

Energi angin (Wind Energy)



Hasbullah, S.Pd., MT

Dasar Energi Angin

- Semua energi yang dapat diperbaharui dan berasal dari Matahari. (kecuali.panas bumi)
- Matahari meradiasi $1,74 \times 1.014$ kilowatt jam energi ke Bumi setiap jam (Bumi menerima $1,74 \times 1.017$ watt daya)
- 1-2 persen dari energi tersebut diubah menjadi energi angin.
- Jadi, energi angin merupakan bentuk tidak langsung dari energi matahari, karena angin dipengaruhi oleh pemanasan yang tidak merata pada kerak bumi oleh matahari

Angin sebagai energi Potensial

- Energi angin dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar fosil.
- Ketersediaannya di alam cukup banyak.
- Dapat diperoleh secara gratis di alam.
- Dalam pemanfaatannya secara langsung, tidak menimbulkan pencemaran udara. Atau dengan kata lain pemanfaatannya ramah lingkungan.

Pemanfaatan energi Angin

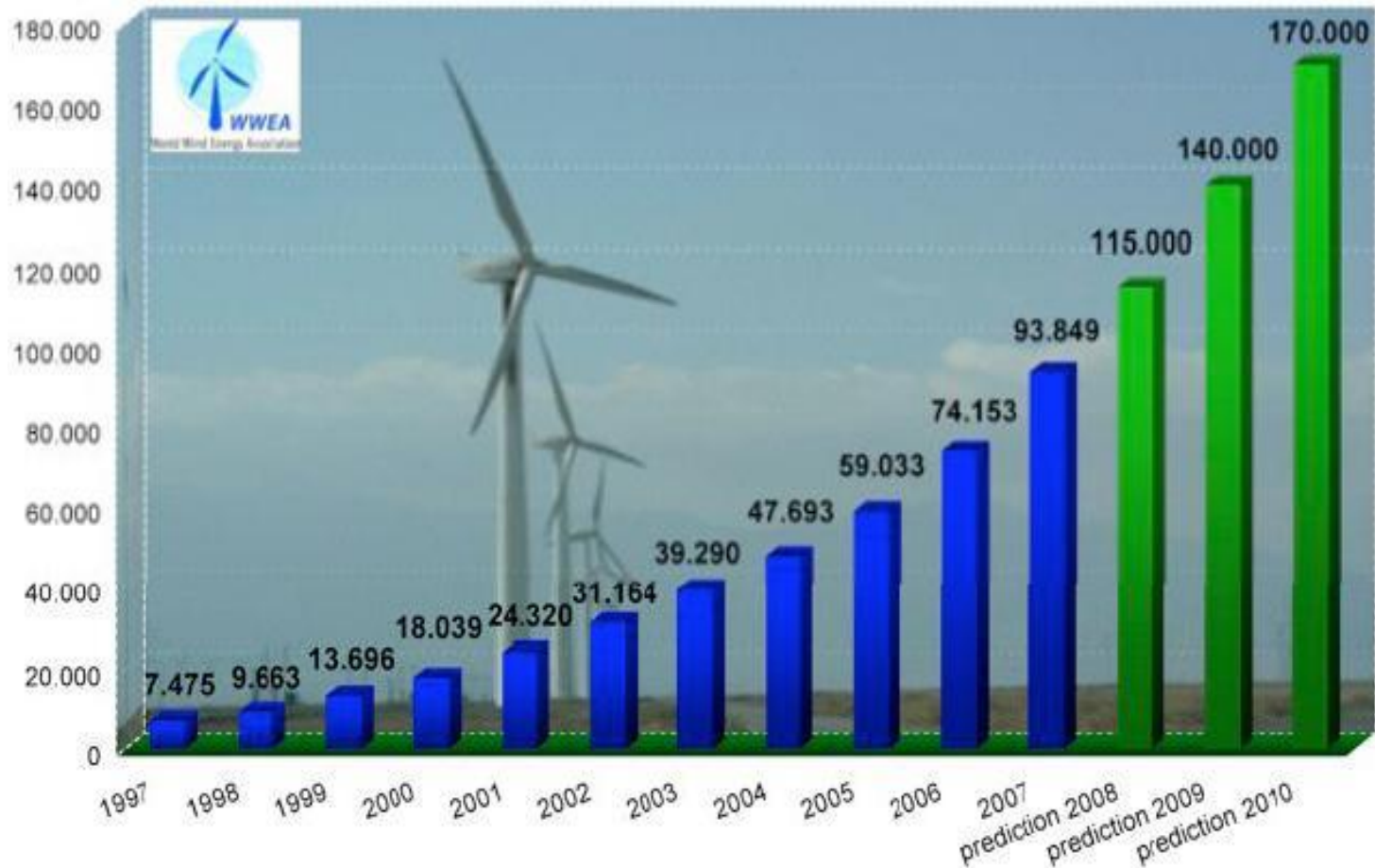


- Pemanfaatan angin untuk energi terbagi atas dua bentuk tenaga utama, yaitu:
- Sepenuhnya mekanik, seperti pompa air atau penggerak lainnya,
- Listrik dengan memanfaatkan pembangkit listrik tenaga angin

- Berdasarkan data dari [WWEA](#) (World Wind Energy Association), sampai dengan tahun 2007 perkiraan energi listrik yang dihasilkan oleh turbin angin mencapai 93.85 GigaWatts, menghasilkan lebih dari 1% dari total kelistrikan secara global.
- Amerika, Spanyol dan China merupakan negara terdepan dalam pemanfaatan energi angin.
- Diharapkan pada tahun 2010 total kapasitas pembangkit listrik tenaga angin secara global mencapai 170 GigaWatt.

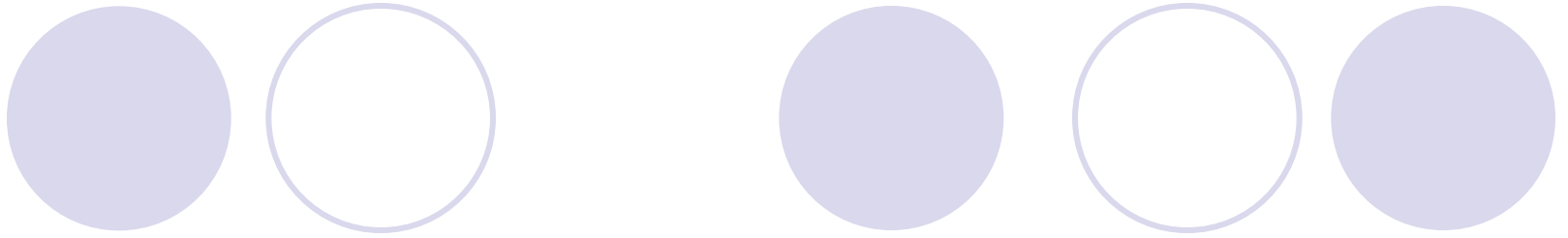
Energi Angin Dunia

World Wind Energy - Total Installed Capacity and Prediction 1997-2010 [MW]



Energi Angin di Indonesia

- Di tengah potensi angin melimpah di kawasan pesisir Indonesia, total kapasitas terpasang dalam sistem konversi energi angin saat ini kurang dari 800 kilowatt.
- Di seluruh Indonesia, lima unit kincir angin pembangkit berkapasitas masing-masing 80 kilowatt (kW) sudah dibangun.
- Tahun 2007, tujuh unit dengan kapasitas sama menyusul dibangun di empat lokasi, masing-masing di Pulau Selayar tiga unit, Sulawesi Utara dua unit, dan Nusa Penida, Bali, serta Bangka Belitung, masing-masing satu unit.



- Mengacu pada kebijakan energi nasional, maka pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) ditargetkan mencapai 250 megawatt (MW) pada tahun 2025.

Klasifikasi Angin



- Angin Planetary

disebabkan oleh pemanasan yang lebih besar pada permukaan bumi dekat ekuator daripada kutub utara dan selatan

- Angin Lokal

disebabkan 2 mekanisme, pertama perbedaan panas antara daratan dan air, kedua karena *hill and mountain slide*

Syarat dan Kondisi angin yg dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik

Tingkat Kecepatan Angin 10 meter di atas permukaan Tanah		
Kelas Angin	Kecepatan Angin m/d	Kondisi Alam di Daratan
1	0.00 ~ 0.02	_____
2	0.3 ~ 1.5	angin tenang, Asap lurus ke atas.
3	1.6 ~ 3.3	asap bergerak mengikuti arah angin
4	3.4 ~ 5.4	wajah terasa ada angin, daun2 bergoyang pelan, petunjuk arah angin bergerak
5	5.5 ~ 7.9	debu jalan, kertas beterbangan, ranting pohon bergoyang.
6	8.0 ~ 10.7	ranting pohon bergoyang, bendera berkibar.
7	10.8 ~ 13.8	ranting pohon besar bergoyang, air plumpang berombak kecil
8	13.9 ~ 17.1	Ujung pohon melengkung, hembusan angin terasa di telinga
9	17.2 ~ 20.7	dpt mamatahkan ranting pohon, jalan berat melawan arah angin
10	20.8 ~ 24.4	dpt mematahkan ranting pohon, rumah rubuh
11	24.5 ~ 28.4	dpt merubuhkan pohon, menimbulkan kerusakan
12	28.5 ~ 32.6	menimbulkan kerusakan parah
13	32.7 ~ 36.9	tornado

Potensi energi angin di Indonesia

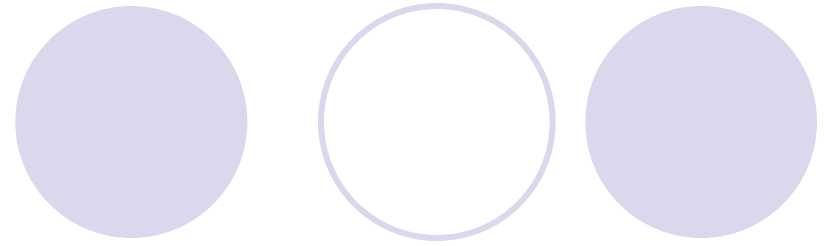
- Potensi listrik tenaga angin di Indonesia: 9,29 GW, (baru 0,0005 GW termanfaatkan)
- kecepatan angin di sebagian besar wilayah Indonesia hanya mencapai 3-5 meter/detik, kurang memadai untuk membangkitkan energi listrik.
- Di beberapa lokasi, potensi kecepatan angin itu cukup memadai. (pantai selatan Jawa, pantai barat Sumatra, dan wilayah Indonesia Timur), kecepatan anginnya rata-rata di atas 6 m/dtk

Wind energy



- angin terjadi karena ada perbedaan temperatur antara udara panas dan udara dingin.
- Jika Bumi tidak berotasi pada sumbunya, maka udara akan tiba di kutub utara dan kutub selatan, turun ke permukaan lalu kembali ke khatulistiwa
- Udara yang bergerak inilah yang merupakan energi yang dapat diperbaharui, yang dapat digunakan untuk memutar turbin dan akhirnya dapat menghasilkan listrik.

Prinsip Energi Angin



a. Tenaga Total

Tenaga total aliran angin adalah sama dengan laju energi kinetik aliran yang datang, KE_i

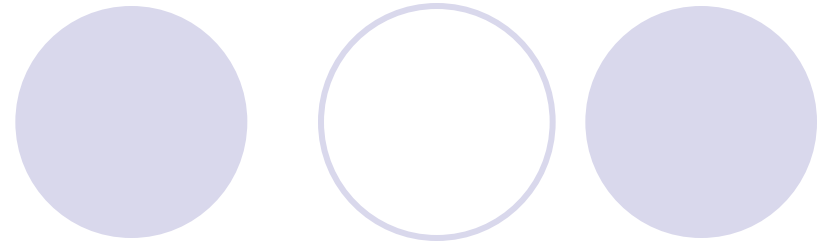
$$P_{\text{tot}} = m Ke_i = m Vi^2 / 2g_c$$

Laju aliran massa diberikan oleh persamaan kontinuitas :

$$M = \rho A V_i$$

Sehingga $P_{\text{tot}} = 1/2g_c \rho A Vi^3$

Prinsip Energi Angin



- Tenaga Maksimum

Dengan mengasumsikan bahwa roda turbin mempunyai ketebalan $a-b$, tekanan masuk dan kec. Masuk adalah P_i dan V_i , dan pada bagian keluaran P_e dan P_e , maka akan diperoleh keseimbangan energi :

$$P_{\text{maks}} = 8/27 g_c \rho A V_i^3$$

- Efisiensi teoritis ideal atau maksimum (*power coefficient*) dari turbin angin adalah perbandingan tenaga maksimum yang diperoleh dari angin terhadap tenaga total angin tersebut :

$$\begin{aligned}\eta_{\text{maks}} &= P_{\text{maks}}/P_{\text{tot}} \\ &= 16/27 = 0,5926\end{aligned}$$

(turbin dapat mengkonversikan tidak lebih dari 60% dari tenaga total angin menjadi tenaga berguna)

- Tenaga Aktual

Karena roda turbin angin tidak dapat tertutup sempurna, dalam prakteknya turbin hanya dapat mencapai 50-70% dari efisiensi idealnya.

Efisiensi aktual η , adalah perkalian dengan η_{maks} , dan perbandingan tenaga aktual terhadap tenaga total :

$$P = \eta P_{tot} = \eta \frac{1}{2} g_c \rho A V_i^3$$

dimana η bervariasi 30- 40% untuk turbin aktual

Gaya Pada Sudu

Gaya pada sudut jenis turbin proveler ada 2:

1. Gaya keliling arahnya yaitu rotasi roda yang menyebabkan torsi

2. Gaya aksial ke arah alairan angin yang menyebabkan timbulnya gaya aksial

Gaya keliling torsi (T), diperoleh dari :

$$T = P/\omega = P/\pi DN$$

- Untuk turbin yang beroperasi pada P. torsi diberikan oleh :

$$T = \eta \frac{1}{8} g_c \rho D V_i^3 / N$$

Untuk turbin yang beroperasi pada $\eta_{\text{maks}} = 16/27$, torsi diberikan oleh :

$$T_{\text{maks}} = \frac{2}{27} g_c \rho D V_i^2 / N$$

Gaya aksial (axial thrust, diberikan oleh :

$$\begin{aligned} F_x &= \frac{2}{2} g_c \rho A (V_i^2 - V_e^2) \\ &= \frac{\pi}{8} g_c \rho D^2 (V_i^2 - V_e^2) \end{aligned}$$

Gaya aksial pada roda turbin yang beroperasi pada efisiensi maksimum dimana $V_e = 1/3 V_i$ diberikan oleh :

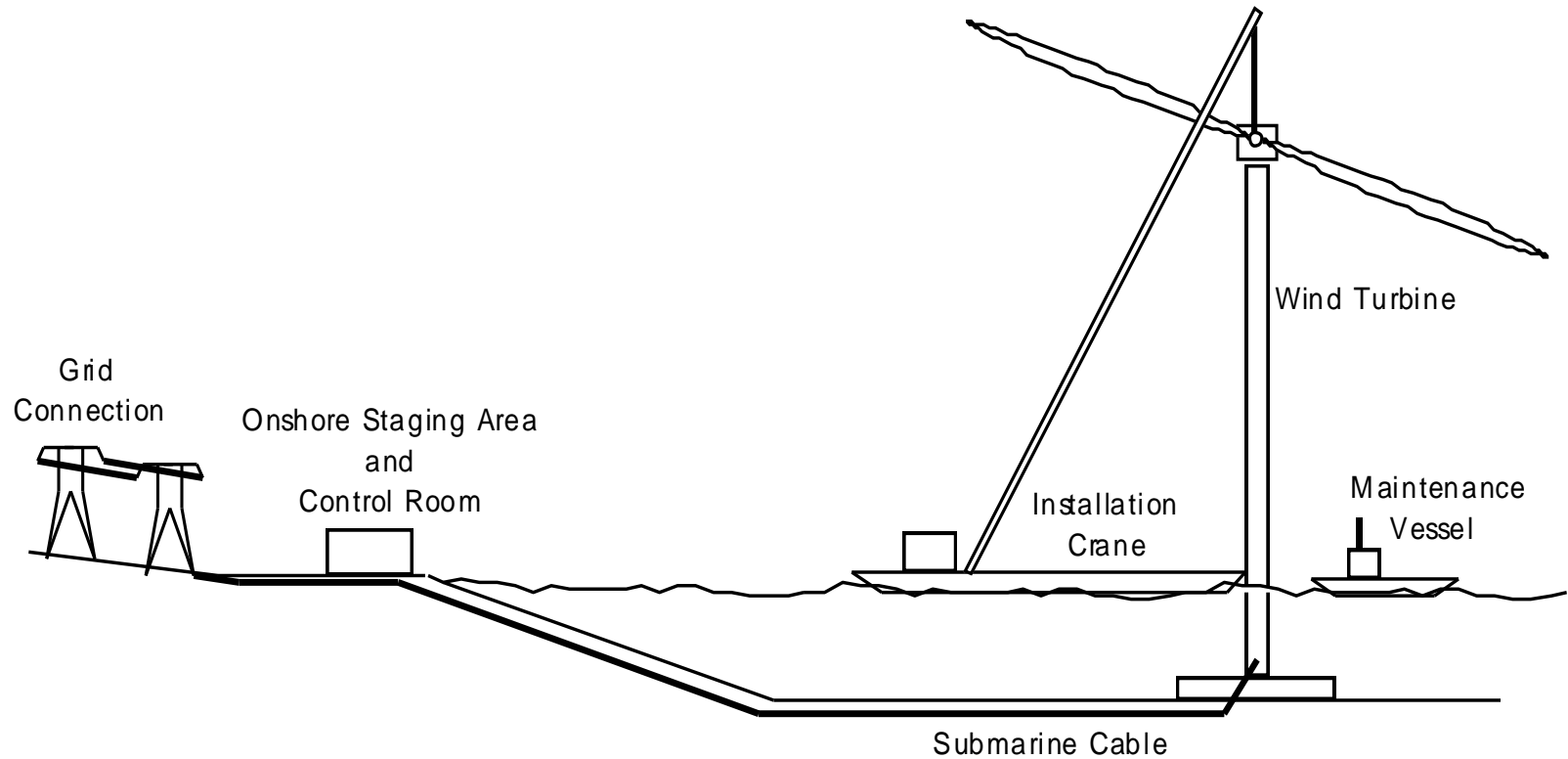
$$F_{x, \text{maks}} = \frac{4}{9} g_c \rho A V_i^2 = \frac{\pi}{9} g_c \rho D^2 V_i^2$$

Pembangkit Listrik Tenaga Angin

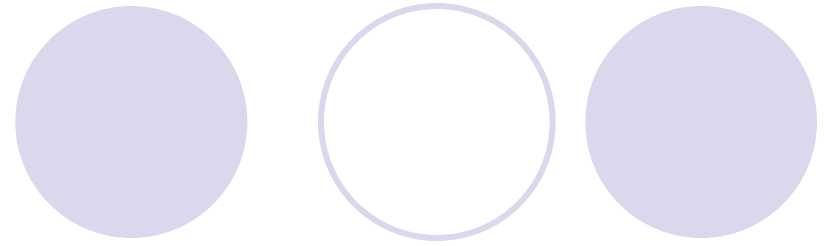
Wind Power System : memanfaatkan angin melalui kincir untuk menghasilkan listrik

Sistem alat ini memanfaatkan tiupan angin untuk memutar motor. Hembusan angin ditangkap baling-baling, dan dari putaran baling-baling tersebut akan dihasilkan putaran motor yang selanjutnya diubah menjadi energi listrik

Instalasi WPS



Instalasi WPS

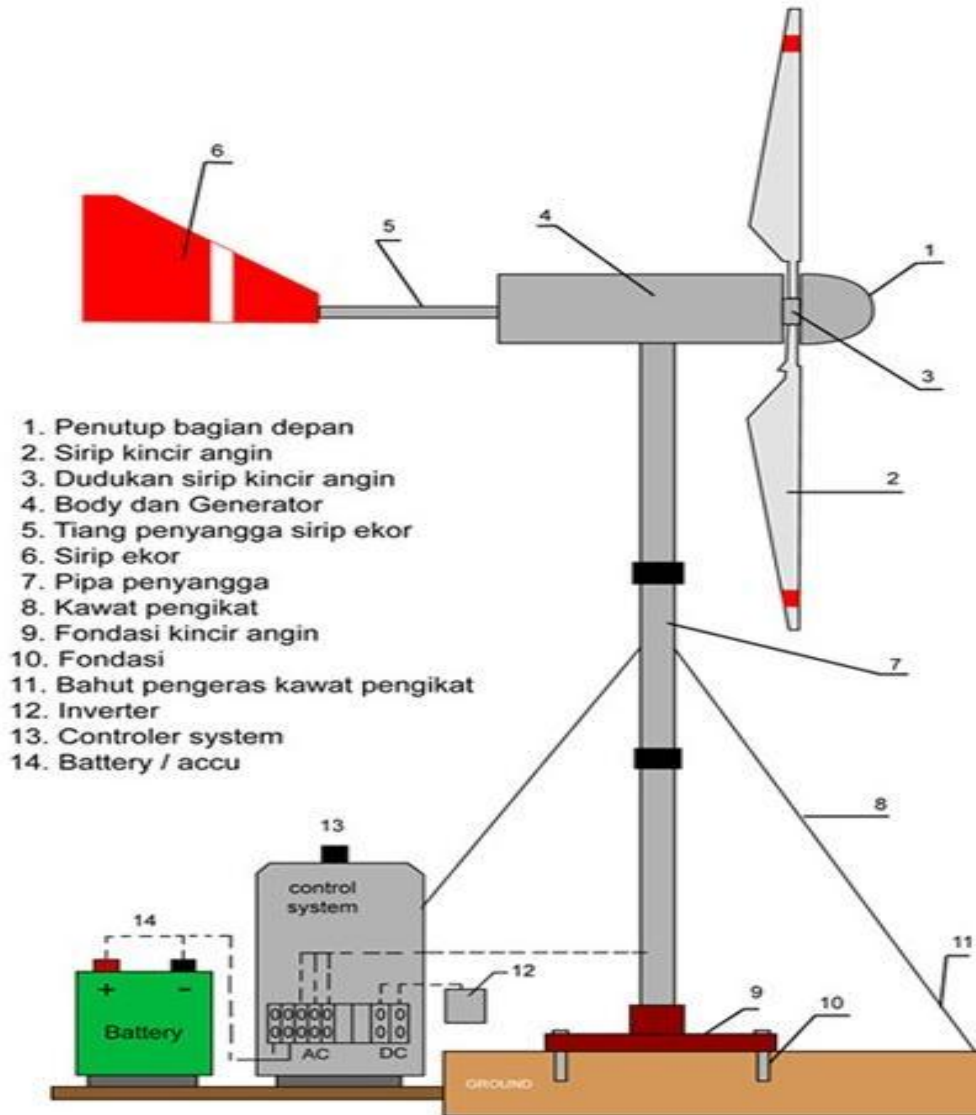


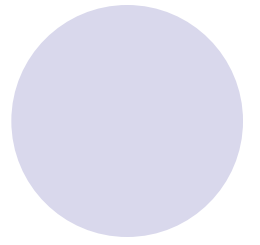
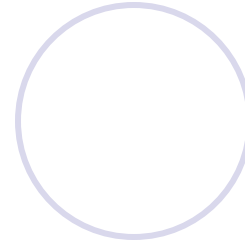
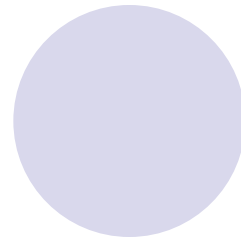
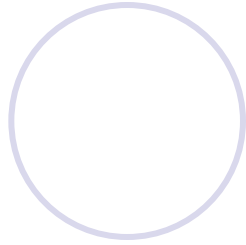
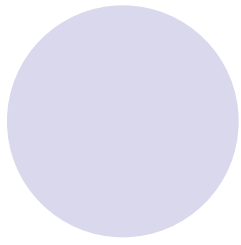
- Wind Power System ini terdiri dari empat bagian utama,
- Rotor
- Transmisi
- Elektrikal dan
- Tower.

WPS

- Bagian Rotor terdiri dari baling-baling dengan empat daun, bentuknya seperti baling-baling pesawat, dengan bentuk seperti ini diharapkan energi angin yang tertangkap bisa maksimal

Sketsa Kincir Angin





TERIMA KASIH



WASALAM