

## PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU

Krisis energi kini telah menjadi suatu masalah yang paling hangat diperbincangkan oleh masyarakat dunia termasuk Indonesia. Bagaimana tidak, jika menurut sebuah penelitian, Indonesia merupakan negara yang termasuk dalam anggota OPEC yaitu suatu organisasi pengekspor minyak dunia, dalam 10 tahun lagi akan kehabisan stok BBM, dan dalam 30 tahun bahan bakar gas yang kini menjadi pilihan pemerintah untuk menanggulangi masalah krisis energi lewat program konversi minyak tanah ke gas itu pun juga akan habis jika tidak ada persiapan untuk menghadapi krisis tersebut.

Dewasa ini, pengembangan dan penggunaan energi baru makin menjadi hal yang sangat penting. Apalagi dengan semakin nyata isu emisi CO<sub>2</sub> yang kontra terhadap kelestarian lingkungan. Upaya pengembangan sumber energi baru pun merambah Indonesia menyusul ditandatanganinya INPRES NO. 1/2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati. Tentu ini merupakan kondisi positif untuk segera memikirkan dan mengambil langkah serius guna pengembangan sumber energi alternatif masa depan.

Di Indonesia sebenarnya ada sumber energi alternatif yang sudah lama terlupakan seperti potensi gelombang arus atau angin laut di wilayah perairan Indonesia yang sangat melimpah. Sebagai negara kepulauan yang 2/3 wilayahnya adalah lautan dan mempunyai garis pantai terpanjang di dunia yaitu 80.791,42 KM merupakan wilayah potensi untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga angin atau yang sering dikenal sebagai pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB). Namun sayang potensi ini nampaknya belum dilirik oleh pemerintah. Sungguh ironis, disaat Indonesia menjadi tuan rumah konferensi dunia mengenai pemanasan global di Nusa Dua, Bali pada akhir tahun 2007. Pemerintah justru akan membangun pembangkit listrik berbahan bakar batu bara yang merupakan penyebab no. 1 pemanasan global.

Salah satunya adalah angin yang merupakan bentuk energi yang tersedia di alam. PLTB mengkonversikan energi angin menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Cara kerjanya cukup sederhana, angin yang memutar turbin diteruskan untuk memutar rotor pada generator di bagian belakang turbin angin. Sehingga akan menghasilkan energi listrik. Energi listrik ini biasanya akan disimpan ke dalam baterai sebelum digunakan. Ini dilakukan untuk menstabilkan keadaan listrik yang terpengaruh saat kecepatan angin berubah-ubah.

Jerman adalah negara dengan kapasitas listrik tenaga angin yang terbesar didunia, kapasitasnya mencapai 12.001 MW. Belanda yang dikenal sebagai negara kincir angin justru hanya menduduki peringkat ke tujuh dengan kapasitasnya mencapai 688 MW. Dua peringkat di bawah india yang memiliki kapasitas 1.702 MW.

Bagaimana dengan indonesia? Bisa dikatakan indonesia belum memanfaatkan angin untuk tenaga listrik. Walaupun sudah ada instalasi PLTB di negri ini tapi belum masuk dalam kebijakan nasional.

## BAB II

### PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU

#### I. Perkembangan teknologi turbin angin

Turbin angin pertama sebagai pembangkit listrik berupa sebuah kincir angin tradisional yang dibuat oleh Poul La Cour di Denmark lebih dari 100 tahun yang lalu. Kemudian pada awal abad ke-20 mulai ada mesin eksperimen untuk turbin angin. Pengembangan lebih serius dilakukan pada saat terjadi krisis minyak di era 1970-an dimana banyak pemerintah diseluruh dunia mulai mengeluarkan dana untuk riset dan pengembangan sumber energi baru atau energi alternatif. Diawal 80-an terlihat pengembangan utama dilakukan di California dengan pembangunan ladang PLTB dengan ratusan turbin kecil. Sehingga sampai akhir dekade tsb sudah dibangun 15.000 turbin angin dengan kapasitas pembangkit total sebesar 1.500 MW di daerah itu. Di era 80-an tsb juga diikuti pemangkasan subsidi pemerintah untuk dana pengembangan turbin angin ini. Maka banyak perusahaan turbin angin mulai gulung tikar.

Namun hal ini tidak terjadi di Denmark, dimana pemerintah tetap mendukung secara kontinu serta tetap mengawal pengembangan teknologi turbin angin ini. Akibatnya teknologi dasar mereka tetap terpelihara dan tidak menghilang. Sehingga pada saat energi angin kembali menguat diawal 90-an, banyak perusahaan yang bergerak dibidang ini mampu merespon dengan cepat dan hasilnya mereka mampu mendominasi pasar hingga saat ini.

Sebagian besar ladang turbin angin yang terpasang masih di daratan. Hasil study yang diadakan hingga akhir tahun 2002, kapasitas total terpasang untuk turbin angin darat berkisar 24 Giga watt (GW) dan lebih dari 3 tahun terakhir. Lalu instalasi pertahunnya telah mencapai 4 GW. Saat ini laju rata-rata turbin terpasang secara internasional sudah mendekati 1 MW per unit. Dengan keberhasilan pengembangan dalam skala yang ekonomis tsb saat ini energi angin sudah mampu bersaing dengan pembangkit listrik lainnya seperti batu bara maupun nuklir untuk daerah dimana akan potensi angin.

Saat ini angin sebagai sebuah sumber energi telah dan sedang tumbuh dengan laju cukup tinggi. Rata-rata pertahun mencapai 25%. Hal ini menjadikannya sebagai satu sumber energi dengan laju pertumbuhan tercepat didunia sejak tahun 1990. Lima pasar tersebar untuk energi angin saat ini adalah negara Jerman, Spanyol, USA, Denmark dan India. Dengan begitu saat ini energi angin memiliki daya saing ekonomis, ditambah lagi sifatnya yang tidak menimbulkan solusi sangatlah menjanjikan sebagai sumber energi alternatif era milenium.

Selain turbin angin dipasang didaratan, sudah banyak pula ladang turbin angin lepas pantai yang dibangun diperairan dangkal seperti di wilayah negara-negara Eropa. Dekade ini, di USA dan Kanada juga dikembangkan beberapa PLTB lepas pantai di perairan Massachusetts. Di Jepang, kapasitas turbin angin di darat mengalami peningkatan cukup besar. Wilayah Jepang berupa perairan lepas pantai laut dalam maka diperlukan konsep lain. Dari sinilah muncul konsep turbin angin lepas pantai laut dalam yang diadopsi dari konsep teknologi anjungan dalam bidang MIGAS. Di Amerika sumber-sumber angin banyak dijumpai di sebagian wilayahnya baik dengan potensi sedang hingga besar. Hal ini menyebabkan tenaga angin menjadi sebuah pemasok tenaga listrik potensial dan layak untuk keperluan sehari-hari misalnya turbin angin kecil yang berkapasitas di bawah 100 KW sudah dapat digunakan untuk keperluan skala rumah tangga, ladang-ladang dan kebun, peternakan, perusahaan kecil dan juga untuk keperluan telekomunikasi. Sistem ini bisa dipergunakan secara mandiri diluar sistem jaringan listrik yang biasa disebut aplikasi mandiri atau luar jaringan. Contohnya sistem pembangkit kombinasi angin-diesel luar jaringan di daerah terpencil seperti Alaska. Terbukti mampu meningkatkan kehandalan sistem dan sekaligus menurunkan ongkos kirim bahan bakar. Sementara itu kategori turbin angin besar kapasitas 100 KW sampai 2 MW. Gabungan dari puluhan hingga ratusan turbin besar ini dapat dihubungkan dengan sistem jaringan listrik untuk menyuplai energi listrik untuk sebuah komunitas atau daerah yang lebih besar atau luas. Karena PLTB merupakan energi bersih yang ramah lingkungan maka tak mengherankan kalau saat ini bila jumlah ladang angin di USA makin bertambah banyak. Dengan demikian selain tenaga angin telah mampu berperan dalam menciptakan lingkungan yang lebih baik dengan menghasilkan jenis energi bersih. Juga potensial untuk turut memperkuat ekonomi dengan menciptakan lapangan kerja baru dalam bidang energi angin ini. Disamping itu keberadaannya akan makin memperkuat ketahanan energi dengan menyediakan sumber energi domestik yang handal dan mandiri.

Lain di Jepang, lain di Amerika, lain lagi di Indonesia. Sebuah pilot project sederhana bertemakan "renewable energy" telah dimulai oleh Ridho Hantaro, ST.MT hingga memenangkan "Brits Award for Poverty Alleviation 2006". Proyek ini adalah pembuatan turbin angin pembangkit listrik di pulau Sapeken kab. Sumenep, Jawa Timur. Turbin angin berdiameter rotor 4 meter dengan 6 buah daun alumunium ini mampu menghasilkan daya hingga 1 KW dengan tiang penopang setinggi 8 meter.

Latar belakang sosial dan teknis pembuatan turbin angin ini antara lain:

1. Pulau Sapeken sangat kecil namun penduduknya padat dan keberadaan listrik disana sangat memprihatinkan. Listrik hanya menyala dari jam 17.00 hingga 06.00.

2. Pulau Sapeken termasuk pulau terkecil, untuk mencapai harus digunakan kapal perintis yang hanya beroperasi 10 hari sekali. Hal ini menyebabkan pasokan bahan bakar termasuk solar pun langka sehingga harganya menjadi sangat mahal untuk menghidupkan diesel.
3. Karena posisinya yang berbatasan dengan laut, dengan kecepatan angin di pulau ini sangat kencang yaitu sekitar 4 – 5 meter per detik.

## II. Jenis turbin angin

Dalam perkembangannya, turbin angin dibagi menjadi dua yaitu jenis turbin angin propeler dan turbin angin Darrius. Kedua jenis inilah yang kini memperoleh perhatian yang besar untuk dikembangkan. Pemanfaatan yang umum sekarang sudah digunakan sebagai pemompa air dan pembangkit listrik.

Turbin angin Propeler adalah jenis turbin angin dengan poros horizontal seperti baling-baling pesawat terbang pada umumnya. Turbin angin ini harus diarahkan sesuai dengan arah mata angin yang paling tinggi kecepatannya.

Turbin angin Darrius merupakan suatu sistem konversi energi angin yang digolongkan dalam jenis turbin angin berporos tegak. Turbin angin ini pertama kali ditemukan oleh GJM Darrius tahun 1920. Keuntungan turbin ini adalah tidak membutuhkan mekanisme orientalis pada arah angin yang paling tinggi kecepatannya seperti pada turbin Propeler.

Kecepatan angin diukur dengan alat yang disebut Anemometer. Anemometer jenis mangkok adalah yang sering digunakan. Anemometer ini mempunyai sumbu vertikal dan 3 buah mangkok kecil yang berfungsi menangkap angin. Jumlah putaran permenit poros anemometer dihitung secara elektronik. Biasanya anemometer dilengkapi dengan sudut angin untuk mendeteksi arah angin. Jenis anemometer lain adalah anemometer ultrasonik atau jenis laser yang mendeteksi perbedaan fase dari suara dan cahaya koheren yang dipantulkan dari molekul-molekul udara.

## III. Syarat dan kondisi

Syarat-syarat dan kondisi yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik dapat dilihat pada tabel berikut :

### TABEL KONDISI ANGIN

Tingkat kecepatan angin 10 meter diatas permukaan tanah

Angin kelas 3 adalah batas minimum dan angin kelas 8 adalah batas maksimum energi angin listrik dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Pemanfaatan energi angin merupakan pemanfaatan energi terbaru yang paling berkembang saat ini. Berdasarkan data dari WWEA (World Wind Energy Association) sampai dengan tahun 2007 perkiraan energi listrik yang dihasilkan oleh turbin angin mencapai 93,85 GW. Yang menghasilkan lebih dari 1% dari total kelistrikan. Secara global, Amerika, Spanyol, China merupakan negara terdepan dalam pemanfaatan energi angin. Diharapkan pada tahun 2010 total kapasitas PLTB secara global mencapai 170 GW.

Ditengah potensi angin yang melimpah dikawasan pesisir indonesia. Total kapasitas terpasang dalam sistem konversi energi angin saat ini kurang dari 800 KW. Di seluruh indonesia, 5 unit kincir angin pembangkit berkapasitas masing-masing 80 KW sudah di bangun tahun 2007, 7 unit dengan kapasitas yang sama menyusul dibangun di empat lokasi yaitu di pulau Selayar 3 unit, Sulawesi Utara 2 unit, Nusa Penida, Bali dan Bangka Belitung masing-masing 1 unit. Mengacu pada kebijakan energi nasional maka PLTB ditargetkan mencapai 250 MW pada tahun 2025.

### III. Masalah pada PLTB

Survey dan study literatur dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), pengembangan teknologi PLTB di indonesia menghadapi beberapa masalah penting yang harus dipecahkan karena menghambat pengembangan dan mengurangi minat masyarakat untuk memakai energi angin ini yaitu :

1. Rendahnya distribusi kecepatan angin di indonesia yang hanya memiliki kecepatan rata-rata berkisar 2,5 – 6 m/s.
2. Besarnya Fluktuasi kecepatan angin di indonesia yang berarti profil kecepatan angin selalu berubah secara drastis dengan interval yang cepat.

Dengan rata-rata kecepatan angin yang rendah. Generator yang dipasang harus dirancang untuk berputar secara optimal pada kecepatan angin yang rendah yang kemungkinan terjadinya paling besar. Masalahnya karena fluktuasi kecepatan angin di indonesia cukup besar, kecepatan angin sering melonjak tinggi selama beberapa saat. Jika kita merancang generator untuk berputar secara optimal pada kecepatan angin yang tinggi akibatnya generator akan rusak. Maka dari itu biasanya turbin angin yang dipasang di indonesia tidak dirancang untuk

berputar secara optimal pada kecepatan rendah yang kemungkinan terjadinya paling besar tsb. Biasanya turbin yang dipasang di Indonesia dirancang untuk berputar secara optimal pada kecepatan angin yang sedikit lebih tinggi daripada kecepatan rendah yang dimaksud tadi.

Namun solusi itu menghadapi masalah baru yaitu turbin tidak akan berputar dengan baik pada kecepatan yang sangat rendah yang sering terjadi juga karena fluktuasi. Akibatnya daya tidak terbangkitkan pada kecepatan rendah. Maka sistem turbin angin di Indonesia sering tidak menghasilkan daya karena kecepatan sangat rendah cukup sering terjadi.

### BAB III KESIMPULAN DAN SARAN

Kalau kita pikir bahwa Indonesia memiliki sekitar 17.508 pulau (data dari Indonesian Naval Hydro Oceanographic Office) dan pada kenyataannya operasional PLN tidak sanggup membiayai pemasangan listrik hingga ke pulau-pulau terpencil seperti Sapeken maka teknologi sederhana seperti ini tentu sangat tepat untuk dikembangkan dan dijalankan. Pendidikan pada masyarakat tentang pemahaman bahwa angin juga bisa menghasilkan energi listrik perlu direalisasikan secara intensif, bertahap dan kontinu.

Demikian uraian singkat tentang perkembangan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Angin atau Bayu baik di darat maupun di perairan. Kegigihan dan keseriusan Jepang, Amerika dalam mengembangkan teknologi ini patut kita jadikan teladan demi ketahanan energi kita dimasa datang.

Saat ini energi angin tidak hanya berpotensi untuk keperluan skala besar, namun sudah digunakan dalam masyarakat umum untuk keperluan sehari-hari. Untuk Indonesia tentu kondisi seperti pulau Sapeken tsb dengan penuh harapan dapat lebih dikembangkan lagi. Apalagi kita semua tahu dan tidak perlu diragukan lagi akan keberadaan dan ketersediaan sumber energi angin.