

# Mendayagunakan Atmosfer Untuk Sumber Energi

Lilik Slamet S

*Bidang Aplikasi Klimatologi dan Lingkungan Atmosfer*

## PENDAHULUAN

Atmosfer sebagai lapisan udara yang menyelubungi bumi di dalamnya terdapat unsur cuaca/iklim. Angin dan radiasi matahari adalah sebagian unsur cuaca/iklim yang terdapat dalam atmosfer yang menyimpan potcnsi sebagai sumber energi. Selain itu petir yang merupakan suatu fenomena kelistrikan di atmosfer planet bumi kita, juga menyimpan potensi sebagai sumber energi yang perlu mendapatkan perhatian yang memadai karena besarnya daya listrik yang dikandungnya. Di lain pihak kebutuhan akan sumber energi dari bahan bakar fosil terus meningkat sementara deposit cadangannya semakin menipis karena memerlukan waktu yang cukup lama untuk menghasilkannya dan efek pencemaran udara yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar minyak dari fosil tersebut.

## POTENSI ANGIN SEBAGAI SUMBER ENERGI

Angin baik langsung maupun tidak bersentuhan dan diperlukan makhluk hidup. Banyak potensi yang terkandung dalam angin baik sifat kinetis maupun momentum massa udara yang dibawa. Potensi angin sebagai sumber energi digunakan baik secara alami maupun buatan. Secara alami energi angin digunakan pada pertanian, perikanan, dan lingkungan. **Angin** pada kegiatan pertanian diperlukan untuk membantu penyerbukan, penyebaran beberapa jenis tanaman, dan mengangkut CO<sub>2</sub> yang dipergunakan untuk fotosintesis.

Perikanan dalam hal ini para nelayan tradisional masih menggunakan tenaga angin untuk menghantarkan mereka pergi dan pulang untuk dan dari mencari ikan. Pada bidang lingkungan dan kesehatan angin berpotensi sebagai energi pembawa, pengencer, dan pengangkut polutan udara dan massa air yang terkandung dalam awan dari sumber ke tempat lain. Tanpa angin maka polutan udara akan mengendap pada sumbernya saja dan menjadi racun. Angin juga membawa O<sub>2</sub> dari sumber tumbuhan hijau ke manusia atau hewan untuk bernafas.

Angin sebagai sumber energi secara sengaja dapat dipergunakan untuk memutar kincir yang dapat dihubungkan dengan generator listrik. Tidak seperti di negeri Belanda, di mana angin menjadi penggerak utama generator listrik. Ini dikarenakan di Belanda angin Barat bertiup scpanjang tahun dengan kekuatan yang relatif konstan. Sementara di Indonesia antara bulan April - September angin yang bertiup adalah angin Tenggara, kecepatan angin ini lebih besar daripada angin Barat Laut yang bertiup antara bulan Oktober- Maret. Kecepatan angin Tenggara lebih besar dari angin Barat Laut dikarenakan angin Tenggara bertiup dari daratan Australia yang bersifat kering dan mendatangkan musim kemarau di Indonesia, scdangkan angin Barat Laut melewati perairan laut yang luas dan bersifat banyak membawa uap air sehingga kecepatannya lebih rendah. Tidak tetapnya besar kecepatan angin di Indonesia mengakibatkan sulit untuk mendapatkan daya luaran listrik yang besar dan konstan, sehingga pembangkit listrik tenaga angin hanya dapat

ditcrapkan pada desa dengan kebutuhan permintaan listrik yang masih rendah dan dekat dengan pantai atau pesisir. Daerah pantai atau pesisir merupakan daerah yang sesuai untuk pengembangan konversi energi angin mengingat kondisi daerah yang belum banyak dipadati bangunan, sehingga angin dapat bergerak bebas tanpa penghalang dan kecepatannya menjadi besar.

Pembuatan peta wilayah arah dan kecepatan angin diperlukan dalam perencanaan daerah untuk pengembangan konversi energi angin menjadi energi listrik atau keperluan lain. Pemetaan dapat dilakukan dengan cara membuat garis *isowind* (garis-garis yang menghubungkan daerah-daerah dengan arah dan kecepatan angin yang sama).

Beberapa instansi telah memulai usaha pemetaan angin ini antara lain BMG dan LAPAN. Hasil pengukuran BMG antara tahun 1975 - 1989 menunjukkan bahwa lebih dari 50 lokasi stasiun meteorologi dari 70 stasiun yang dimiliki oleh BMG memiliki kecepatan angin rata-rata antara 3 - 5 m/detik. Sementara LAPAN yang telah memulai pengukuran sejak 1980 dan hanya pada beberapa lokasi yang tersebar antara kawasan pantai utara pulau Jawa dan Nusa Tenggara, menunjukkan bahwa lebih dari 30 stasiun meteorologi memiliki kecepatan angin antara 3 - 5 m/detik.

Bergey (1993) mengklasifikasikan kecepatan angin pada sebagian besar wilayah Indonesia termasuk dalam kelas 1 dengan kecepatan angin antara 0 - 4,4 m/detik, daerah sebelah Selatan katulistiwa termasuk dalam kelas 2 dengan kisaran kecepatan angin antara 4,4 - 5,1 m/detik, sedangkan sebagian kecil wilayah nusantara (Nusa Tenggara Timur) termasuk dalam kelas 3 dengan kecepatan berkisar 5,1 - 5,6 m/detik.

USDOE (1981) mengklasifikasikan sebagian besar wilayah nusantara memiliki kecepatan angin yang setara dengan daya angin dengan kriteria cukup yaitu sebesar 77 - 150 watt/m<sup>2</sup>,

di sebelah Selatan katulistiwa memiliki daya angin dengan katagori baik berkisar 150 - 250 watt/m<sup>2</sup> dan beberapa kawasan dengan katagori sangat baik dengan daya berkisar 250 - 500 watt/m<sup>2</sup>.

Pengembangan konversi energi angin menjadi energi listrik khususnya di desa pantai dan pesisir sangat diperlukan, mengingat belum terjangkaunya jaringan listrik di pedesaan dan permintaan kebutuhan listrik di desa yang masih rendah yang sesuai dengan daya luaran yang dihasilkan oleh generator listrik dengan tenaga gerak dari angin,

LAPAN telah mencoba dan mengimplementasikan konversi energi angin menjadi energi listrik dengan memilih desa Bulak Baru dan Kalianyar, Jepara (Jawa Tengah) dengan memasang kincir angin yang dihubungkan dengan generator listrik. Adanya konversi energi angin menjadi energi listrik akan mengurangi beban dari PLN. Penggunaan tenaga angin untuk menghasilkan energi listrik memiliki nilai lebih bila dibandingkan dengan sumber tenaga penggerak lain seperti batubara, bahan bakar fosil, nuklir atau panas bumi. Nilai lebih tersebut karena tenaga angin tidak menghasilkan zat yang dapat mencemarkan lingkungan, lestari karena selalu ada, cocok untuk di desa pantai dan pesisir yang belum terjangkau listrik, murah karena telah disediakan oleh alam. Daerah Nusa Tenggara yang memiliki keadaan alam sabana sangat cocok untuk dikembangkan konversi energi angin menjadi listrik karena pendirian PLTA di sana tidak mungkin dengan iklim yang bercurah hujan rendah.

## **POTENSI RADIASI MATAHARI SEBAGAI SUMBER ENERGI**

Indonesia yang terletak di sekitar garis ekuator mendapatkan lama penyinaran radiasi matahari yang tetap sepanjang tahun yaitu rata-rata sekitar 12 jam/hari. Tidak seperti negara-

negara lain yang terletak di daerah iklim subtropik dan kutub yang hanya mendapatkan radiasi surya secara periodik untuk iklim subtropik dan kutub di belahan bumi utara mendapatkan cahaya matahari pada bulan-bulan April sampai Agustus, sedangkan untuk wilayah iklim yang sama di belahan bumi selatan mendapatkan cahaya surya antara bulan Oktober sampai February dengan panjang hari yang tidak sama untuk bulan yang berbeda. Radiasi matahari selain memancarkan panas juga cahaya. Energi cahaya secara alami akan memberi penerangan di bumi dan untuk fotosintesis. Sedangkan energi panasnya dapat diubah menjadi energi listrik. Dengan solar sel radiasi matahari dapat ditangkap, disimpan, dikumpulkan dan digunakan untuk keperluan lain. Penerimaan radiasi surya di Indonesia berkisar antara  $2,989 \times 10^4$  watt/m<sup>2</sup> sampai  $1,946 \times 10^5$  watt/m<sup>3</sup>. Pada musim penghujan penerimaan radiasi surya berkisar antara  $1,456 \times 10^4$  watt/m<sup>2</sup> sampai  $3,017 \times 10^5$  watt/m<sup>2</sup>, sedangkan pada musim kemarau berkisar antara  $2,261 \times 10^5$  -  $3,178 \times 10^5$  watt/m<sup>3</sup>. Perbedaan intensitas radiasi antara musim penghujan dengan musim kemarau dikarenakan pada musim penghujan langit banyak tertutup oleh awan sehingga menghalangi radiasi matahari. Pemanfaatan radiasi surya untuk diubah menjadi energi listrik juga sesuai untuk daerah yang beriklim panas dengan curah hujan yang rendah.

## **POTENSI PETIR SEBAGAI SUMBER ENERGI**

Petir dan bunyi guntur akan terjadi ketika langit tertutup awan tebal atau keadaan cuaca yang terik sekali. Guntur merupakan bunyi dari kilat. Kilat (petir) akan tampak terlebih dahulu baru disusul dengan bunyi guntur. Perbedaan waktu ini dikarenakan kecepatan cahaya (300.000.000 m/detik)

jauh lebih besar daripada kecepatan suara yang hanya 330 m/detik saja.

Petir adalah bunga api listrik yang cukup besar terjadi akibat adanya pelepasan muatan listrik antara dua buah elektroda yang memiliki beda potensial cukup tinggi yang terjadi dalam troposfer. Muatan listrik dalam atmosfer bumi berasal dari zat-zat polutan dan aerosol (hasil kegiatan manusia di bumi), materi yang dikeluarkan dari letusan gunung berapi serta komposisi gas dalam atmosfer yang menjadi ion positif dan ion negatif serta tersebar acak karena terkena radiasi sinar kosmis dan sinar ultraviolet dari matahari. Ion-ion ini selanjutnya akan bergabung dengan butir-butir air dari awan membentuk ion yang berukuran lebih besar melebihi ukuran dan kekuatan dari zat penyekatnya, selanjutnya ion jenis ini akan mencari ion lawan jenisnya. Cara mencari ion lawan jenisnya ini yang selanjutnya disebut dengan sambaran petir atau petir saja. Berdasarkan jarak antara dua ion yang berlainan jenis, maka petir dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu : a) sambaran petir dari awan ke tanah, b) sambaran petir dari awan ke awan lain dan, c) sambaran petir dalam awan. Jenis sambaran petir yang ke dua dan ke tiga tidak banyak berpengaruh pada kehidupan manusia, sedangkan jenis sambaran petir yang pertama berpengaruh pada kehidupan manusia dan dapat dikaji untuk dikembangkan potensinya, tetapi frekuensi kejadian petir lebih sering terjadi pada ke dua jenis awan yang muatan listriknya berbeda.

Kilat sudah dikenal dan diteliti lebih kurang 200 tahun yang lalu, yaitu sejak Benjamin Franklin melakukan percobaannya untuk membuktikan bahwa kilat terjadi karena fenomena kelistrikan di alam.

Kilat dengan bunyi guntur yang luar biasa dapat terjadi pada jenis awan kumulonimbus atau siang hari yang panas sekali. Awan jenis ini terjadi karena pemanasan permukaan oleh radiasi surya dengan intensitas tinggi

dan kadar air atmosfer yang basah. Setelah kumulonimbus terbentuk langit menjadi gelap dan pada sisi awan akan tergambar kilat sebagai seberkas cahaya terang. Puncak ketinggian awan kumulonimbus dapat mencapai beberapa mil dari dasar awan.

Indonesia mendapatkan radiasi surya dengan intensitas tinggi yang tetap sepanjang tahun dan dua pertiga wilayah Indonesia yang berupa laut membuat proses konveksi tenia berlangsung dan terakhir dengan terbentuknya awan, sehingga peluang frekuensi kejadian petir di Indonesia lebih sering bila dibandingkan dengan negara lain yang terletak pada derajat lintang (iklim) yang berbeda.

Berdasarkan data iklim diketahui bahwa dapat terjadi minimal 45-000 kali petir di dunia untuk setiap harinya dan umumnya terjadi pada tempat-tempat yang berada di sekitar garis ekuator, termasuk Indonesia. Dari data yang dikeluarkan oleh Global Lightning Technology (lembaga teknologi yang mengkaji cahaya milik Australia yang membawahi tiga bidang kegiatan yaitu, LPI ; Lightning Protection Engineers and Manufacturers, IPC ; biro konsultan untuk industri dan proteksi petir, serta Critic; lembaga perancang dan pembuat komponen proteksi petir) telah membagi dan mengklasifikasikan frekuensi jumlah petir di seluruh dunia menjadi 10 tingkatan intensitas petir sebagai berikut :

1. Wilayah dengan intensitas petir 0 atau dapat dikatakan merupakan daerah bebas petir, meliputi daerah bagian utara bekas negara Unisoviet memanjang ke Timur sampai kepulauan Greenland (Tanah Hijau).
2. Wilayah dengan intensitas petir antara 2 sampai 4 hari dalam setahun terjadi petir, meliputi daerah sebelah Selatan bekas negara Uni Soviet dan Eropa Timur.
3. Wilayah dengan intensitas petir antara 4 sampai 10 hari dalam setahun terjadi petir.

4. Wilayah dengan intensitas petir antara 10 sampai 20 hari dalam setahun terjadi petir.
5. Wilayah dengan intensitas petir antara 20 sampai 40 hari dalam setahun terjadi petir, meliputi pulau Jawa.
6. Wilayah dengan intensitas petir antara 40 sampai 60 hari dalam setahun terjadi petir, meliputi pulau Sulawesi dan Irian Jaya.
7. Wilayah dengan intensitas petir antara 60 sampai 80 hari dalam setahun terjadi petir.
8. Wilayah dengan intensitas petir antara 80 sampai 100 hari dalam setahun terjadi petir, meliputi daerah sebelah Barat pulau Sumatra.
9. Wilayah dengan intensitas petir 100 sampai 200 hari dalam setahun terjadi petir.
10. Wilayah dengan kejadian intensitas petir lebih dari 200 hari dalam setahun terjadi petir.

**Kilat sebagai gejala listrik dapat diketahui kuat medan listriknya dengan penamain yang berhubungan dengan ami listrik yaitu :**

$$I = a(E^2 - M^2)$$

di mana :

I • arus listrik (Ampere)

E = medan listrik (Volt/meter)

M - nilai awal medan listrik, kira-kira 800 volt/meter

a = konstanta

Besar arus dan tegangan listrik dari petir diukur dengan metoda penembakan terhadap awan jenis kumulonimbus, sehingga terjadi petir dan dapat diketahui energinya. Besar kuat medan listrik dari petir dipengaruhi oleh konduktivitas zat penyekat, jarak antara dua ion yang berlainan jenis dan kondisi atmosfer bumi. Pada saat udara kering besar kuat medan listriknya 30 kvolt/cm sedangkan pada saat cuaca buruk kuat medan listriknya 10 kvolt/cm.

Potensial listrik yang dihasilkan oleh sebuah petir berkisar antara 100 sampai 200 juta volt, sedangkan arus listrik dari petir berkisar antara 5000 sampai 500.000 ampere.

Dengan melihat dan mengetahui wilayah-wilayah yang memiliki intensitas kejadian petir yang besar, di mana secara rata-rata kejadian petir di seluruh daerah di nusantara ini intensitas petir dalam setahunnya lebih tinggi dan arus listrik yang dihasilkan sangat besar (melebihi yang dihasilkan oleh generator listrik di bumi), maka perlu dipikirkan, diteliti dan dikembangkan pemanfaatan petir bagi kesejahteraan hidup manusia. Selama ini petir baru digunakan manusia pada film, sinetron maupun pengarang untuk mengilustrasikan suasana mencekam dan sedih.

Jika air, batubara, sinar matahari, angin, panas bumi dan nuklir telah dikembangkan dan dimanfaatkan Untuk energi listrik, maka tidak mustahil potensi arus listrik dan tegangan yang terkandung dalam petir dapat digunakan untuk energi listrik juga. Begitu pula dengan energi cahaya yang terkandung dalam petir dapat dimanfaatkan potensinya dan dianalogikan dengan proses produksi energi listrik dari cahaya matahari. Selain potensi listrik dan cahaya dari petir masih ada energi suara yang dihasilkan oleh guntur, energi suara yang sangat besar dari petir tentunya dapat dimanfaatkan dan diteliti lebih lanjut.

Dari kejadian petir dapat diketahui pula bahwa atmosfer bumi juga tempat berakumulasi ion-ion. Petir sebagai gejala cuaca dan listrik yang terjadi dalam troposfer menunjukkan bahwa dalam atmosfer terkandung ion-ion yang bersifat elektromagnetik. Kalau lapisan ionosfer sudah dapat dimanfaatkan sebagai lapisan pemantul gelombang radio frekuensi tinggi (high frekuensi), dari sini kemungkinan potensi turunan yang dapat diambil dari petir adalah meneliti dan memanfaatkan lapisan troposfer sebagai lapisan yang dapat memantulkan gelombang radio

yang dapat digunakan untuk komunikasi.

## PENUTUP

Atmosfer selain berfungsi sebagai tempat terjadinya kejadian cuaca terutama hujan yang diperlukan untuk pertanian, melindungi bumi dari radiasi surya yang mematikan dan hujan meteorit, serta penyangga terhadap perubahan suhu yang mencolok juga berpotensi untuk didayagunakan sebagai sumber energi di bumi. Angin, radiasi surya, dan petir berpotensi Untuk dikembangkan dan dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif.

Mengingat daya angin yang cukup besar dan manfaat dari angin seperti disebutkan sebelumnya, maka sangat diperlukan pemetaan wilayah arah dan kecepatan angin secara rinci Untuk wilayah nusantara yang tersebar ini, khususnya untuk mengetahui potensi suatu daerah yang akan dikembangkan sebagai daerah yang dapat mengkonversi energi angin menjadi energi listrik atau tujuan lain.

Bila dibandingkan dengan tenaga angin, radiasi matahari dan petir memberikan daya yang lebih besar. Perlu diciptakan alat yang dapat menangkap radiasi matahari maupun petir yang relatif murah dengan teknologi mudah sehingga dapat bermasyarakat. Diversifikasi energi khususnya energi listrik memiliki banyak kelebihan daripada energi yang berasal dari bahan bakar fosil yang banyak menimbulkan pencemaran. Energi listrik adalah energi yang akrab lingkungan karena tidak menghasilkan zat polutan.

DAFTAR RUJUKAN

- Anonim, 1965, *Aviation Weather*, Department of Commerce Weather Bureau, Washington.
- Anonim, Peta Pctir Dunia diterbitkan dalam harian Suara Pembaharuan edisi 19..
- Bergey, 1993, *Wind Energy for Bulk Powerand Rural Electrificationin Indonesia*, Makalah pada Opportunities for Renewable Energy Development in Indonesia RESPO Workshop, Jakarta.
- Fleagle, R. G, Businger, J. A, 1963, *Atmospheric Physic*, Academic Pers, New York.
- Magono, C, 1980, *Thunderstorm*, Elsevier Scientific Publishing Co, Amsterdam.
- Lapan, 1994, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin di Jepara*, Laporan, Jakarta.
- Lapan, 1995, *Data Angin di Beberapa Lokasi di Indonesia*, Laporan Intern, Jakarta.
- Suharsono, Heny, 1993, *Ikhtisar Ktimatologi*, bahan diklat Survey Penggunaan Tanah, BPN, Bogor.