yang terkandung pada angin tergantung pada kecepatan angin dan massa jenis angin. Jika diformulasikan, besar energi kinetik yang terkandung pada angin yang mempunyai massa  $m$  dan berkecepatan  $v$  adalah :

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad (1)$$

Jika diasumsikan bahwa kecepatan udara konstan, maka massa angin yang menembus luasan sebesar  $A$  dan bergerak sejauh  $dx$  dalam waktu  $dt$ , sehingga daya sebesar :

$$P = \frac{1}{2} v^2 A \frac{d(\rho x)}{dt} \quad (2)$$

Diasumsikan bahwa  $\rho$  juga konstan sehingga diperoleh :

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (3)$$

Gaya tangensial pada sudu ditimbulkan oleh adanya komponen daya angkat pada bidang putar, tetapi masih dikurang dengan kemampuan daya seret yang berlawanan arah. Gaya tangensial pada rotor ini mempunyai jarak (lengan) tertentu pada sumbu putar (poros) dan hasil kali kedua besaran ini seringkali disebut dengan torsi ( $T$ ).

$$T = F r \quad (4)$$

Dimana :

$T$  = torsi (Nm),  $F$  = Gaya pembebanan (N), dan  $r$  = jari-jari (m)

Jika kemudian rotor ini berputar dengan kecepatan tertentu pula ( $w$ ), maka daya ( $P$ ) yang timbul dapat dihitung sebesar:

$$P = T w \quad (5)$$

Dimana :

$T$  = Torsi (Nm),  $w$  = Kecepatan angular (rpm), dan  $P$  = Daya (Watt)

Seperti diketahui ternyata energi kinetik yang dimiliki angin tidak seluruhnya dapat dikonversikan menjadi gaya mekanik (dengan adanya komponen gaya seret yang mengurangi komponen gaya angkat). Dengan demikian terjadi kerugian daya dan perbandingan antara daya yang dihasilkan dan daya yang dimiliki angin disebut dengan koefisien daya ( $C_p$ ) yang dapat ditulis:

$$C_p = \frac{P}{\frac{1}{2} \rho A w^3} \quad (6)$$

Hal tersebut terjadi pula pada torsi, sehingga koefisien torsi:

$$C_T = \frac{T}{\frac{1}{2} \rho A w^2 R} \quad (7)$$

### Simulasi Matlab

Teknik dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan simulasi Matlab.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengolahan Data

Pengambilan data dilakukan di Pantai Tapak Antu Kabupaten Bangka Tengah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dengan data sebagai berikut :

TABEL 1. DATA KECEPATAN ANGIN

Jam	Kecepatan	Jam	Kecepatan	Jam	Kecepatan
09.30	2.02	11.45	4.18	14.00	4.62
09.35	2.84	11.50	4.08	14.05	4.98
09.40	1.17	11.55	3.57	14.10	4.37
09.45	1.44	12.00	4.26	14.15	4.31
09.50	1.69	12.05	4.16	14.20	4.22
09.55	2.12	12.10	3.13	14.25	5.47
10.00	1.61	12.15	3.36	14.30	4.37
10.05	5.08	12.20	4.41	14.35	3.32
10.10	4.84	12.25	3.49	14.40	2.38
10.15	4.96	12.30	3.54	14.45	5.29
10.20	5.46	12.35	4.2	14.50	4.11
10.25	5.54	12.40	3.63	14.55	3.1
10.30	4.55	12.45	4.03	15.00	3.45
10.35	3.97	12.50	4.08	15.05	3.39
10.40	5.41	12.55	3.38	15.10	2.54
10.45	3.11	13.00	4.52	15.15	3.11
10.50	4.48	13.05	5	15.20	3.21
10.55	2.03	13.10	3.87	15.25	3.23
11.00	3.61	13.15	5.01	15.30	2.46
11.05	2.61	13.20	3.98	15.35	2.43
11.10	3.59	13.25	4.1	15.40	3.94
11.15	3.57	13.30	4.17	15.45	2.48
11.20	3.78	13.35	3.48	15.50	2.56
11.25	3.84	13.40	4.02	15.55	3
11.30	3.87	13.45	4.63	16.00	3.19
11.35	3.85	13.50	4.14		
11.40	3.79	13.55	4.88		

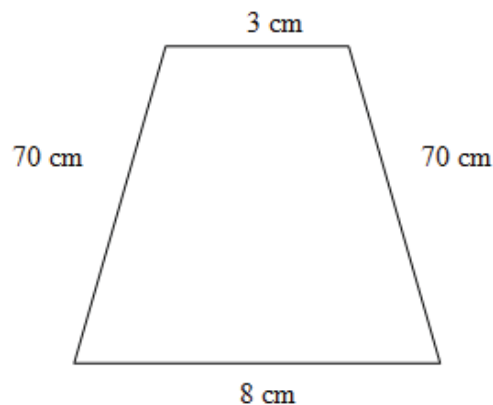
1. Kerapatan Udara

Dalam pengujian yang dilakukan, diketahui bahwa suhu lingkungan adalah  $30^{\circ}\text{C}$ . Berdasarkan tabel kerapatan dan kekentalan udara maka kerapatan udara ( $\rho$ ) adalah  $1,151 \text{ kg/m}^3$

2. Daya ideal Angin

Energi yang dimiliki oleh angin dapat diperoleh dari (1) :

- a. Diketahui bentuk Blade dengan panjang 70 cm :



Akan dicari tinggi blade yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi} &= \sqrt{(2,5)^2 + (70)^2} \\ &= \sqrt{4906,25} \\ &= 70,045 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jika dibuat kemiringan sudut sebesar  $30^{\circ}$  maka diperoleh :

$$\cos 30^{\circ} = \frac{x}{8}$$

$$x = 8 \cos 30^{\circ} = 4\sqrt{3} = 6,92$$

Jadi panjang blade berubah menjadi 6,92 cm dan lebar 2,595 cm

Luas daerah bidang sentuhnya adalah :

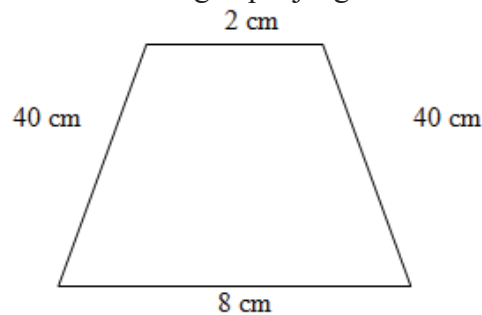
$$\begin{aligned} \text{luas} &= \frac{1}{2}(6,92 \text{ cm} + 2,595 \text{ cm})(70,045 \text{ cm}) \\ &= \frac{1}{2}(9,515 \text{ cm})(70,045 \text{ cm}) \\ &= 333,239 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Jadi luas daerah bidang sentuh dengan panjang 70 cm adalah 333,239 cm<sup>2</sup>.

Energi angin untuk blade dengan panjang 70 cm adalah :

$$\begin{aligned}P &= \frac{1}{2} \rho A v^3 \\ &= \frac{1}{2} (1,151)(3,33239)v^3 \\ &= 1,92v^3\end{aligned}$$

b. Diketahui bentuk Blade dengan panjang 40 cm sebagai berikut :



Tinggi blade adalah 40,11 cm.

Jika dibuat kemiringan sudut sebesar 30<sup>0</sup> maka diperoleh panjang blade 6,92 cm dan lebar 1,73 cm

Luas daerah bidang sentuhnya adalah :

$$\begin{aligned}luas &= \frac{1}{2} (6,92 \text{ cm} + 1,73 \text{ cm})(40,11 \text{ cm}) \\ &= \frac{1}{2} (11,9716 \text{ cm})(40,11 \text{ cm}) \\ &= 480,18 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Jadi luas daerah bidang sentuh dengan panjang 40 cm adalah 480,18 cm<sup>2</sup>.

Energi angin untuk blade dengan panjang 40 cm adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}P &= \frac{1}{2} \rho A v^3 \\ &= \frac{1}{2} (1,151)(4,8018)v^3 \\ &= 2,763v^3\end{aligned}$$

3. Torsi

Torsi dapat diperoleh dengan menggunakan sistem pengereman dengan menggantungkan beban pada pulley yang berputar

a. Untuk blade dengan panjang 70 cm

i. Untuk 3 sudu

$$\text{Massanya (m)} = 3 \times 300 \text{ gram} = 900 \text{ gram} = 0,9 \text{ kg}$$
$$T = ((0,9)(9,8))(0,7) = 6,174 \text{ Nm}$$

ii. Untuk 5 sudu

$$\text{Massanya (m)} = 5 \times 300 \text{ gram} = 1500 \text{ gram} = 1,5 \text{ kg}$$
$$T = ((1,5)(9,8))(0,7) = 10,29 \text{ Nm}$$

iii. Untuk 8 sudu

$$\text{Massanya (m)} = 8 \times 300 \text{ gram} = 2400 \text{ gram} = 2,4 \text{ kg}$$
$$T = ((2,4)(9,8))(0,7) = 16,464 \text{ Nm}$$

b. Untuk blade dengan panjang 40 cm

i. Untuk 3 sudu

$$\text{Massanya (m)} = 3 \times 230 \text{ gram} = 690 \text{ gram} = 0,69 \text{ kg}$$
$$T = ((0,69)(9,8))(0,4) = 2,7048 \text{ Nm}$$

ii. Untuk 5 sudu

$$\text{Massanya (m)} = 5 \times 230 \text{ gram} = 1150 \text{ gram} = 1,15 \text{ kg}$$
$$T = ((1,15)(9,8))(0,4) = 4,508 \text{ Nm}$$

iii. Untuk 8 sudu

$$\text{Massanya (m)} = 8 \times 230 \text{ gram} = 1840 \text{ gram} = 1,84 \text{ kg}$$
$$T = ((1,84)(9,8))(0,4) = 7,2128 \text{ Nm}$$

4. Daya kincir

Daya kincir merupakan output dari daya angin, daya kincir dapat diperoleh dari (1) :

$$P = T \frac{2\pi n}{60}$$

Dimana :

$P$  = Daya (Watt),  $T$  = Torsi (Nm), dan  $n$  = putaran kincir (rpm)

Jika diketahui blade dengan panjang 70 cm dengan 3 sudu, kecepatan angin 2,02 m/detik, dan Rpm 20 rad/detik, diperoleh :

$$P = T \frac{2\pi n}{60}$$
$$= 6,174 \frac{2(3,14)(20)}{60}$$
$$= 12,924 \text{ watt}$$

## Simulasi Matlab

```

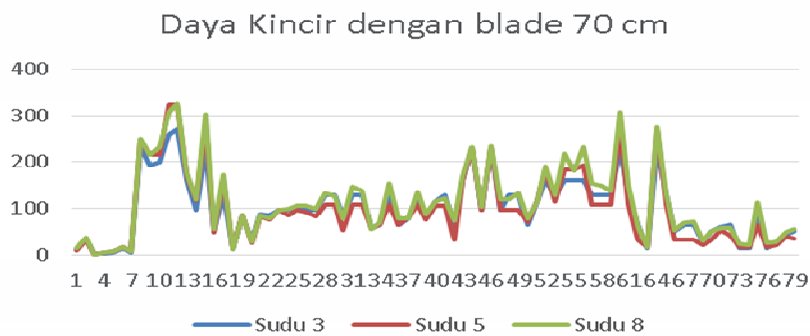
% Menampilkan judul program
clc;
disp('@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#');
disp('      SELAMAT DATANG DALAM PROGRAM');
disp(' Menghitung Energi angin dan daya kincir');
disp('@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#_@#');
disp(' ');
% Meminta masukan dari user
v= input('  MASUKAN kecepatan angin = ');
n= input('  MASUKAN kecepatan Rotasi (dalam Rpm) = ');
r= input('  MASUKAN Panjang blade (70 cm / 40 cm) = ');
h= input('  MASUKAN banyaknya sudu ( 3 / 5 / 8 ) = ');
%proses penghitungan
if r==70
    p=1.92*v^3;
    if h==3
        q=(6.174*2*3.14*n)/60;
    elseif h==5
        q=(10.29*2*3.14*n)/60;
    else
        q=(16.464*2*3.14*n)/60;
    end
else
    p=2.763*v^3;
    if h==3
        q=(2.7048*2*3.14*n)/60;
    elseif h==5
        q=(4.508*2*3.14*n)/60;
    else
        q=(7.2128*2*3.14*n)/60;
    end
end

% Menampilkan keluaran
disp(' ');
disp('  Jadi energi anginnya adalah');disp(p);
disp('  daya kincirnya adalah');disp(q);
disp('  apakah anda mau mencoba ukuran yang lain ???');
disp('  silahkan ketikan program_elyas');

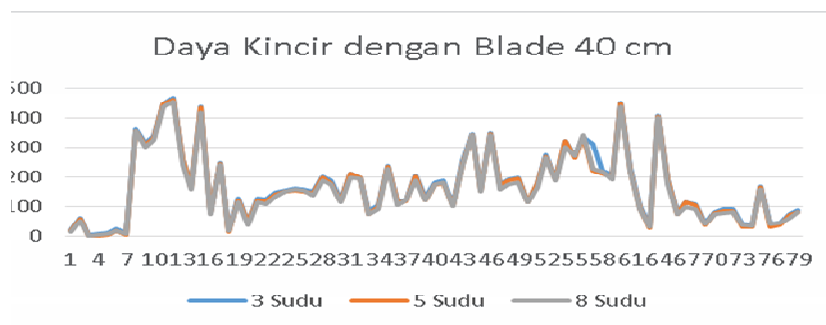
```

Hasil simulasi matlabnya adalah sebagai berikut :





Gambar 1. Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Daya Kincir Blade 70 CM



Gambar 2. Hubungan Kecepatan Angin Terhadap Daya Kincir Blade 40 CM

Gambar (1) dan (2) menunjukkan hubungan energi yang dihasilkan oleh blade terhadap kecepatan angin yang menyentuhnya. Blade yang memiliki panjang 40 cm menghasilkan daya lebih besar dibandingkan dengan blade yang memiliki panjang 70 cm. Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa yang menghasilkan daya kincir paling besar adalah panjang blade 40 cm dengan kombinasi 3 sudu.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah dengan pemilihan panjang blade 40 cm dengan kombinasi 3 sudu akan menghasilkan daya kincir yang paling besar. Hasil penelitian ini akan digunakan pada penelitian mengenai pembangkit listrik tenaga angin berbasis magnet permanen untuk lampu penerangan jalan..

## DAFTAR PUSTAKA

- Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi, 2004, *Mekanika Fluida*, edisi keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Himran, Syukri, 2005, *Energi Angin*, CV Bintang Lamumpatue, Makasar.
- Ikhwanul Ikhsan, M.Akbar Hipi, 2011, *Analisis Pengaruh Pembebanan terhadap kinerja kincir angin tipe propeller pada wind tunnel sederhana*, jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanudin, Makasar.
- Wendy L. Martinez, 2002, *Computational Statistics handbook with MATLAB*, Chapman & hall , florida.