

## Bagaimana Memilih Turbin Angin?

**TURBIN ANGIN** atau Pembangkit Listrik Tenaga Angin atau Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) adalah kincir angin yang digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik.

Turbin angin ini pada awalnya dibuat untuk mengakomodasi kebutuhan para petani dalam melakukan penggilingan padi, keperluan irigasi, dll. Turbin angin terdahulu banyak dibangun di Denmark, Belanda, dan negara-negara Eropa lainnya dan lebih dikenal dengan Windmill.

Kini turbin angin lebih banyak digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan listrik masyarakat, dengan menggunakan prinsip konversi energi dan menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu angin. Walaupun sampai saat ini pembangunan turbin angin masih belum dapat menyaingi pembangkit listrik konvensional (contohnya: PLTD, PLTU, dll), turbin angin masih lebih dikembangkan oleh para ilmuwan karena dalam waktu dekat manusia akan dihadapkan dengan masalah kekurangan sumber daya alam tak terbaharui (Contohnya: batubara, minyak bumi) sebagai bahan dasar untuk membangkitkan listrik.



Prinsip dasar kerja dari turbin angin adalah mengubah energi mekanis dari angin menjadi energi putar pada kincir, lalu putaran kincir digunakan untuk memutar generator, yang akhirnya

akan menghasilkan listrik.

Sebenarnya prosesnya tidak semudah itu, karena terdapat berbagai macam sub-sistem yang dapat meningkatkan safety dan efisiensi dari turbin angin, yaitu :

1. Gearbox: alat ini berfungsi untuk mengubah putaran rendah pada kincir menjadi putaran tinggi.

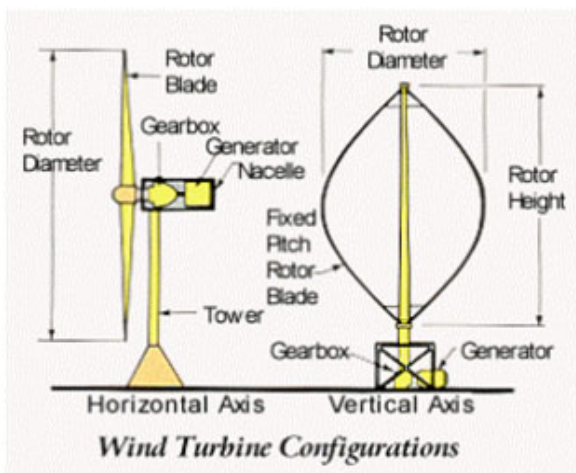
2. Brake System: digunakan untuk menjaga putaran pada poros setelah gearbox agar bekerja pada titik aman saat terdapat angin yang besar. Alat ini perlu dipasang karena generator memiliki titik kerja aman dalam pengoperasiannya. Generator ini akan menghasilkan energi listrik maksimal pada saat bekerja pada titik kerja yang telah ditentukan. Kehadiran angin diluar diguaan akan menyebabkan putaran yang cukup cepat pada poros generator, sehingga jika tidak diatasi maka putaran ini dapat merusak generator. Dampak dari kerusakan akibat putaran berlebih diantaranya : overheat, rotor breakdown, kawat pada generator putus, karena tidak dapat menahan arus yang cukup besar.

3. Generator: ini adalah salah satu komponen terpenting dalam pembuatan sistem turbin angin. Generator ini dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Prinsip kerjanya dapat dipelajari dengan menggunakan teori medan elektromagnetik. Singkatnya, (mengacu pada salah satu cara kerja generator) poros pada generator dipasang dengan material ferromagnetik permanen. Setelah itu disekeliling poros terdapat stator yang bentuk fisisnya adalah kumparan-kumparan kawat yang membentuk loop. Ketika poros generator mulai berputar maka akan terjadi perubahan fluks pada stator yang akhirnya karena terjadi perubahan fluks ini akan dihasilkan tegangan dan arus listrik tertentu. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan ini disalurkan melalui kabel jaringan listrik untuk akhirnya digunakan oleh masyarakat. Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh generator ini berupa AC(alternating current) yang memiliki bentuk gelombang kurang lebih sinusoidal.

4. Penyimpan Energi: karena keterbatasan ketersediaan akan energi angin (tidak sepanjang hari angin akan selalu tersedia) maka ketersediaan listrik pun tidak menentu. Oleh karena itu digunakan alat penyimpan energi yang berfungsi sebagai back-up energi listrik. Ketika beban penggunaan daya listrik masyarakat meningkat atau ketika kecepatan angin suatu daerah sedang menurun, maka kebutuhan permintaan akan daya listrik tidak dapat terpenuhi. Oleh karena itu kita perlu menyimpan sebagian energi yang dihasilkan ketika terjadi kelebihan daya pada saat turbin angin berputar kencang atau saat penggunaan daya pada masyarakat

menurun. Penyimpanan energi ini diakomodasi dengan menggunakan alat penyimpan energi. Contoh sederhana yang dapat dijadikan referensi sebagai alat penyimpan energi listrik adalah aki mobil. Aki mobil memiliki kapasitas penyimpanan energi yang cukup besar. Aki 12 volt, 65 Ah dapat dipakai untuk mencatu rumah tangga (kurang lebih) selama 0.5 jam pada daya 780 watt. Kendala dalam menggunakan alat ini adalah alat ini memerlukan catu daya DC(Direct Current) untuk meng-charge/mengisi energi, sedangkan dari generator dihasilkan catu daya AC(Alternating Current). Oleh karena itu diperlukan rectifier-inverter untuk mengakomodasi keperluan ini. Rectifier-inverter akan dijelaskan berikut.

5. Rectifier-inverter: rectifier berarti penyearah. Rectifier dapat menyearahkan gelombang sinusodal(AC) yang dihasilkan oleh generator menjadi gelombang DC. Inverter berarti pembalik. Ketika dibutuhkan daya dari penyimpan energi(aki/lainnya) maka catu yang dihasilkan oleh aki akan berbentuk gelombang DC. Karena kebanyakan kebutuhan rumah tangga menggunakan catu daya AC , maka diperlukan inverter untuk mengubah gelombang DC yang dikeluarkan oleh aki menjadi gelombang AC, agar dapat digunakan oleh rumah tangga.



Para pelaku energi angin di dunia telah sejak lama membagi turbin angin menjadi 2 kelompok berdasarkan posisi kerja porosnya.

Poros horizontal (Horizontal Axis Wind Turbine atau disingkat HAWT) biasanya menggunakan

bilah penangkap angin berupa propeler seperti kipas angin.

Sedangkan poros vertikal (Vertical Axis Wind Turbine atau VAWT) biasanya menggunakan bilah penangkap angin dengan variasi bentuk yang lebih banyak.

Kedua-duanya mempunyai keunggulan masing-masing dan mempunyai habitat yang berbeda untuk diaplikasikan secara tepat sehingga penangkapan energi angin bisa maksimal. Pemilihan jenis turbin angin yang kurang tepat tidak akan menghasilkan output secara efektif.

### 1.0000 TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL

Turbin angin sumbu horizontal disingkat TASH memiliki poros [rotor](#) utama dan [generator listrik](#) di puncak menara. Turbin berukuran kecil diarahkan oleh sebuah [baling-baling angin](#) (baling-baling cuaca) yang sederhana, sedangkan turbin berukuran besar pada umumnya menggunakan sebuah sensor angin yang digandengkan ke sebuah [servo motor](#). Sebagian besar memiliki sebuah [gearbox](#) yang mengubah perputaran kincir yang pelan menjadi lebih cepat berputar.

Karena sebuah menara menghasilkan [turbulensi](#) di belakangnya, turbin biasanya diarahkan melawan arah anginnya menara. Bilah-bilah turbin dibuat kaku agar mereka tidak terdorong menuju menara oleh angin berkecepatan tinggi. Sebagai tambahan, bilah-bilah itu diletakkan di depan menara pada jarak tertentu dan sedikit dimiringkan.

Karena turbulensi menyebabkan kerusakan struktur menara, dan realibilitas begitu penting, sebagian besar TASH merupakan mesin upwind (melawan arah angin). Meski memiliki permasalahan turbulensi, mesin downwind (menurut jurusan angin) dibuat karena tidak

memerlukan mekanisme tambahan agar mereka tetap sejalan dengan angin, dan karena di saat angin berhembus sangat kencang, bilah-bilahnya bisa ditekuk sehingga mengurangi wilayah tiupan mereka dan dengan demikian juga mengurangi resistensi angin dari bilah-bilah itu.

### **Kelebihan TASH**

- Dasar menara yang tinggi membolehkan akses ke angin yang lebih kuat di tempat-tempat yang memiliki [geseran angin](#) (perbedaan antara laju dan arah angin antara dua titik yang jaraknya relatif dekat di dalam atmosfer bumi. Di sejumlah lokasi geseran angin, setiap sepuluh meter ke atas, kecepatan angin meningkat sebesar 20%.

### **□ Kelemahan TASH**

- Menara yang tinggi serta bilah yang panjangnya bisa mencapai 90 meter sulit diangkut. Diperkirakan besar biaya transportasi bisa mencapai 20% dari seluruh biaya peralatan turbin angin.

- TASH yang tinggi sulit dipasang, membutuhkan derek yang sangat tinggi dan mahal serta para operator yangampil.

- Konstruksi menara yang besar dibutuhkan untuk menyangga bilah-bilah yang berat, gearbox, dan generator.

- TASH yang tinggi bisa mempengaruhi [radar](#) airport.

- Ukurannya yang tinggi merintangai jangkauan pandangan dan mengganggu penampilan lansekap.

- Berbagai varian downwind menderita kerusakan struktur yang disebabkan oleh turbulensi.
- TASH membutuhkan mekanisme kontrol *yaw* tambahan untuk membelokkan kincir ke arah angin.

## 2.0000 TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL

[Turbin angin sumbu vertikal](#) (TASV) memiliki poros/sumbu rotor utama yang disusun tegak lurus. Kelebihan utama susunan ini adalah turbin tidak harus diarahkan ke angin agar menjadi efektif. Kelebihan ini sangat berguna di tempat-tempat yang arah anginnya sangat bervariasi. TASV mampu mendayagunakan angin dari berbagai arah.

Dengan sumbu yang vertikal seperti pada turbin Darrieus, generator serta gearbox bisa ditempatkan di dekat tanah, jadi menara tidak perlu menyokongnya dan lebih mudah diakses untuk keperluan perawatan. Tapi ini menyebabkan sejumlah desain menghasilkan tenaga putaran yang berdenyut. [Drag](#) (gaya yang menahan pergerakan sebuah benda padat melalui fluida (zat cair atau gas) bisa saja tercipta saat kincir berputar.

Karena sulit dipasang di atas menara, turbin sumbu tegak sering dipasang lebih dekat ke dasar tempat ia diletakkan, seperti tanah atau puncak atap sebuah bangunan. Kecepatan angin lebih pelan pada ketinggian yang rendah, sehingga yang tersedia adalah energi angin yang sedikit. Aliran udara di dekat tanah dan obyek yang lain mampu menciptakan aliran yang bergolak, yang bisa menyebabkan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan getaran, diantaranya kebisingan dan *bearing wear* yang akan meningkatkan biaya pemeliharaan atau mempersingkat umur turbin angin. Jika tinggi puncak atap yang dipasangi menara turbin kira-kira 50% dari tinggi bangunan, ini merupakan titik optimal bagi energi angin yang maksimal dan turbulensi angin yang minimal.

### Kelebihan TASV

- Tidak membutuhkan struktur menara yang besar.

- Karena bilah-bilah rotornya vertikal, tidak dibutuhkan mekanisme yaw.
- Sebuah TASV bisa diletakkan lebih dekat ke tanah, membuat pemeliharaan bagian-bagiannya yang bergerak jadi lebih mudah.
- TASV memiliki sudut airfoil (bentuk bilah sebuah baling-baling yang terlihat secara melintang) yang lebih tinggi, memberikan keaerodinamisan yang tinggi sembari mengurangi *drag* pada tekanan yang rendah dan tinggi.
- Desain TASV berbilah lurus dengan potongan melintang berbentuk kotak atau empat persegi panjang memiliki wilayah tiupan yang lebih besar untuk diameter tertentu daripada wilayah tiupan berbentuk lingkarannya TASH.
- TASV memiliki kecepatan awal angin yang lebih rendah daripada TASH. Biasanya TASV mulai menghasilkan listrik pada 10km/jam (6 m.p.h.)
- TASV biasanya memiliki *tip speed ratio* (perbandingan antara kecepatan putaran dari ujung sebuah bilah dengan laju sebenarnya angin) yang lebih rendah sehingga lebih kecil kemungkinannya rusak di saat angin berhembus sangat kencang.
- TASV bisa didirikan pada lokasi-lokasi dimana struktur yang lebih tinggi dilarang dibangun.
- TASV yang ditempatkan di dekat tanah bisa mengambil keuntungan dari berbagai lokasi yang menyalurkan angin serta meningkatkan laju angin (seperti gunung atau bukit yang puncaknya datar dan puncak bukit),

- TASV tidak harus diubah posisinya jika arah angin berubah.
- Kincir pada TASV mudah dilihat dan dihindari burung.

### **Kekurangan TASV**

- Kebanyakan TASV memproduksi energi hanya 50% dari efisiensi TASH karena drag tambahan yang dimilikinya saat kincir berputar.
- TASV tidak mengambil keuntungan dari angin yang melaju lebih kencang di elevasi yang lebih tinggi.
- Kebanyakan TASV mempunyai torsi awal yang rendah, dan membutuhkan energi untuk mulai berputar.
- Sebuah TASV yang menggunakan kabel untuk menyanggahnya memberi tekanan pada bantalan dasar karena semua berat rotor dibebankan pada bantalan. Kabel yang dikaitkan ke puncak bantalan meningkatkan daya dorong ke bawah saat angin bertiup.

Untuk pertanyaan teknis yang mendetail maupun harga, silahkan hubungi [www.alpensteel.com](http://www.alpensteel.com)