



**PEMANFAATAN ENERGI ANGIN SKALA KECIL
UNTUK PEMENUHAN KEBUTUHAN LISTRIK
MASYARAKAT PEDESAAN**

Renewable Energy Systems

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNIK UNDANA**

VERDY A. KOEJUAN

Powering tomorrow's world



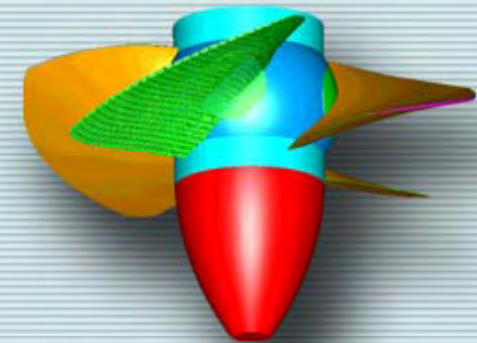
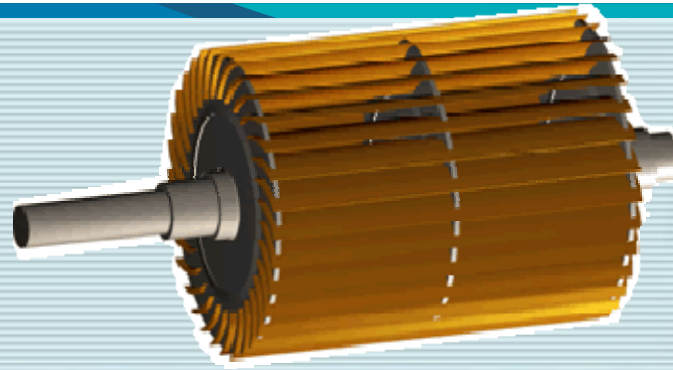
SEKILAS TEK.MESIN

FST,UNDANA

1994 FT, 2010 FST

- Konversi Energi
- Konstruksi Perancangan
- Rekayasa Material
- Dosen 21 orang
- Aktif : (S1=5, S2=13)
- Sementara study (S2=2, S3=1)
- Mahasiswa = 198 org
- Alumni = 164 orang (2000s/d2009)

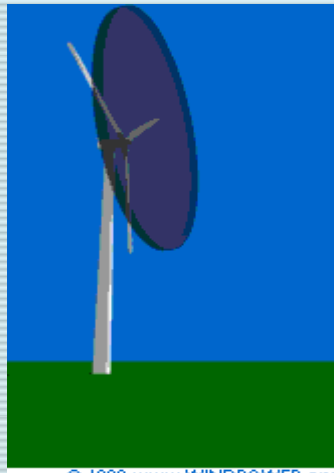
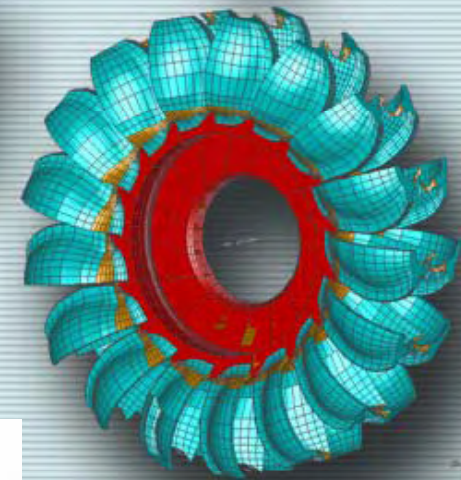




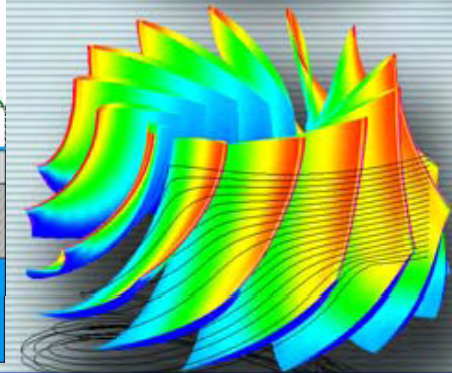
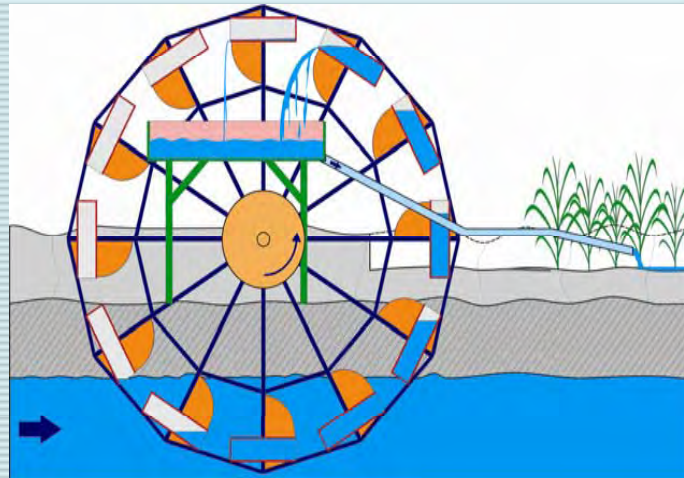
MIKROHIDRO

Wind Turbine

Powering tomorrow's world



© 1998 www.WINDPOWER.org



LATAR BELAKANG

- Meningkatnya pembangunan => peningkatan kebutuhan energi
- Berkurangnya ketersediaan sumber energi fosil => mendorong diversifikasi pemanfaatan berbagai sumber energi pengganti minyak bumi, ; memanfaatkan sumber energi setempat
- Berbagai kebijakan Pemerintah untuk mendorong/menggalakkan pemanfaatan EBT dan ramah lingkungan :
 - PEN (Pengelolaan Energi Nasional) 2005, KEN (Kebijakan Energi Nasional) , Green Energy (Program Energi Hijau), Roadmap Energi dan Ketahanan Pangan
- Perlunya penggunaan energi alternatif sebagai pendukung energi fosil dalam hal ini Energi Angin

Teknologi Konversi Energi Angin

- **Visi**
 - Sains dan Teknologi Sistem Konversi Energi Angin untuk Pemenuhan Kebutuhan Energi Masyarakat
- **Misi**
 - Membantu pemerintah dalam penyediaan energi terutama di pedesaan dan daerah terpencil
 - Meningkatkan standard hidup masyarakat melalui penyediaan listrik pedesaan dan pemompaan air
 - Mempromosikan penggunaan energi angin yang ramah lingkungan
 - Memberikan alternatif kontribusi energi listrik nasional

Monitoring Data Angin, di Nusa Tenggara Timur (NTT)

No	Lokasi	Kec.Angin (m/s)
1	Papanggarang - Manggarai	4,3
2	Nangalili - Flores	3,7
3	Maubesi - Rote	3,7
4	Palakahembi - Sumba Timur	4,2
5	Ujung - Flores	3,2
6	Tomenas - Timor	6,5 *)
7	Netpala - Timor	5,3 *)
8	Satkeo - Timor	5,7 *)
9	Walakiri - Sumba	4,4 *)
10	Napu - Sumba	5,1 *)
	*) Ketinggian 30 m	

No	Nama Lokasi	21m	36m	51m
1	Amarazi, Kupang NTT	4.3	5	5.4
2	Ekateta, Kupang NTT	3.5	4.1	4.3
3	Hansisi, Kupang NTT	3.9	4.3	4.4
4	Sulamu, Kupang NTT	4.1	4.4	4.8
5	Fatukolen, Timor Tengah Selatan, NTT	7.26	7.36	7.64
6	Babia, Timor Tengah Selatan, NTT	5.42	5.74	5.59
7	Buat, Timor Tengah Selatan, NTT	5.51	6.01	6.31
8	Niki-niki, Timor Tengah Selatan, NTT	3.98	4.25	4.38

Sumber: LAPAN

Klasifikasi Turbin

Sumbu datar



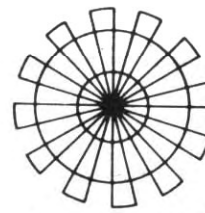
Sudu tunggal



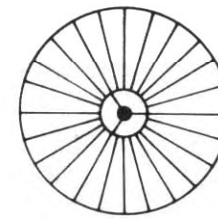
Sudu ganda



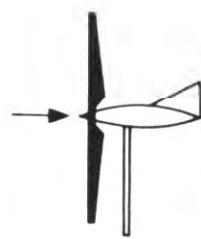
Sudu tiga



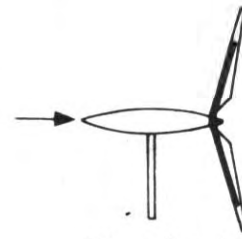
Sudu banyak kincir petani Amerika



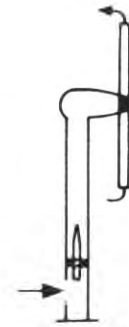
Sudu banyak sepeda



Melawan angin



Mengikuti angin



Enfield-Andeau



Sail wing



Multirotor



Sudu melawan putaran

Klasifikasi Turbin...Con't

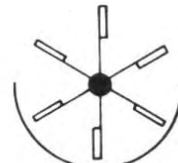
Sumbu tegak



Savonius

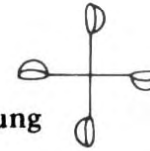


Sudu banyak Savonius



Pelat

Pelindung

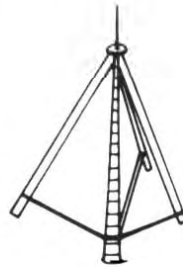


Mangkuk

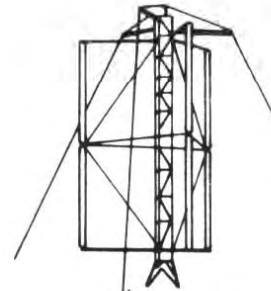
Primarily lift-type



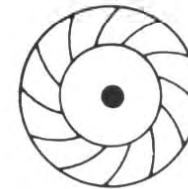
Φ -Darrieus



Δ -Darrieus

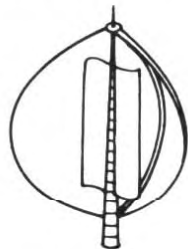


Kincir giro



Turbin

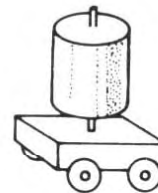
Kombinasi



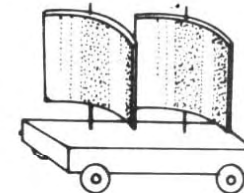
Savonius Φ -Darrieus



Split Savonius



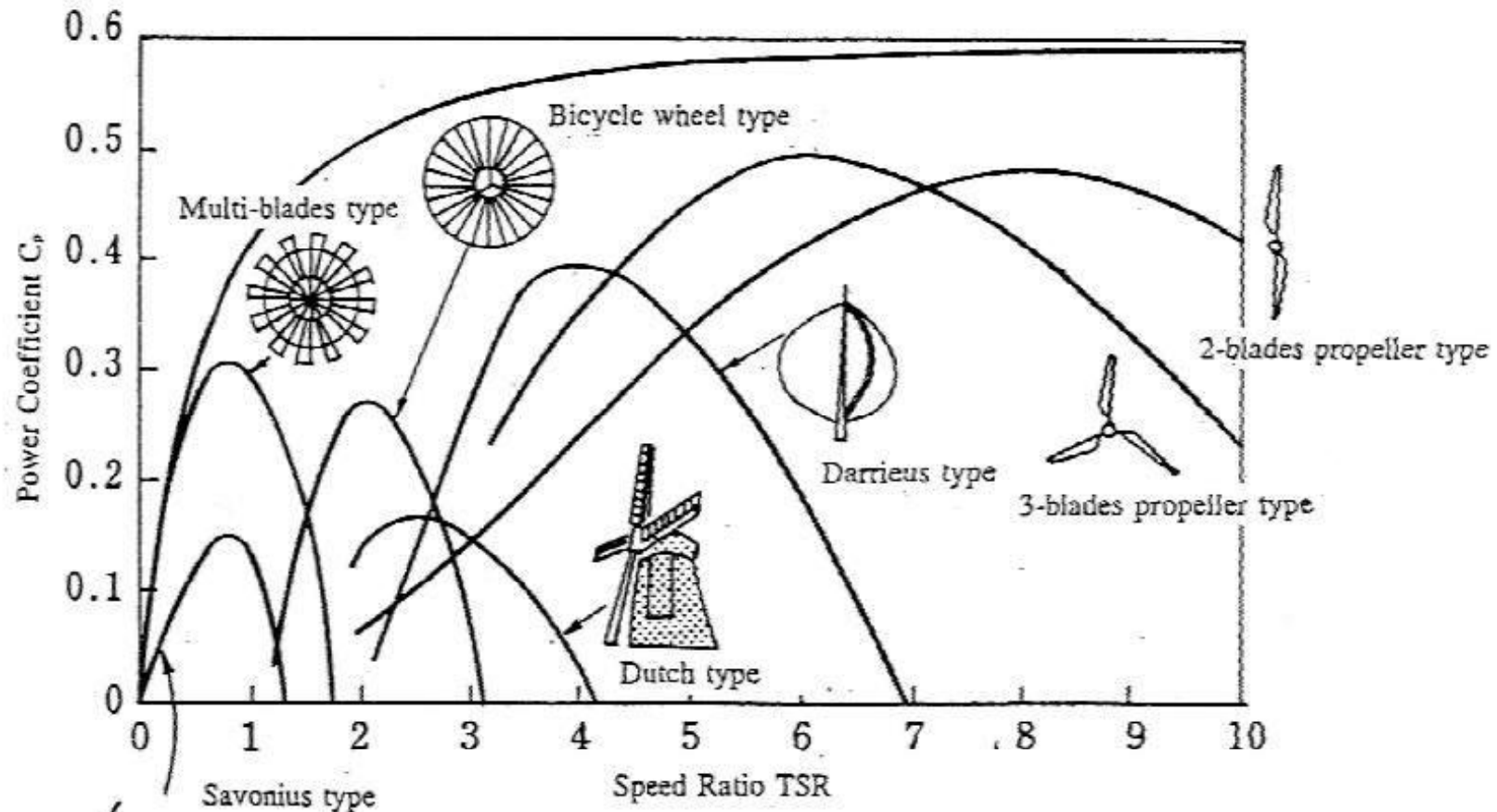
Magnus



Airfoil

Klasifikasi turbin angin

berdasarkan koefisien daya dan speed ratio



$$C_p = P / (\rho \cdot A \cdot V^3 / 2)$$

$$TSR = \pi \cdot D \cdot n / V$$

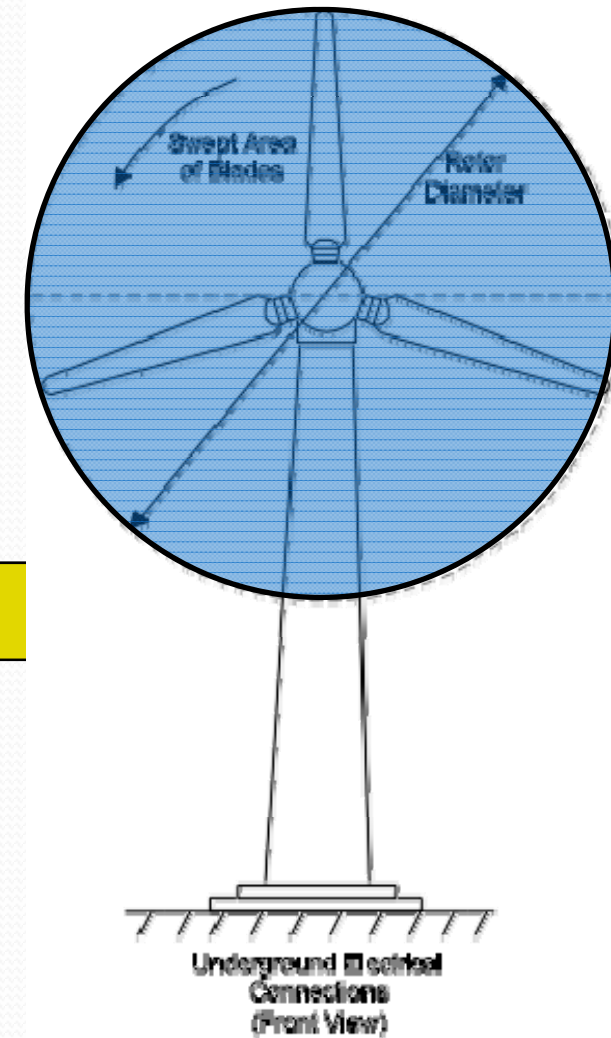
Teknologi Turbin Angin

Power in the Wind

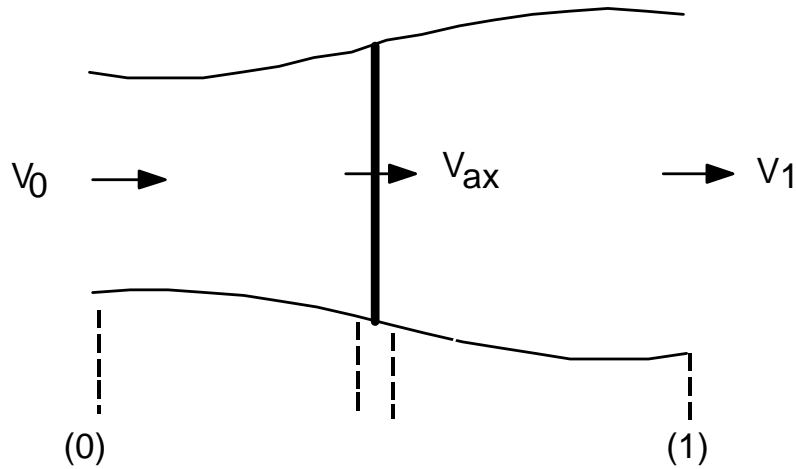
$$\begin{aligned}\text{Power} &= \text{Work} / t \\ &= \text{Kinetic Energy} / t \\ &= \frac{1}{2}mV^2 / t \\ &= \frac{1}{2}(\rho Ad)V^2 / t \\ &= \frac{1}{2}\rho AV^2(d/t) \\ &= \frac{1}{2}\rho AV^3\end{aligned}$$

$$d/t = V$$

$$\text{Power in the Wind} = \frac{1}{2}\rho AV^3$$



Model Aktuator Disk



Dimana

Free stream velocity, V_0

Wake velocity, $V_1 = V_0(1-2a)$

Velocity at rotor, $V_{ax} = V_0(1-a)$

Induction factor, a

- **Betz Limit** pada $a = 1/3$
- $V_{ax} = 2/3V_0$
- $V_1 = V_0/3$

$$C_{p,max} = \frac{16}{27} = .5926$$

Contoh : Rotor Diameter=1m, Wind Speed=10m/s

$P = 0.5 \times \rho \times A \times C_p \times V^3 / 1,000$ (kW)

$= 0.5 \times 1.225 \times \pi/4 \times 0.5926 \times 10^3 / 1000 = 0.29$ kW)

Pendefinisian Kecepatan untuk Perancangan Rotor Turbin Angin

Rotor turbin angin merupakan kunci utama dalam perancangan turbin angin tipe propeler tiga blade. Dalam mendesain blade rotor turbin angin perlu diketahui berbagai definisi kecepatan angin. Hal-hal yang sudah dianggap umum mengenai definisi kecepatan meliputi:

Vcut-in : Kecepatan angin minimum dimana turbin dapat menghasilkan daya.

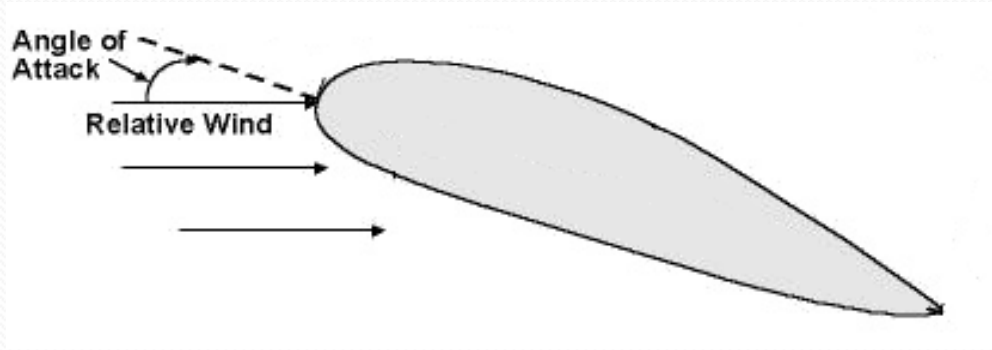
Vstart : Kecepatan angin minimum yang mampu menggerakkan rotor.

Vcut-out : Kecepatan angin maksimum dimana pada kondisi ini sangat membahayakan kekuatan rotor.

Vrated : Kecepatan angin yang mampu menghasilkan daya dengan efisiensi maksimum.

Vmean : Kecepatan angin rata-rata di suatu daerah.

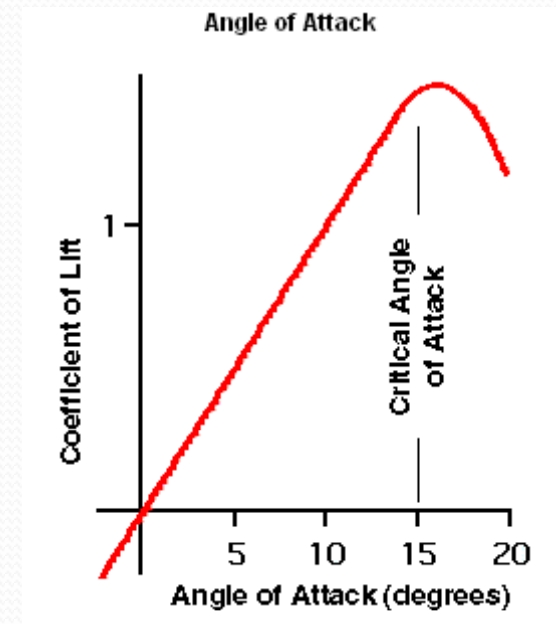
Airfoil



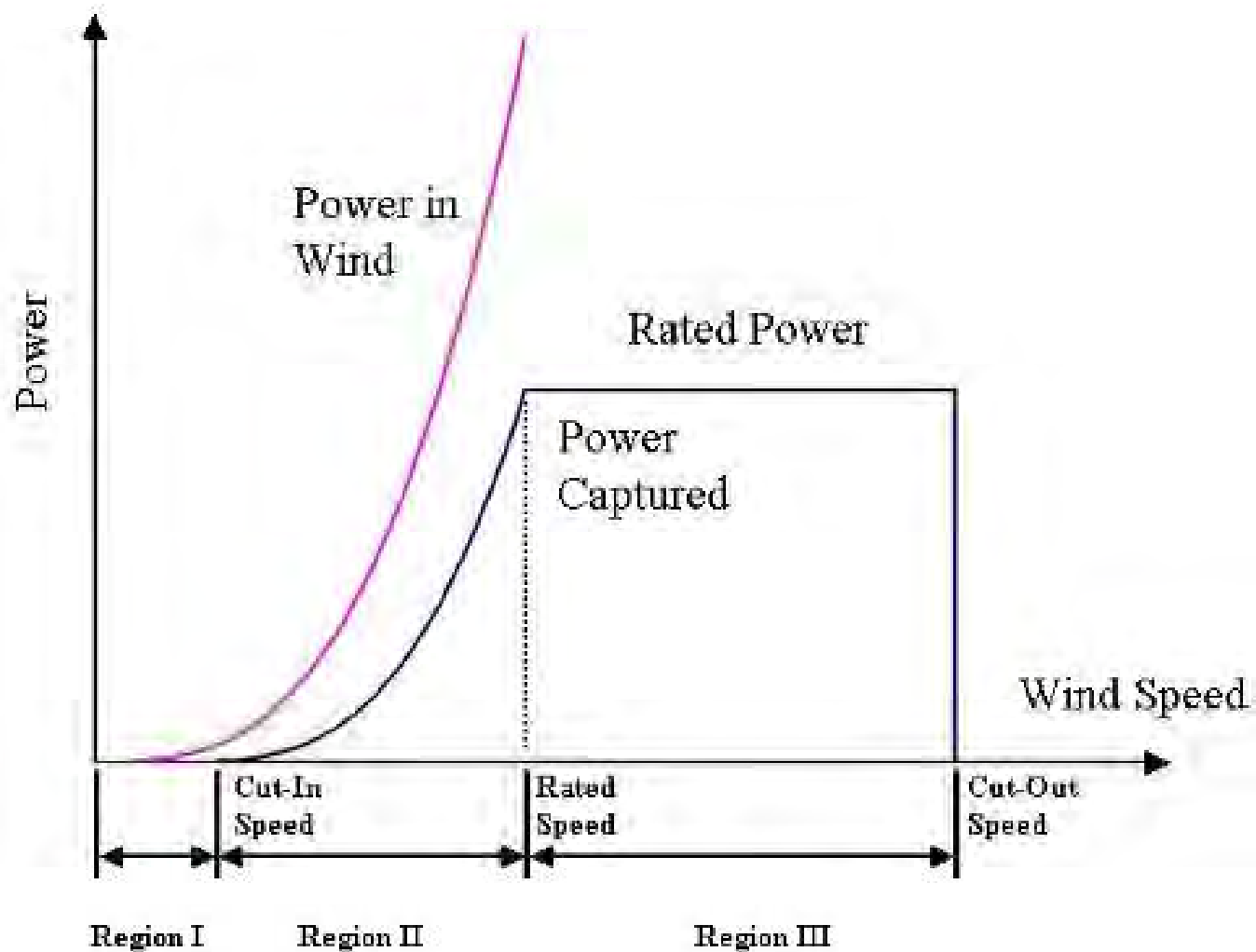
Lift yang dibangkitkan turbin terbanting pada kecepatan angin dan sudut serang

Sudut serang ditentukan oleh kecepatan angin dan putaran rotor turbin

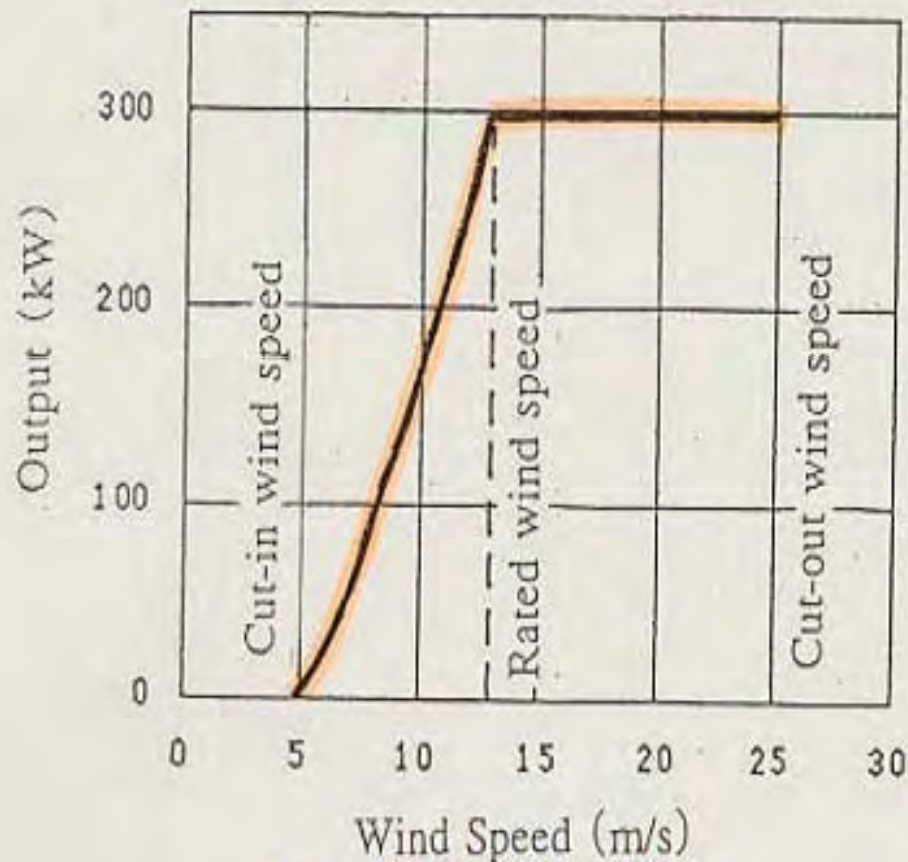
Dengan adanya sudut Pitch, dapat mengatur sudut serang sesuai kecepatan angin



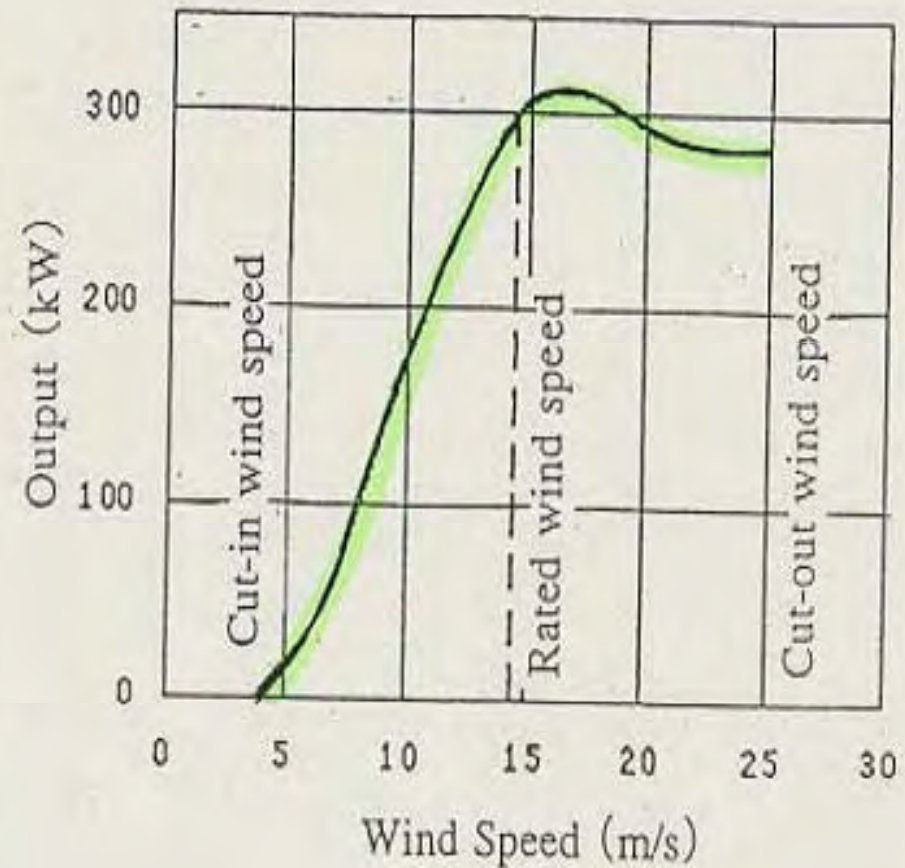
Power Regulation



Power Curves of Propeller type Wind Turbine



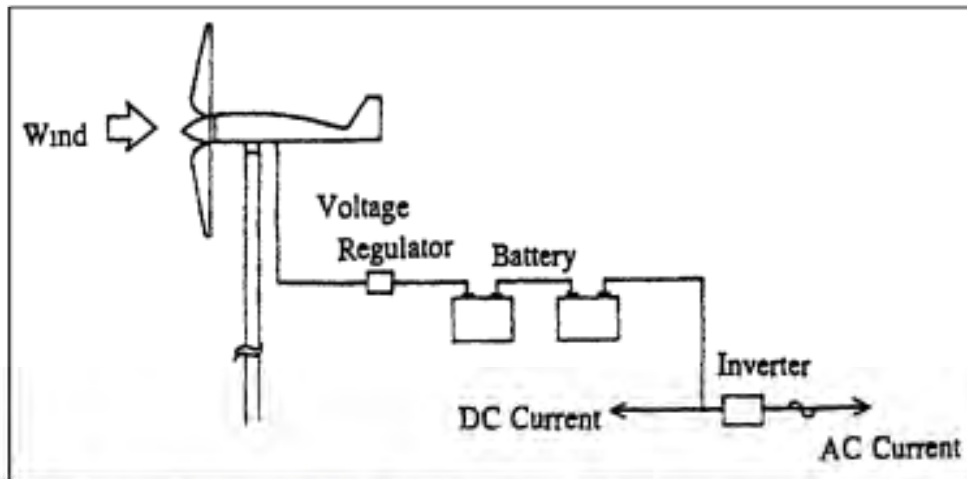
**Variable Pitch type
Wind Turbine**



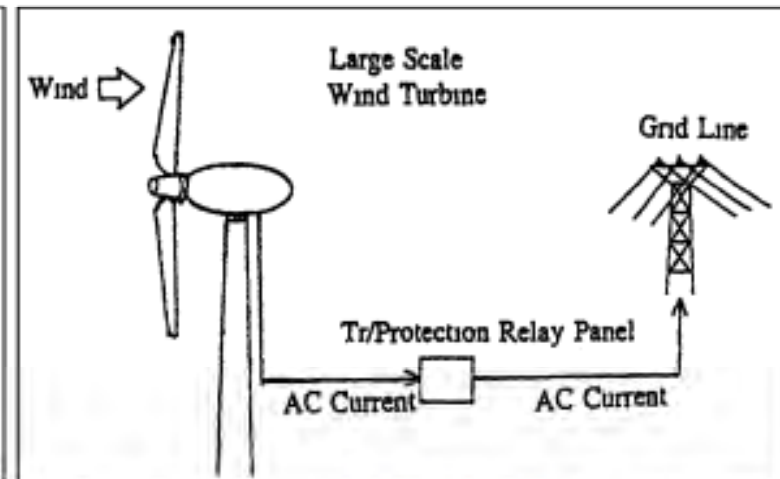
Stall type Wind Turbine

APLIKASI TURBIN ANGIN

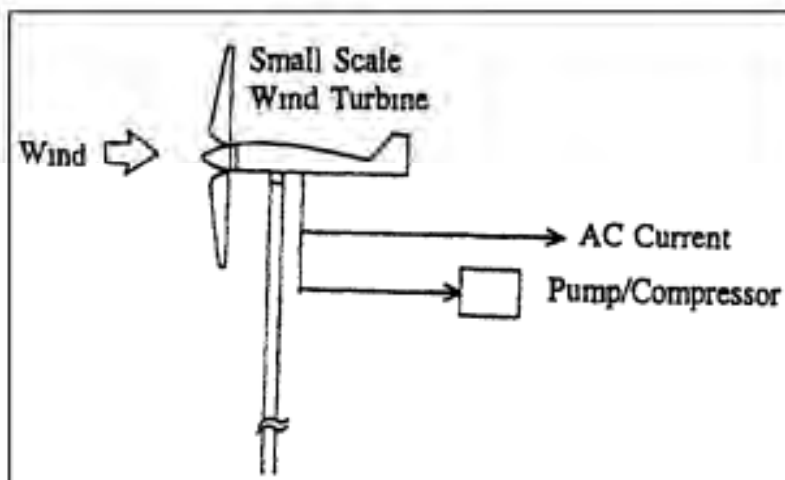
① For charging the battery



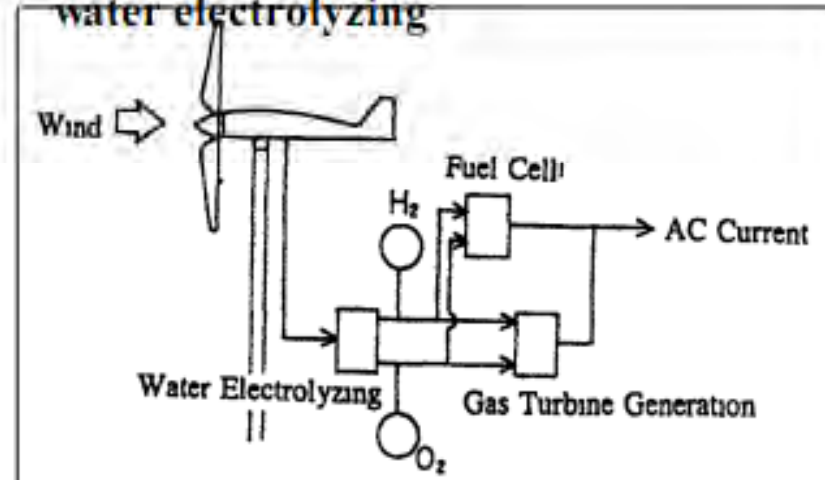
② For interconnecting generation



③ For driving the utility equipment



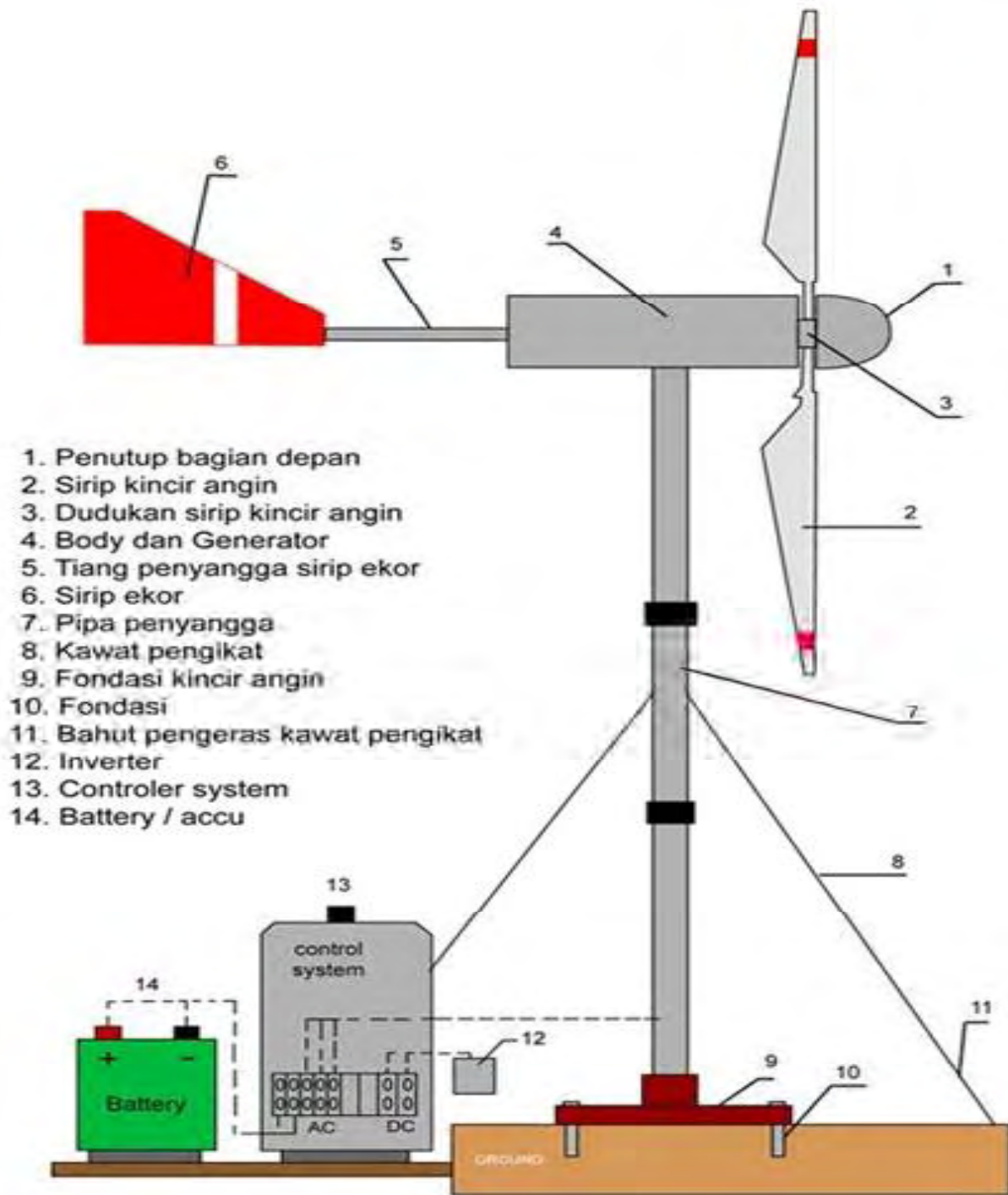
④ For producing the H_2/O_2 Gas by water electrolyzing



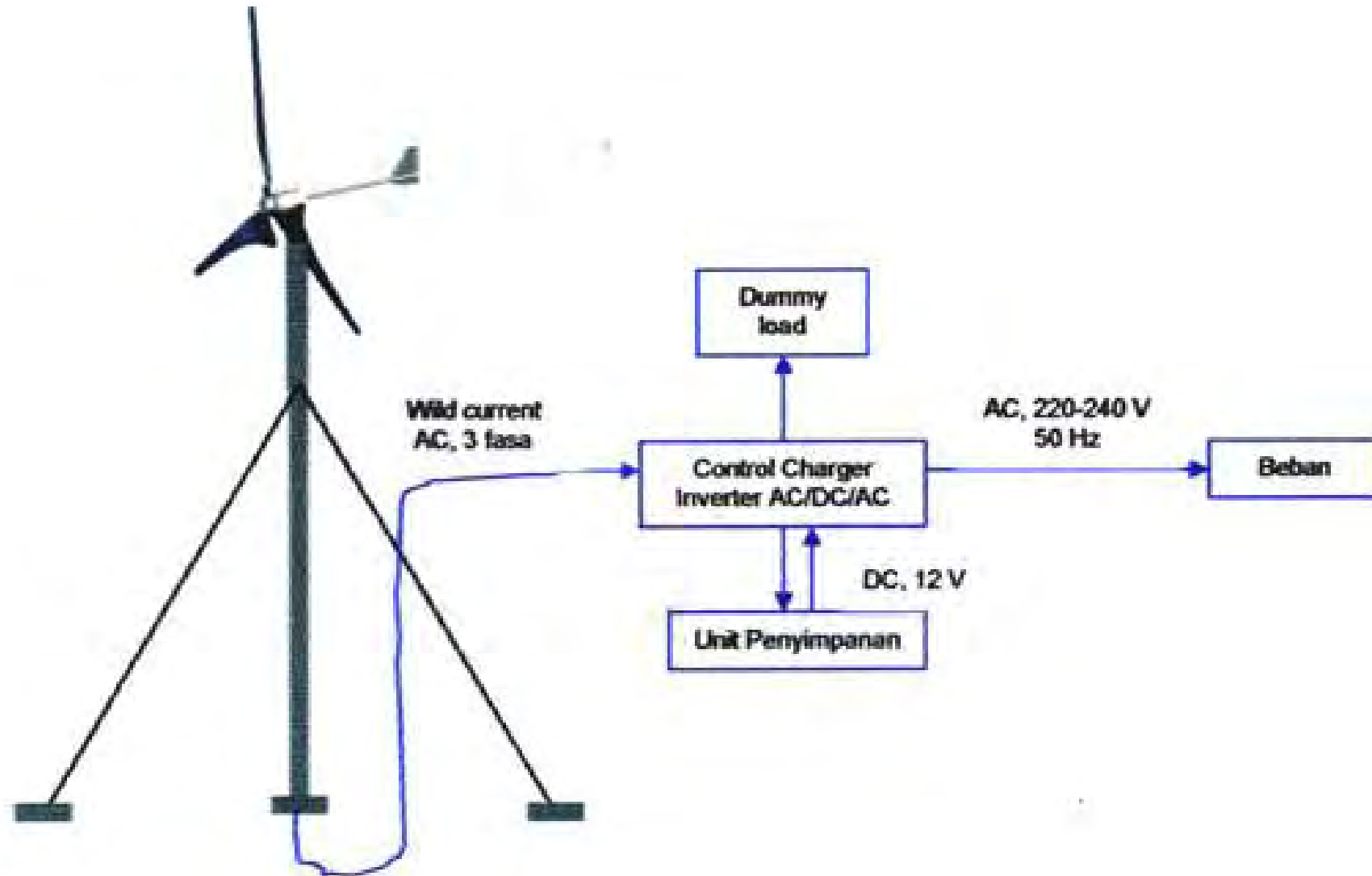
APLIKASI TURBIN ANGIN untuk Listrik

- SKEA KECIL : s/d 10 kW (mode STAND ALONE)
- SKEA MENENGAH : 10 s/d 100 kW (mode Hybrid WIND – PV-DIESEL- dll)
- SKEA BESAR : > 100 kW (mode INTERKONEKSI)

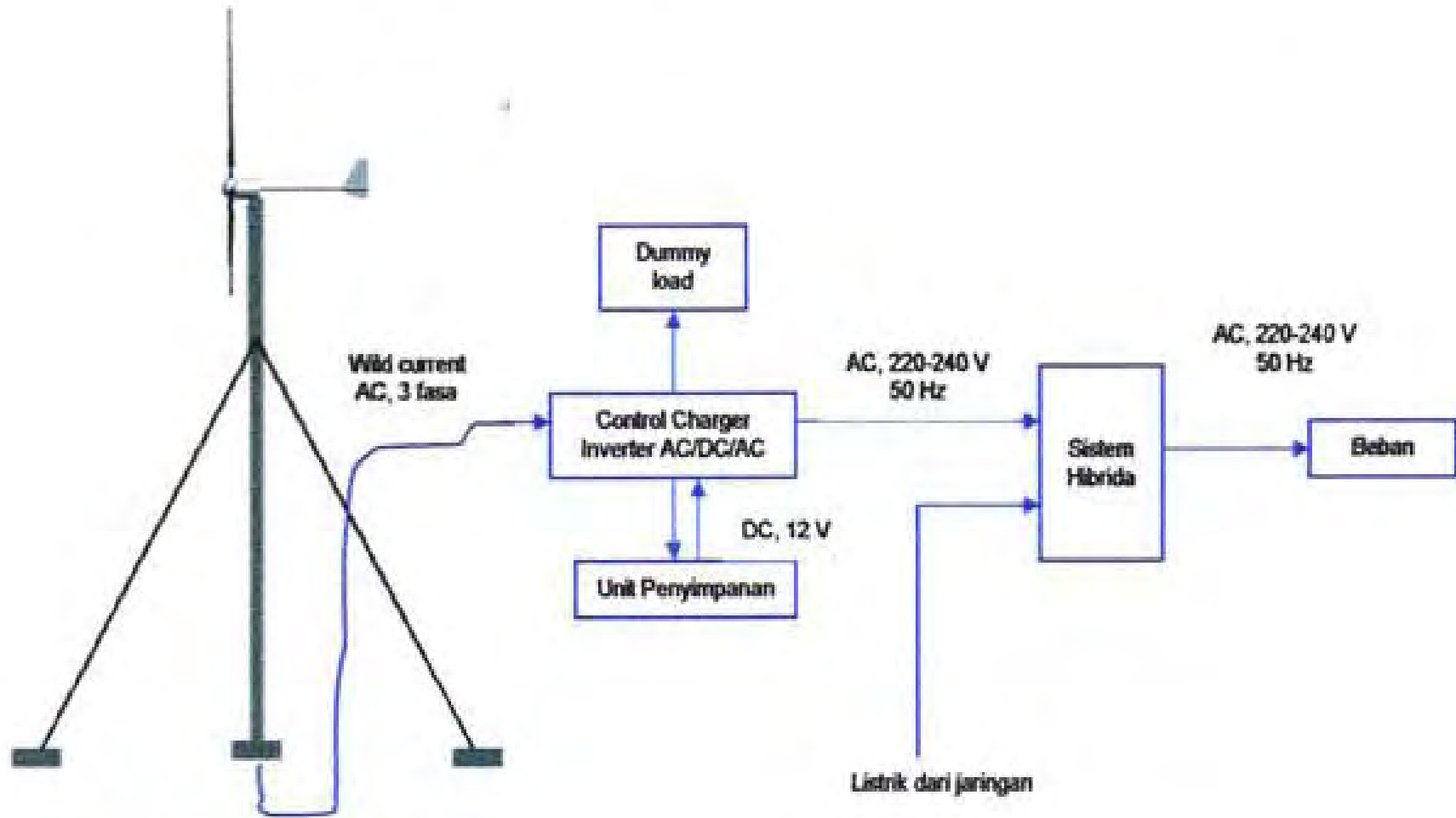
Komponen turbin angin




Sistem turbin angin on grid



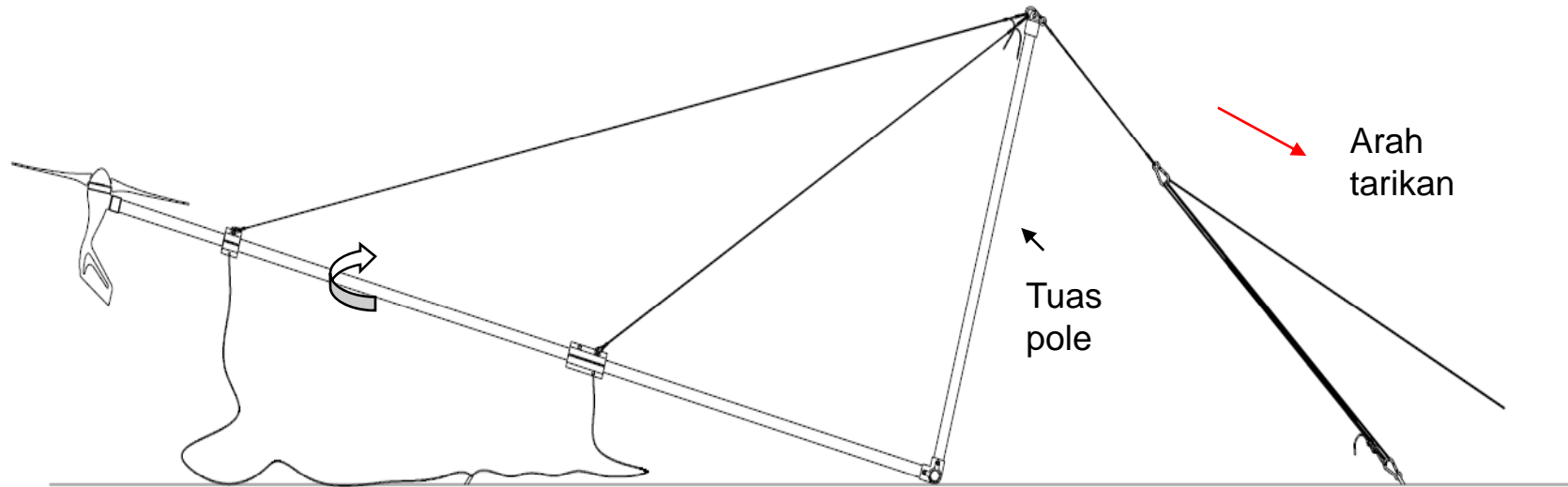
Sistem turbin angin off grid



- 
- Kecepatan angin yang tidak konstan menyebabkan putaran generator selalu berubah setiap saat. Supaya daya keluaran sistem konstan sebesar 12 / 24 volt DC, maka diperlukan suatu converter yang berfungsi menstabilkan tegangan.
 - Guna mengatur antara pengisian batere dan pembebanan langsung, sistem dilengkapi dengan kontrol elektronik.
 - Sistem kontrol elektronik akan menghentikan pengisian batere pada saat batere penuh dan mengisinya kembali setelah batere terpakai pada saat pembebanan berlangsung.

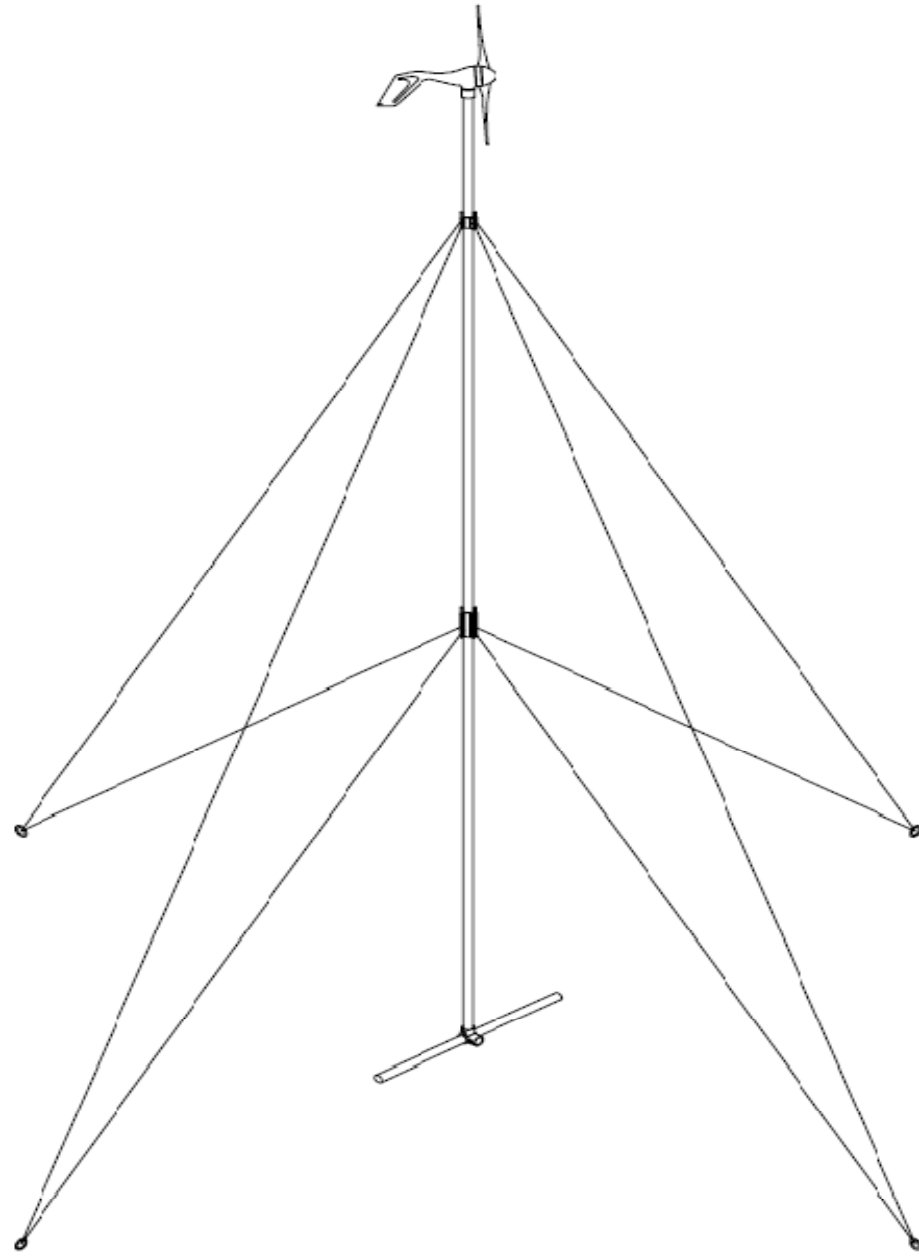
Ilustrasi proses menaikkan tower sistem turbin

Arah menaikkan



Ilustrasi konstruksi sistem turbin angin

- Konstruksi sistem turbin angin menggunakan tower pipa besi galvanis yang ditarik dengan kawat rope sebagai penguat. Tower dapat berputar pada poros base sehingga proses menaikkan dan menurunkan tower dengan memutar tuas pole. Sistem tower mampu menahan massa 30 kg dengan kecepatan angin hingga 50 m/s.



Proses menaikkan tower sistem turbin angin





Konstruksi sistem turbin angin yang telah kokoh berdiri



Sistem pivot tower base

SPESIFIKASI PRODUK

Turbin angin 1000 W $v_{\text{cut-in}} = 3 \text{ m/s}$



- Diameter rotor : 4 meter
- Jumlah sudu : 3 buah
- Pengisian batere : mulai pada kecepatan angin 3 m/s
- Daya maksimum : 1000 watt (pada angin kecepatan 8 m/s)
- Bahan sudu : twisted blade fiberglass
- Generator : magnet permanen 12 pole rate 72 V 11A
- Transmisi mekanik : Speed increasing transmission 1:6
- Converter : DC-DC converter untuk manajemen charger batere, input 12-90 V, output 12 or 24 V.
- Sistem Tower 15 M : Pivot base pipe tower with wire rope tension, Galvanized welded steel pipe 2 1/2" – 3" wire rope tension 3/16" – 3/8"
- Penangkal Petir : BC Draad 50, Pipa Galvanize dia. 2"

SPESIFIKASI PRODUK

Turbin angin 3000 W $v_{\text{cut-in}} = 3 \text{ m/s}$

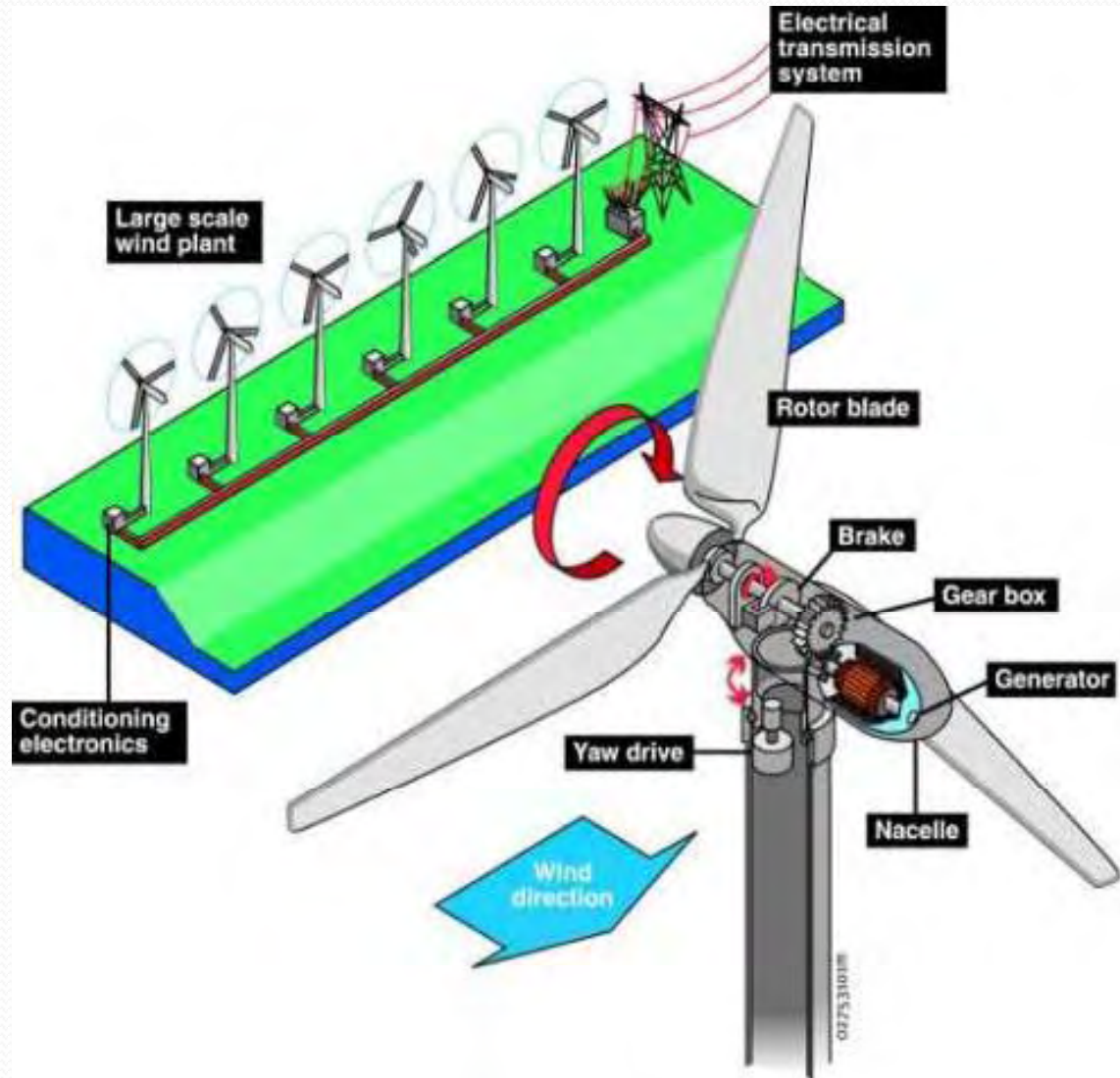


- Diameter rotor : 8 meter
- Jumlah sudu : 3 buah
- Pengisian batere : mulai pada kecepatan angin 3 m/s
- Daya maksimum : 3000 watt (pada angin kecepatan 9 m/s)
- Bahan sudu : twisted blade fiberglass
- Generator : magnet permanen sinkron 3,5 kW out AC 3 ph
- Tegangan out put : 220 – 240 Volt AC, 50 Hz
- Transmisi mekanik : Speed increasing transmission 1:6
- Sistem Tower 15 M : Pivot base pipe tower with wire rope tension, Galvanized welded steel pipe 4" – 8" wire rope tension 3/8" – 3/4"
- Penangkal Petir : BC Draad 50, Pipa Galvanize dia. 2"

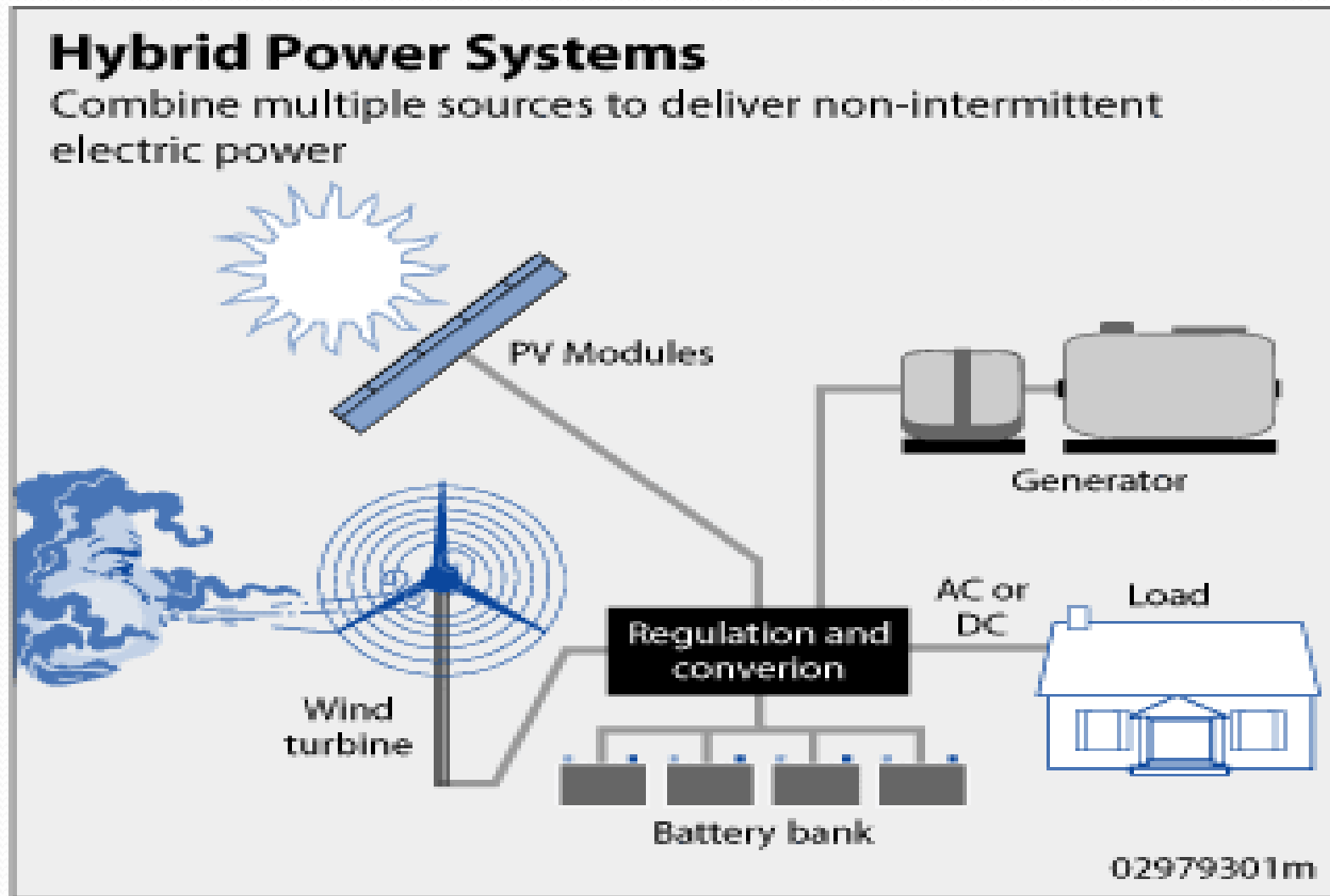
Teknologi Turbin Angin (interkoneksi)

Angin bergerak memutar baling – baling turbin yang dihubungkan melalui sebuah poros ke generator untuk menghasilkan listrik.

Beberapa turbin skala besar dapat bekerja secara bersamaan untuk membentuk suatu instalasi power plan dalam suatu sistem jaringan listrik dan juga dapat dikopel dengan sistem power plan lainnya.



Teknologi Hybrid



Aplikasi Turbin Angin (pemompaan)

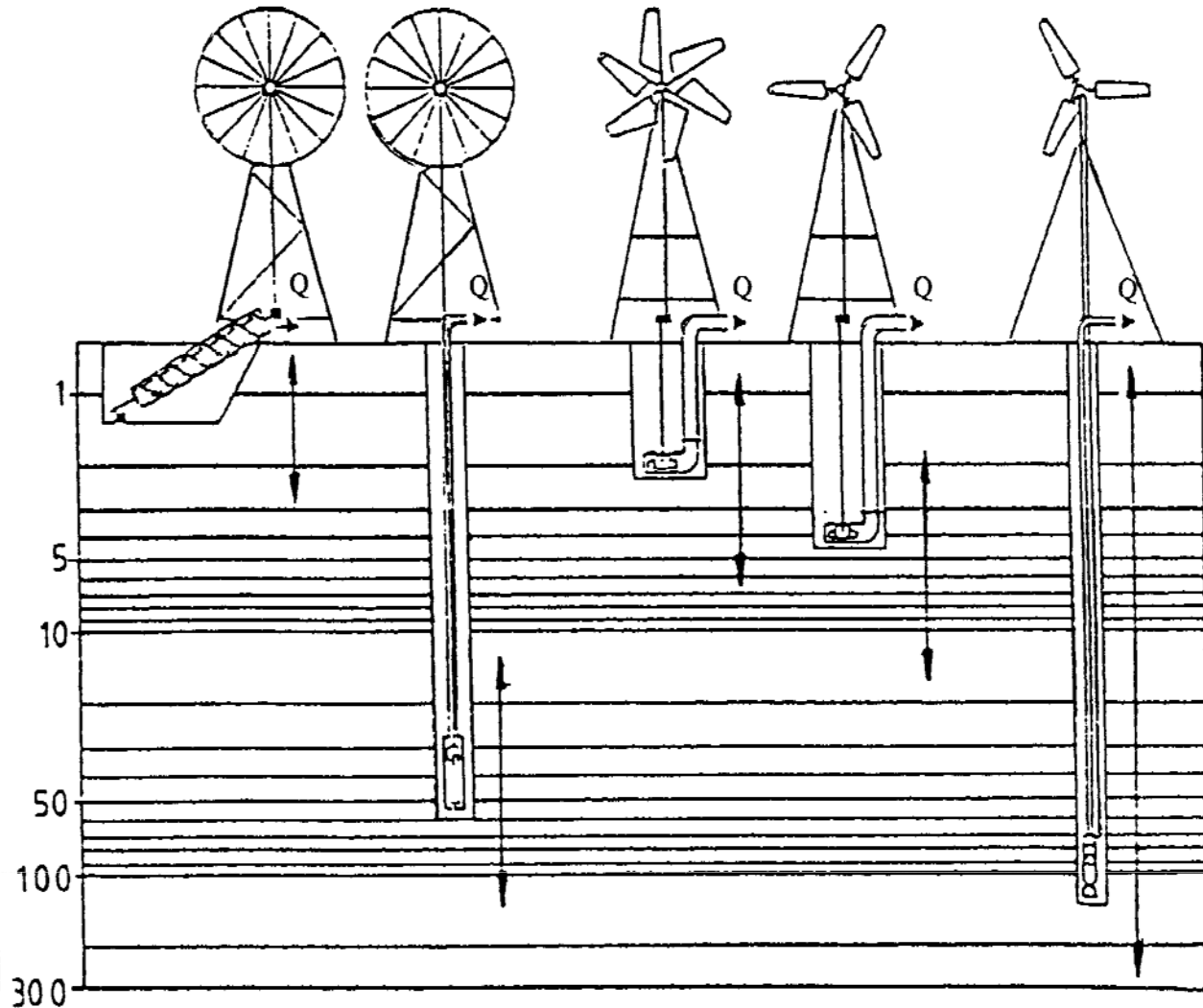
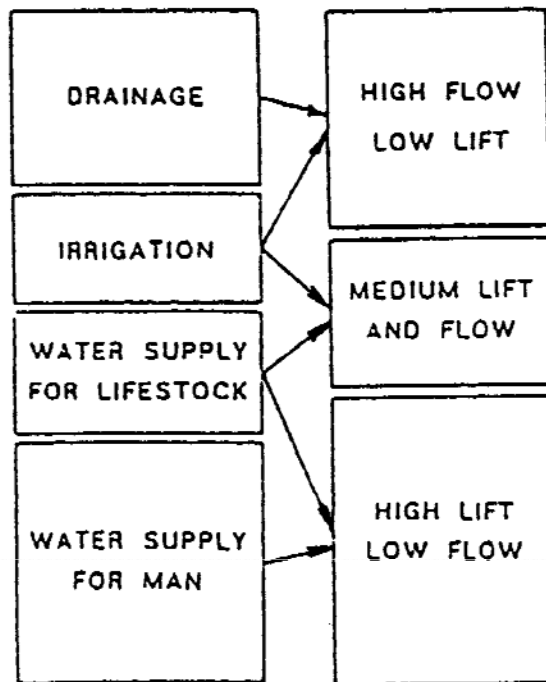


Aplikasi turbin angin untuk Pemompaan

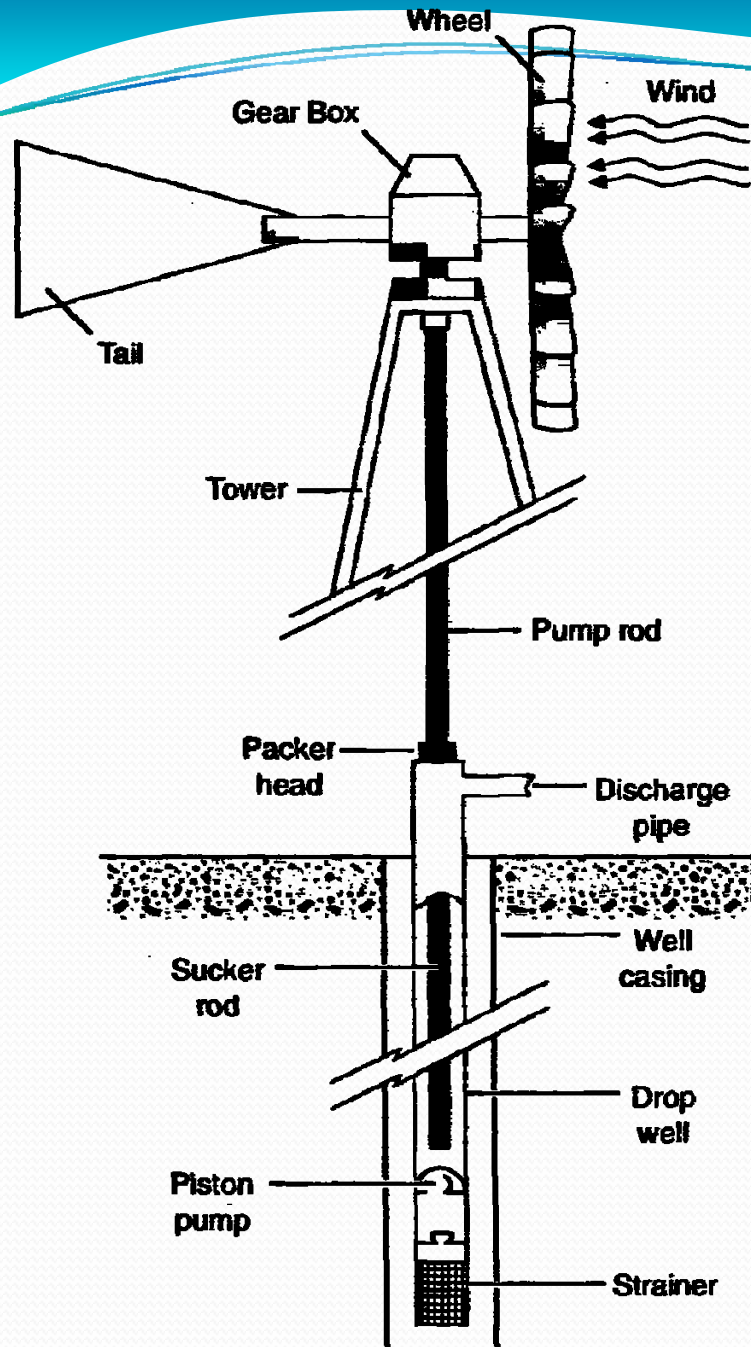
Western Mill
with
Screw Pump Piston Pump

Sail Wing
Wind Turbine
with Single-stage
Centrifugal Pump

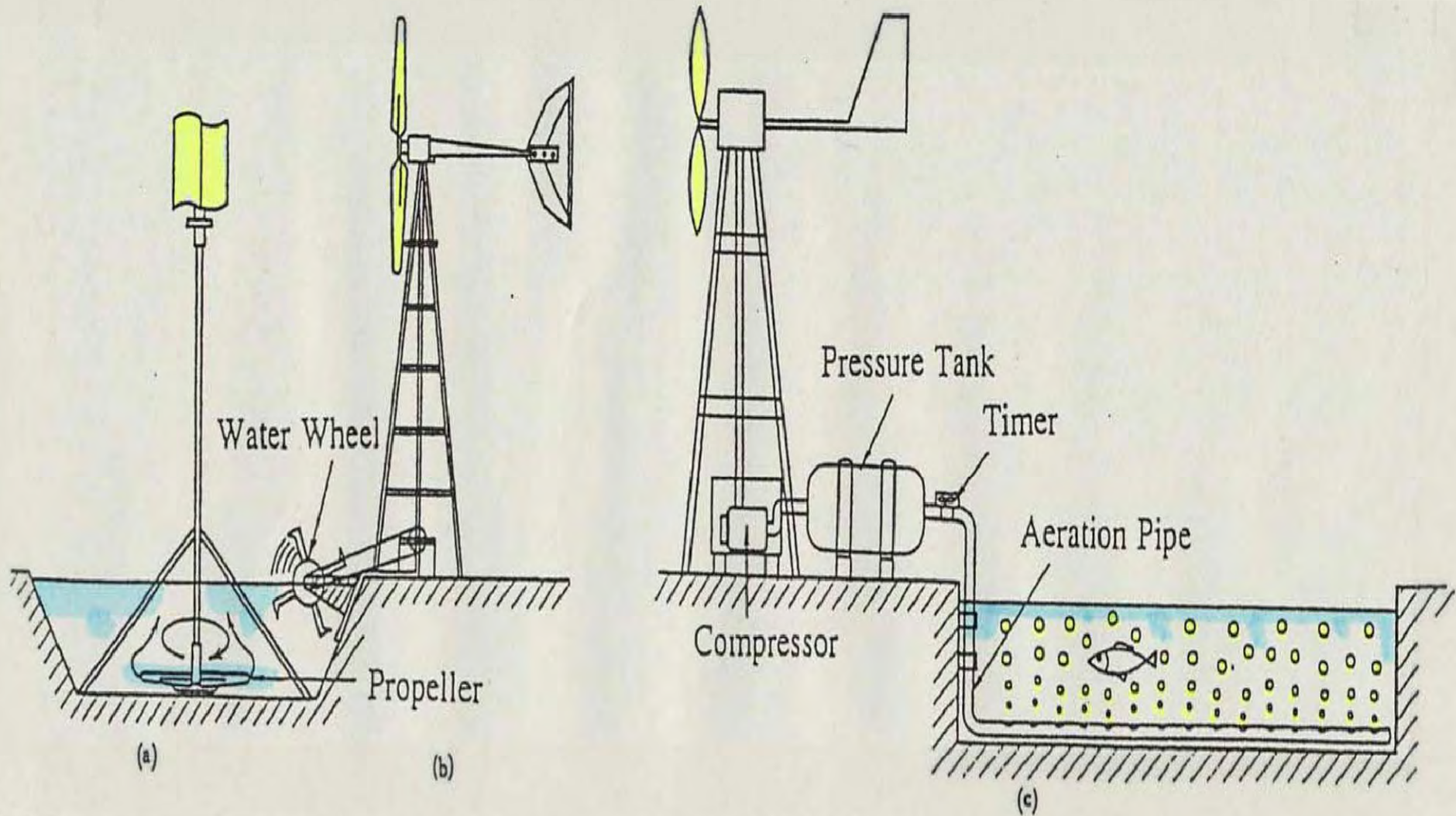
Pitch Rotor
Wind Turbine
with Multi-stage
Centrifugal Pump



Pompa Torak



Aplikasi di daerah tambak



Prospek

- Pemanfaatan SKEA skala kecil dan menengah (50 W – 100 kW) di lokasi potensial untuk: listrik rumah tangga, industri kerajinan rumah tangga, cool storage (pengawet ikan / obat), catu daya peralatan komunikasi, pengisi baterai perahu nelayan, pemompaan air, dll.
- PLN sebagai pengguna utama sistem interkoneksi dapat berperan untuk memanfaatkan teknologi SKEA, terutama di wilayah yang potensi anginnya bagus untuk mengurangi penggunaan BBM.
- Lokasi – lokasi strategis seperti pulau-pulau terluar, secara politis harus dilindungi memerlukan energi listrik untuk, rumah jaga, catu daya komunikasi dll

Prospek

- Untuk produksi lokal komponen SKEA, didukung oleh tersedianya material serta komponen baik mekanik maupun elektronik.
- pemerintah daerah telah menyatakan keinginannya untuk memanfaatkan teknologi SKEA di daerahnya baik untuk pembangkit listrik maupun pemompaan air, yang dapat segera ditindak lanjuti.
- Kemajuan teknologi dimasa mendatang memungkinkan SKEA dapat beroperasi pada daerah kecepatan angin rendah.

Hambatan dalam Pengembangan

Energi Angin ...

- Biaya investasi awal untuk implementasi teknologi energi baru terbarukan relatif tinggi sehingga harga energinya mahal yang mengakibatkan tidak dapat bersaing dengan harga energi konvensional . Teknologi SKEA yg ada masih beroperasi pada regim kecepatan angin tinggi, dan umumnya produk luar negeri, dan harganya relatif mahal
- Akses data dan lokasi untuk pembuatan peta potensi energi angin dirasa cukup sulit dan memerlukan biaya yang cukup tinggi.





Hambatan dalam Pengembangan Energi Angin ...

- Minat swasta khususnya di bidang bisnis teknologi energi angin masih terbatas menunggu pasar yang masih terbatas
- Lokasi pemanfaatan yang spesifik (site specificness), yang kadangkala ditemukan lokasi yang potensial sumber energi tetapi tidak ada pengguna atau daerah miskin

Terimakasih

