

Analisa Potensi Energi Angin Dengan Distribusi Weibull Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Banda Aceh

Muhammad Rizal Fachri ¹⁾, Hendrayana ²⁾

¹⁾ Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

e-mail: m.rizalfachri@gmail.com

²⁾ Magister Teknik Elektro Universitas Syiah Kuala
Universitas Syiah Kuala

e-mail: Hendra_unida@yahoo.com

Abstract

Energy needs in Indonesia in particular and the world in general continue to rise due to population growth, economic growth and energy consumption patterns themselves are constantly increasing. One of the fast growing renewable energy in the world today is wind energy. Wind energy is a renewable energy that is very flexible. In general, the utilization of wind power in Indonesia is less attention. Until 2004, the installed capacity of wind power utilization is only up to 0.5 MW from 9:29 GW potential. One method used to measure the wind energy potential of wind energy for electricity generation is by using the Weibull method. From the analysis that has been carried out by the method of Weibull can be concluded that the wind energy potential of wind energy for electricity generation in Banda Aceh does not meet the eligibility criteria

Keywords: renewable energy, PLTB, Hybrid

Abstrak

Kebutuhan energi di Indonesia dan dunia pada umumnya terus meningkat sesuai dengan pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi itu sendiri. Salah satu energi terbarukan yang berkembang pesat di dunia saat ini adalah energi angin. Energi angin merupakan energi terbarukan yang sangat fleksibel. Secara umum, pemanfaatan tenaga angin di Indonesia kurang mendapat perhatian dari pihak/instansi terkait. Hingga tahun 2004, kapasitas terpasang pada pemanfaatan tenaga angin hanya sampai 0,5 MW dari 9:29 GW. Salah satu metode yang digunakan untuk mengukur potensi energi angin untuk digunakan sebagai pembangkit listrik dengan menggunakan metode Weibull. Dari analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan metode Weibull dapat ditarik kesimpulan bahwa potensi energi angin, untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik di Banda Aceh tidak memenuhi kriteria kelayakan.

Kata kunci: energi listrik terbarukan, PLTB, Hybrid

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi di dunia dan khususnya di Indonesia terus meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi itu sendiri yang senantiasa meningkat. Peranan yang sangat besar saat ini yaitu energi fosil yang selama ini menjadi sumber energi utama. Upaya-upaya pencarian sumber energi alternatif selain fosil

menyemangati para peneliti di berbagai negara untuk mencari energi lain yang kita kenal sekarang dengan istilah energi terbarukan.

Energi terbarukan dapat didefinisikan sebagai energi yang secara cepat dapat diproduksi kembali melalui proses alam. Energi terbarukan meliputi energi air, panas bumi, matahari, angin, biogas, bio mass serta gelombang laut. Salah satu energi terbarukan yang sedang berkembang pesat saat ini ialah energi angin selain fleksibel, energi angin juga sering dimanfaatkan untuk bidang pertanian, perikanan dan bahkan bisa untuk pembangkitan energi listrik [1-2].

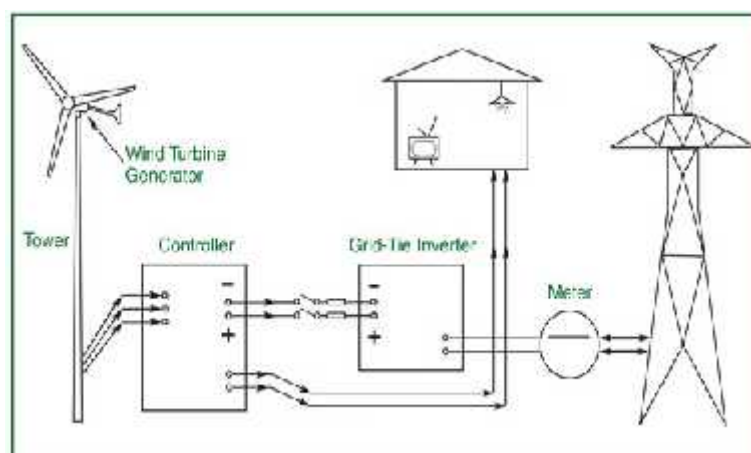
Potensi energi angin di Indonesia dengan kecepatan angin rata-rata sekitar 3-5 m/s dan total daya yang dapat dibangkitkan sebesar 9.290 MW, ini merupakan salah satu potensi energi yang cukup besar, mengingat di Indonesia hanya memanfaatkannya sekitar 1% dari potensinya [3]. Berdasarkan uraian di atas, peneliti bertujuan untuk menganalisis potensi energi angin dengan distribusi weibull untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) sekitar kota Banda Aceh, Propinsi Aceh, Indonesia sebagai energi alternatif untuk dapat di hybridkan dengan pembangkit yang telah ada.

2. Landasan Teori

2.1 Energi Angin

Angin adalah udara yang bergerak dari tekanan tinggi menuju ke tekanan rendah atau sebaliknya yaitu dari suhu udara yang rendah ke suhu udara yang lebih tinggi. Penyebab dari pergerakan ini adalah pemanasan bumi oleh radiasi matahari. Udara di atas permukaan bumi selain di panaskan oleh matahari secara langsung, juga mendapat pemanasan dari radiasi matahari. Kondisi bumi yang tidak homogen, sehingga terjadi perbedaan suhu dan tekanan udara antara daerah yang menerima energi panas lebih besar dengan daerah lain yang lebih sedikit menerima energi panas, Mengakibatkan terjadinya aliran udara pada wilayah tersebut.

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), energi angin biasanya dimanfaatkan untuk memutar bagian yang bergerak, dimana energi angin dikonversikan menjadi energi mekanik dan diubah kembali menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan maka dapat ditransmisikan dan didistribusikan untuk kebutuhan pelanggan – pelanggan listrik. Prinsip kerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 seperti berikut:



Gambar 1. Sistem kerja pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB)

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) merupakan energi yang terkandung dalam tiupan angin yang dikonversikan menjadi energi kinetik. Energi kinetik (E_b) dalam satuan (joule) yang dimiliki massa bayu (m) dengan kecepatan v dapat dirumuskan [4].

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

Sedangkan, daya dari sebuah masa udara yang mengalir pada kecepatan v dan sebuah area lintasan angin A dapat dikalkulasikan sebagai:

$$\text{Daya Angin} = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (2)$$

Dimana:

ρ = masa jenis udara (kg m⁻³);

V = kecepatan angin (ms⁻¹).

Area lintasan angin (A) merupakan luas dari area hembusan angin yang melewati sebuah turbin. Area lintasan angin (A) memiliki daerah lintasan membentuk lingkaran dengan jari – jari lintasan angin sama dengan jari-jari rotor (R). Sehingga area lintasan angin (A) dapat direpresentsikan sebagai berikut.

$$A = \pi R^2 \quad (3)$$

Maka daya mekanik yang dihasilkan dari energi angin [4]:

$$P_m = \frac{1}{2} \rho A V^3 C_p \quad (4)$$

C_p Lazim merupakan koefisien dari daya rotor atau efisiensi rotor nilai C_p maksimum adalah: 0,59. Daya aktual maksimum berbanding lurus dengan V^3 , jadi data kecepatan angin sangatlah penting untuk mengetahui hasil akhir dari analisis daya mekanik.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Distribusi Weibull

Data angin ini juga akan didekati dengan suatu fungsi kontinyu berupa distribusi *Weibull* untuk mendapatkan prediksi yang akurat mengenai keluaran turbin angin dan juga untuk mengetahui karakteristik pola angin. Nilai kecepatan angin selalu berubah setiap waktu. Data kecepatan angin yang diamati dalam periode waktu dapat dianalisis dan memberikan informasi tentang persentase waktu yang kecepatan dalam rentang tertentu. Untuk menganalisis data biasanya disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi.

Ada beberapa fungsi kepadatan probabilitas, yang dapat digunakan untuk menyajikan kurva frekuensi kecepatan angin. Distribusi *Weibull* adalah distribusi statistik yang paling umum digunakan untuk mewakili data kecepatan angin. Fungsi ini memiliki keuntungan sehingga memungkinkan untuk cepat menentukan produksi energi angin tahunan turbin angin diberikan.

Dalam distribusi *Weibull*, variasi dalam kecepatan angin ditandai dengan dua fungsi yaitu fungsi kepadatan probabilitas dan Fungsi distribusi kumulatif. Fungsi Distribusi Kumulatif $F(V)$ menunjukkan fraksi atau kemungkinan di mana kecepatan angin tertentu lebih kecil atau sama dengan suatu kecepatan angin referensi dan didefinisikan dengan formulasi berikut [4]:

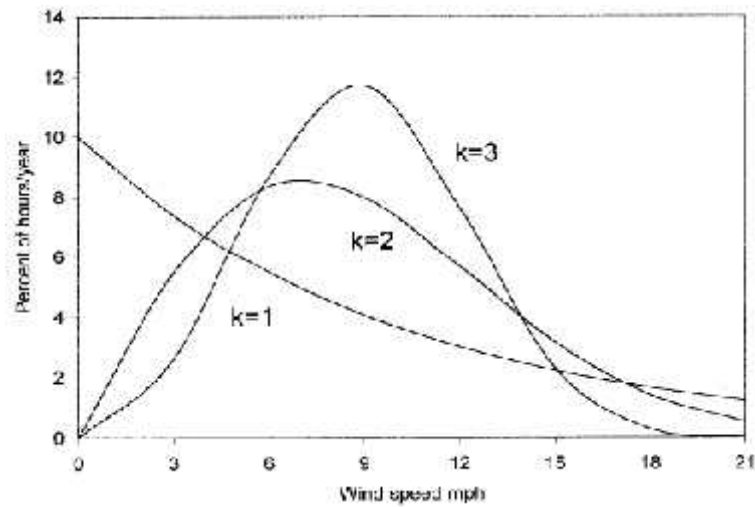
$$F(V) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{V}{c}\right)^k\right) \tag{5}$$

Sedangkan Fungsi Densitas Probabilitas $f(V)$ dan Fungsi Distribusi Durasi $S(V)$ masing-masing didefinisikan sebagai :

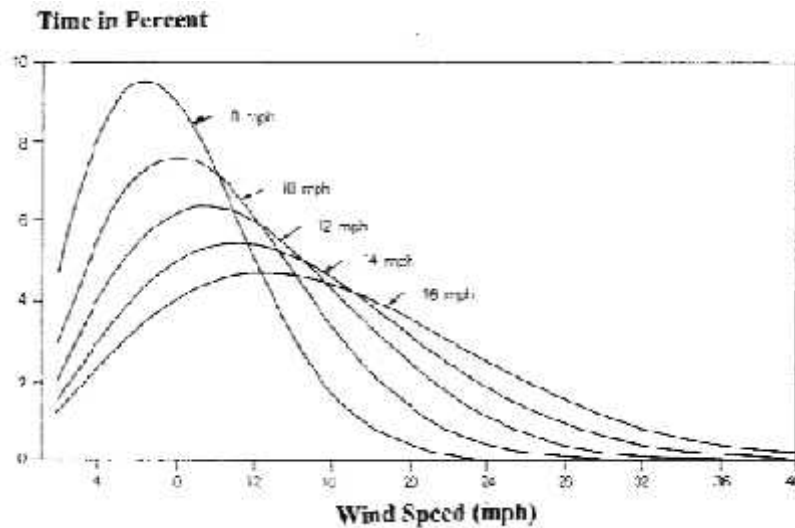
$$f(V) = \frac{k}{c} \left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} \exp\left(-\left(\frac{V}{c}\right)^k\right) \tag{6}$$

Dan

$$S(V) = \exp\left(-\left(\frac{V}{c}\right)^k\right) \tag{7}$$



Gambar 2. Karakteristik *Weibull*, $k=1,2,3$ [4]



Gambar 3. Karakteristik *Weibull*, $k = 2$, $c = 8$ sampai 16 [4]

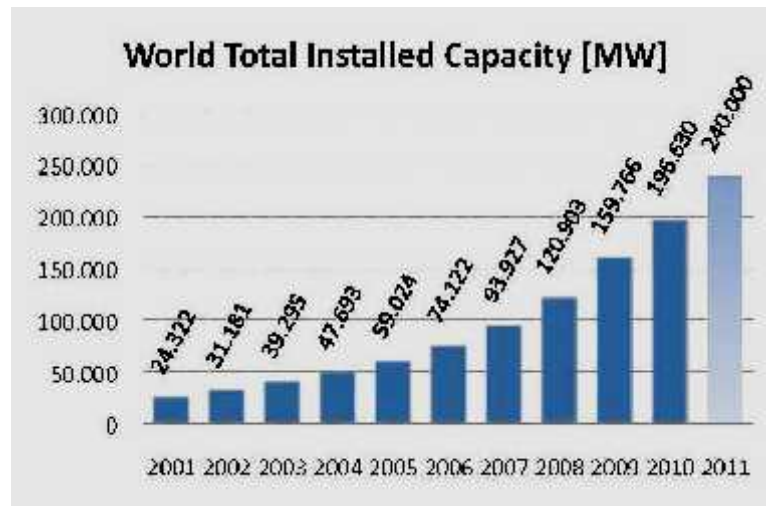
Pada gambar 3 dan 4 menunjukan ilustrasi dari karakteristik *Weibull* dimana k sebagai parameter bentuk sedangkan c sebagai parameter skala.

3.2 Data Potensi Angin di Banda Aceh

Kapasitas daya terpasang untuk pembangkit listrik tenaga angin di dunia sebesar 196.630 GW di antaranya:

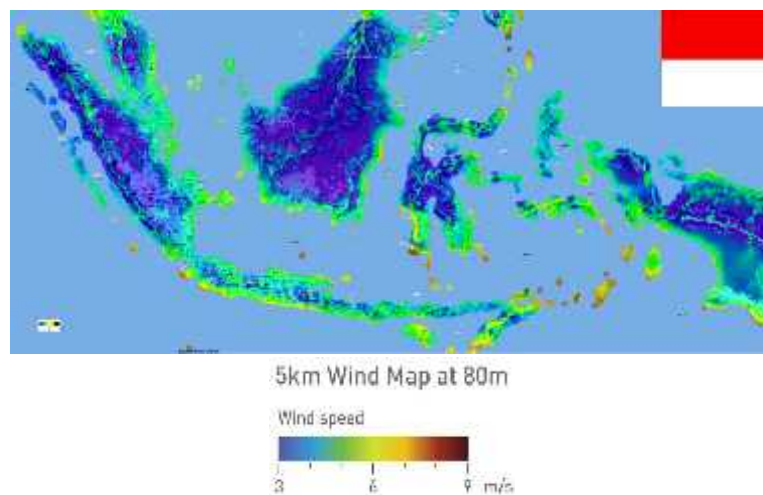
- China 26.010 /12.210/ 44.733 MW
- USA 35.195 /25.170/ 40.180 MW,
- Jerman 25.777 /23.903/ 27.215 MW,
- Spain 19.145/ 16.754/ 20.676 MW,
- India 10.125/ 9.645/ 13.065 MW,
- Indonesia ~ 2 MW

Implementasi pembangkit listrik tenaga angin di dunia dapat dilihat pada tabel berikut ini:



Gambar 4 Kapasitas Daya Terpasang PLTB

Di Indonesia potensi energi angin yang terbesar terdapat di selatan pulau Jawa, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Tenggara dan Maluku. Peta potensi angin di Indonesia dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 5 Peta Potensi Energi Angin di Indonesia

Daerah Aceh terletak di kawasan paling ujung dari bagian utara Pulau Sumatera dengan luas areal 58.357.63 km². Letak geografis Provinsi Aceh terletak antara 2o-6o Lintang Utara dan 95o-98o Lintang Selatan dengan ketinggian rata-rata 125 meter diatas permukaan laut. Provinsi paling barat Indonesia ini dibatasi oleh:

1. Selat Malaka di sebelah Utara dan Timur
2. Provinsi Sumatera Utara di sebelah Selatan
3. Samudera Indonesia di sebelah Barat



Gambar 6 Peta Provinsi Aceh

Letak lokasi penelitian yang dilakukan seperti yang ditunjukkan pada gambar 6 yaitu kota Banda Aceh Propinsi Aceh, dimana data hasil pengukuran kecepatan angin, kelembapan serta tekanan udara nanti ditunjukkan pada tabel 1 pada bab hasil dan pembahasan.

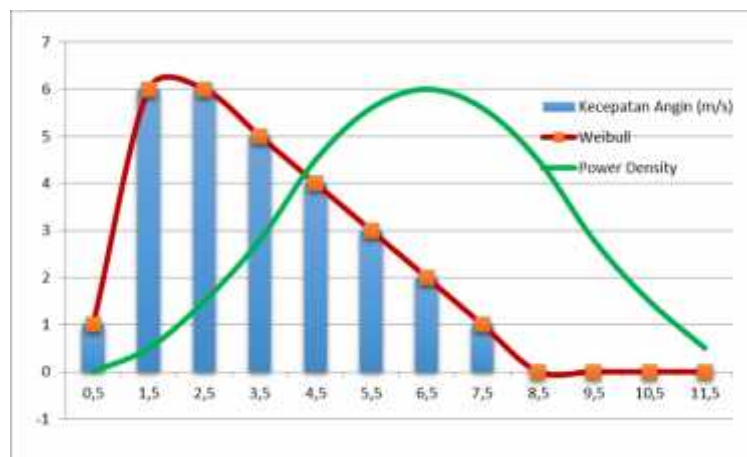
4. Hasil Dan Pembahasan

Data kecepatan angin, tekanan udara, dan kelembaban di provinsi Aceh dapat diperoleh dari Badan Pusat Statistik Aceh yang terletak di Blang Bintang kabupaten Aceh Besar ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Bulan	Kecepatan Angin	Tekanan Udara	Kelembaban
-1	-2	-3	-4
Januari	5	1 009,4	82
Februari	4,5	1 009,6	84
Maret	4,8	1 009,4	84
April	4,5	1 009,5	82
Mei	5,3	1 009,3	78
Juni	5,6	1 008,7	68
Juli	4,9	1 008,8	73
Agustus	5	1 009,4	76
September	4,9	1 010,1	78
Oktober	4,8	1 009,4	80
Nopember	4,7	1 009,3	84
Desember	4,4	1 009,3	84
Rata-rata	4,9	1 009,4	79,4

Tabel 1 Data Kecepatan Angin, Tekanan Udara dan Kelembaban daerah Banda Aceh Prov. Aceh Tahun 2014

Pada tabel dapat di lihat bahwa kecepatan angin rata-rata di aceh adalah 4,9 m/detik, tertinggi terjadi pada bulan Mei dan Juni yaitu 5,6 m/detik, sedangkan kecepatan angin terendah terjadi pada bulan Desember yaitu 4,4 m/detik. Untuk menganalisa energi yang dapat dihasilkan dari potensi angin berdasarkan data-data kecepatan angin yang telah diperoleh, hasil yang di dapat dengan menggunakan metode distribusi *Weibull* ditunjukkan pada grafik berikut ini:



Gambar 7 Grafik Distribusi Frekuensi Weibull dan Potensi Energi

Dari grafik tersebut terlihat, daya yang dihasilkan tidak sebanding dengan potensi angin yang ada dimana probalita distribusi frekuensi kecepatan angin yang terbanyak terjadi pada kecepatan 1,5 – 3,5 m/detik tidak menyentuh grafik daya terbangkit sehingga potensi energi angin untuk pembangkit listrik tenaga angin ini tidak potensial untuk dilanjutkan pembangunannya.

5. Kesimpulan

Dari pengolahan data yang diperoleh serta hasil yang telah dikemukakan bahwa dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Salah satu metode yang digunakan untuk mengukur potensi energi angin untuk pembangkit listrik tenaga bayu adalah dengan menggunakan metode *Weibull*.
2. Berdasarkan data yang diperoleh kecepatan angin yang terjadi di Banda Aceh rata-rata tiap tahunnya sebesar 4,9 m/detik.
3. Probabilita distribusi frekuensi kecepatan angin yang terbanyak terjadi pada kecepatan 1,5 – 3,5 m/detik, sehingga tidak menyentuh grafik daya. Oleh karena itu, potensi energi angin untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu di Banda Aceh tidak memenuhi kriteria kelayakan.
4. Data yang dimiliki masih minim sehingga disarankan untuk penelitian lebih lanjut untuk dapat menghasilkan penelitian yang lebih akurat lagi dikemudian hari.

Referensi

- [1] Daut M, Irwanto, Suwarno Y, M Irwan, N Gomesh, N S Ahmad. Potential of Wind Speed for Wind Power Generation In Perlis, Northern Malaysia. School of Electrical System Engineering, Universiti Malaysia Perlis (UniMAP), Malaysia. 2010.
- [2] Y Daryanto. Kajian Potensi angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Neural Computing and Robotics. BALAI PPTAGG – UPT-LAGG. Yogyakarta. 2007.
- [3] A F Nelwan. Karakteristik Weibull Pltb Miangas. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Sam Ratulangi - Manado-Indonesia.
- [4] R M Patel. Wind and Solar Power System. New York: CRC Press. 1999
- [5] Dedy Nugroho, Syariffuddin Mahmudsyah, Heri Suryoatmojo. Optimisasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Dan Diesel Generator Menggunakan Software Homer. Jurusan Teknik Elektro. FTI – ITS.
- [6] Nurhalim. Studi Analisis Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Pembangkit Hibrida. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik. Universitas Riau. 2007.