

Aplikasi Energi Terbarukan Melalui Pengukuran Potensi Angin dengan Metode Analisis Weibull pada Pantai Puger Jember

Parmaputra W

parma.putra@gmail.com
Universitas Jember

Miftachul Arif

takul.rasisz@gmail.com
Universitas Jember

Triwahju Hardianto

triwahju.teknik@unej.ac.id
Universitas Jember

Abstrak

Wilayah laut selatan Kabupaten Jember memiliki potensi untuk dibangun sebuah PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Angin) karena memiliki potensi energi angin besar yang mendukungnya. Salah satu parameter untuk mengetahui karakteristik angin adalah dengan menggunakan analisis weibull. Karakteristik kecepatan angin di pantai Puger memiliki jangkauan antara 1,3-15,0 m/s, sehingga dapat diambil karakteristik distribusi probabilitasnya dengan membuat sebuah kurva karakteristik Weibull dengan menggunakan parameter k-form (k) adalah 3,068; dan parameter skala (c) adalah 7,807. Dari hasil ini, kami menyimpulkan bahwa kecepatan angin yang dapat digunakan pada kisaran 3,5-10,5 m/s mencapai 91,11%, sehingga masih memiliki potensi yang cukup untuk dibangun PLTA dengan turbin dari ukuran kecil sampai sedang. Sementara itu, dengan melihat dari potensi dayanya, dengan kecepatan angin rata-rata 6,1 m/s, memiliki potensi daya 3025 watt dan daya yang diserap oleh turbin mencapai 1.758 watt. Nilai ini akan cukup berguna jika jumlah turbin yang digunakan semakin besar

Kata kunci — Analisis Weibull, Pantai Puger, potensi daya.

Abstract

The territory area of south sea Jember Regency gets potential to be built a PLTA because it has great wind potential of energy which supports it. One of the parameters to know the wind characteristics is by using weibull analysis. Wind speed characteristic on the Puger beach has range among 1,3-15,0 m/s, so it can be taken up about the distribution-probability characteristic of it by making a Weibull characteristic curve by using a k-form(k) parameter is 3.068; and for scale parameter (c) is 7.807. From this result, we conclude that the wind speed which can be used at the range of 3,5 m/s-10.5 m/s reaches 91.11 %, so it still has enough potential to be built a PLTA by a turbine from small to moderate range in size. Meanwhile, by looking from its power potential, by the average wind speed of 6.1 m/s, it has power potential of 3025 watt and the absorbed power by the turbine reaches 1758 watt. This value would be useful enough if the number of used turbine getting bigger.

Keywords— Weibull Analisys, Puger Beach, Power potential

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di Indonesia khususnya dan dunia pada umumnya terus meningkat karena pertambahan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi itu sendiri. Sedangkan energi fosil dan cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2004, diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 18 tahun dengan rasio cadangan/produksi pada tahun tersebut. Sedangkan gas diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 61 tahun dan batubara 147 tahun [1].

Wilayah Kabupaten Jember dengan kondisi geografis yang strategis serta merupakan daerah yang luas dan kaya akan sumber daya alam, sangat berpeluang mengembangkan potensi daerahnya. Posisi yang terletak diantara pegunungan Argopura dan Samudera Hindia berpotensi untuk pengembangan pembangkit listrik yang berorientasi pada alam, salah satu pemanfaatannya khususnya energi terbarukan adalah membangun sebuah pembangkitan dengan memaksimalkan potensi angin yang ada di daerah tersebut. Permasalahan utama yang muncul adalah diperlukan sebuah cara guna mengetahui kondisi karakteristik angin yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam pembangunan PLT Bayu, sementara itu diperlukan waktu yang lama untuk mengetahui karakteristik angin di daerah rencana pembangunan PLT Angin tersebut sehingga perlu analisis yang sesuai guna perencanaan yang memadai. Dalam penelitian sebelumnya oleh Mustaqim Indawan, didapatkan kecepatan rata-rata angin di daerah pantai selatan Jember (pantai Watu Ulo) berkisar $4,209 \text{ ms}^{-2}$ [4]. Sementara dari penelitian kami sebelumnya khususnya potensi tenaga angin di pantai Watu Ulo tersebut didapatkan nilai parameter bentuk (k) adalah 2,561 dan parameter skala (c) adalah 4,863 karakteristik angin di Pantai Watu Ulo memiliki variasi kecepatan angin yang sedang dan tiupan angin kencang yang sedikit [2].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui prediksi kecepatan angin untuk pembangkit listrik tenaga Angin (PLTB) bila dinyatakan dalam kurva distribusi probabilitas Weibull di Pantai Puger Kabupaten Jember yang nantinya akan kami bandingkan dengan hasil di Pantai Watu Ulo, sehingga didapatkan rezim angin yang sesuai untuk pembangunan PLT

Bayu, selain itu penelitian ini guna mengetahui faktor bentuk (k) dan faktor skala (c) dari kurva probabilitas Weibull tersebut di pantai Puger Kabupaten Jember. Karakteristik distribusi Weibull memiliki banyak aplikasi dalam analisis survival, dan kehandalan dan rekayasa biomedis [5].

II. METODE

Distribusi Weibull merupakan distribusi yang penting untuk keandalan dan analisis rawatan. Nilai-nilai yang cocok untuk kedua parameter bentuk (k) dan skala (c) parameter distribusi Weibull adalah penting untuk memilih lokasi instalasi generator turbin angin. Parameter skala distribusi Weibull juga penting untuk menentukan apakah sebuah daerah angin tersebut baik atau tidak.

Metode yang disajikan adalah metode analisis dan eksperimen komputasi. Energi angin memiliki variasi yang melekat dan telah diaplikasikan oleh fungsi distribusi [6].

Pada metode distribusi Weibull terdapat 2 parameter yakni parameter yaitu parameter bentuk k (tanpa dimensi) dan parameter skala c. Nilai parameter k diperoleh dengan nilai yang berdasarkan data data kecepatan angin aktual di lapangan. Untuk menentukan nilai parameter bentuk k, jika nilai tengah dan variannya telah diketahui dapat menggunakan persamaan 1[6].

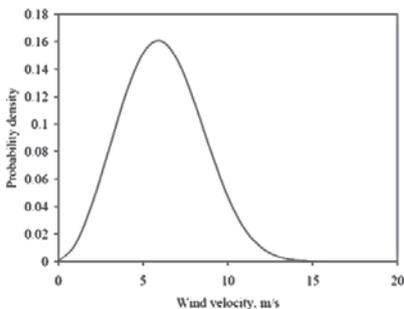
$$k = \left(\frac{\sigma}{v} \right)^{-1,086} \dots\dots\dots (1)$$

Jumlah atau durasi sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya nilai parameter k, semakin besar nilai parameter k maka semakin besar durasi dan sebaliknya semakin kecil nilai parameter k, maka semakin kecil durasinya.

Sedangkan untuk mendapatkan nilai dari parameter skala c dengan menggunakan persamaan : [5]

$$c = 1,12 v \quad (1,5 < k < 4) \dots\dots\dots (2)$$

Semakin kecil nilai parameter c maka, kurva akan bergeser kearah kecepatan angin yang lebih rendah demikian juga sebaliknya.



Gbr 1. Hubungan kerapatan probabilitas dengan kecepatan angin [3]

Fungsi distribusi dari probabilitas distribusi Weibull f(v) dapat didefinisikan dengan persamaan [5] :

$$f(v) = \left[\frac{k}{c} \left(\frac{v}{c} \right)^{k-1} \right] e^{-\left(\frac{v}{c} \right)^k} \dots\dots\dots (3)$$

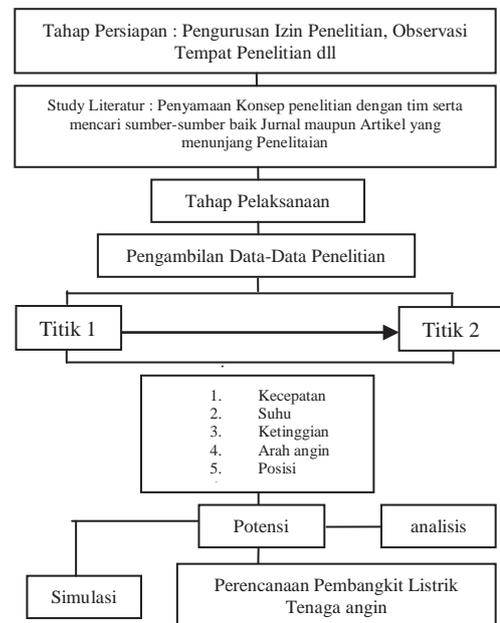
Di mana k dan c masing-masing disebut sebagai parameter bentuk dan parameter skala yang harus dicari dari data hasil pengukuran. Kepadatan probabilitas dan fungsi distribusi kumulatif dari rezim angin, mengikuti distribusi Weibull ditunjukkan pada gambar 3.

Semakin besar nilai c, semakin banyak jumlah hari yang memiliki tiupan angin kencang dikarenakan sifat pengingkatan besaran (skala) kecepatan maka c disebut sebagai parameter skala. Gambar 1 memberikan ilustrasi distribusi probabilitas Weibull untuk berbagai k (parameter bentuk) dan c (parameter skala) [7].

III. PROSEDUR

Adapun Prosedur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut seperti pada gambar 2:

- a. Tahap Persiapan
Persiapan dengan mengurus segala keperluan administrasi dan perizinan khususnya di Pantai Puger Kabupaten Jember.
- b. Studi literatur terhadap obyek yang akan dikerjakan.
Studi literatur ini bertujuan untuk menambah sumber dan metode yang akan digunakan.
- c. Mengumpulkan data kecepatan angin di daerah tepi pantai Puger Kabupaten Jember.
Pengumpulan data ini dilakukan di beberapa titik di Pantai Puger Kabupaten Jember.



Gbr 2. Alur Penelitian Potensi Angin di Pantai Puger Kabupaten Jember

TABEL V
KISARAN KECEPATAN ANGIN DI PANTAI PUGER PADA BULAN AGUSTUS 2013

KELAS KEC (V)	MEDIAN (Mi)	FREKUENSI	
		ABSOLUT (Fi)	REL (%)
0-1	0,5	0	0,00
1-2	1,5	9	1,25
2-3	2,5	37	5,14
3-4	3,5	97	13,47
4-5	4,5	126	17,50
5-6	5,5	90	12,50
6-7	6,5	105	14,58
7-8	7,5	90	12,50
8-9	8,5	89	12,36
9-10	9,5	39	5,42
10-11	10,5	20	2,78
11-12	11,5	8	1,11
12-13	12,5	4	0,56
13-14	13,5	6	0,83
Total		720	100,00

- d. Analisis data
Analisis yang digunakan adalah weibull analisis. Dari analisis ini diharapkan diketahui berapa besar potensi angin yang ada di Pantai Puger Kabupaten Jember. Analisa penelitian ini dikeluarkan dalam bentuk grafik karakteristik fungsi probabilitas Weibull.
- e. Asumsi Output daya listrik yang dikeluarkan dari karakteristik angin yang ada.

IV. HASIL DAN DISKUSI

Dalam proses penelitian yang bertempat di pantai puger kabupaten Jember, kami mengambil data selama 1 bulan. Dimana di tiap minggunya diambil data sebanyak 3 x 24 Jam, sementara untuk analisa data yang digunakan kita membuat data bulanan untuk mendapatkan hasil yang akurat. Untuk melengkapi data kami menggunakan metode Ukur, Korelasi dan Prediksi (UKP). Metode UKP adalah membandingkan data di lokasi penelitian tersebut dengan data pengukuran di lokasi terdekat yang memiliki data jangka panjang [6]. Hasil perbandingan tersebut dapat digunakan untuk melakukan prediksi jangka panjang kecepatan angin di lokasi yang sedang diteliti. Proses pengambilan data kecepatan angin seperti ditunjukkan pada gambar 4.

Setelah didapat data harian dalam sebulan, data ditabulasikan menjadi beberapa kelas, pembagian kelas ini ditentukan oleh banyaknya distribusi angin yang ada dan tingkat akurasi, semakin banyak kelas maka tingkat akurasi akan semakin tinggi [5].

Dari penelitian tersebut didapatkan sebaran kecepatan angin di Pantai Puger kabupaten Jember dimana data tersebut diperoleh dari pengukuran langsung dapat dilihat pada tabel 1.

Dengan diketahui nilai tengah dan absolut varian maka nilai Vm bisa diketahui dengan persamaan : [6]

$$V_m = \left(\frac{\sum_{i=1}^n f_i V_i^3}{\sum_{i=1}^n f_i} \right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(4)$$

Dari hasil perhitungan diketahui nilai Vm adalah 6,972. Setelah diketahui Vm, Deviasi (σv) bisa diketahui dengan persamaan berikut : [6]

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i (V_i - V_m)^2}{\sum_{i=1}^n f_i}} \dots\dots\dots(5)$$

Didapatkan nilai Deviasi adalah 2,483. Nilai tersebut dapat disubstitusikan untuk mencari nilai k.

Untuk menentukan nilai parameter bentuk k, jika nilai tengah dan variannya telah diketahui dapat menggunakan persamaan : [6]

$$k = \left(\frac{\sigma}{v} \right)^{-1,086} \dots\dots\dots(6)$$

Didapatkan nilai k sebesar 3,068. Hal ini berarti variasi kecepatan angin di Pantai Puger Kabupaten Jember bervariasi sedikit, dari skala normal 2. Keadaan ini bisa berpengaruh pada perencanaan generator induksinya. Sementara nilai c sendiri adalah sebesar 7,807. Semakin kecil nilai parameter c maka kurva akan bergeser ke arah kecepatan angin yang lebih rendah demikian juga sebaliknya, jika nilai c besar maka kurva akan bergeser ke arah kecepatan angin yang lebih tinggi.

Sementara Fungsi distribusi dari probabilitas distribusi Weibull f(v) didefinisikan dengan Persamaan :

$$f(V) = \frac{k}{c} \left(\frac{V}{c} \right)^{k-1} e^{-\left(\frac{V}{c}\right)^k} \dots\dots\dots(7)$$

Sementara untuk mengetahui bagaimanakah karakteristik angin tersebut maka dibuat prosentase dalam persen.

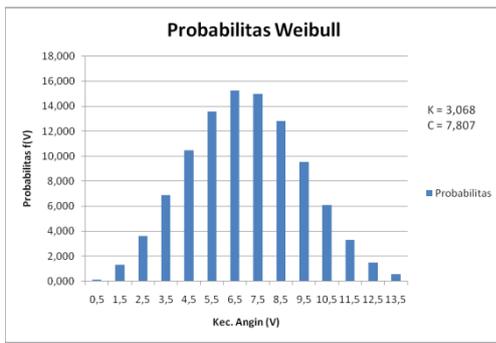
Dari data tersebut parameter-parameter dalam fungsi probabilitas weibull telah terpenuhi, dengan nilai k sebesar 3,068 dan nilai c sebesar 7,807. Dari hasil tersebut dapat diketahui Pantai Puger Kabupaten Jember yang memiliki variasi kecepatan angin antara 1.6 -14 m/s ini memiliki kerapatan angin yang baik untuk dimanfaatkan pada pembangkit listrik tenaga angin .

Terlihat dari nilai faktor bentuk angin (k) sebesar 3,068, semakin besar nilai k maka variasi anginnya semakin sedikit, ini akan membantu dalam perencanaan dan pengaturan generator pada PLT Angin tersebut.

Sementara dengan nilai skala sebesar 7,807 menunjukkan Pantai Watu Ulo Kabupaten Jember memiliki angin yang besar, ini cocok untuk PLT Angin skala sedang-besar dengan memanfaatkan kecepatan angin antara 3,5-10 [m/s]

Adapun Grafik Probabilitas Weibull ditunjukkan pada gambar 3.





Gbr 3. Grafik Probabilitas weibull di Pantai puger Kabupaten Jember

Asumsi Perancangan Sistem

Dalam perancangan komponen yang sistem untuk menentukan daya angin dan turbin kita harus mengetahui dulu jari-jari bladanya

$$R = \left[\frac{2P_D}{C_p \eta_d \eta_g \rho_a \pi V_D^3} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[\frac{2 \times 3025}{0,59 \times 0,9 \times 0,9 \times 1,2 \times 3,14 \times 6,1^3} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2,66m$$

Sementara untuk prediksi daya anginnya, dapat dihitung dengan persamaan :

$$P_a = \frac{1}{2} \rho A V^3$$

$$= \frac{1}{2} 1,2 (3,14 \times 2,66^2) 6,1^3$$

$$= 3025 watt$$

Disamping daya angin, daya turbin juga dapat dihitung dengan persamaan :

$$P_R = C_p \frac{1}{2} \rho A V^3$$

$$= 0,59 \times 3025$$

$$= 1785 watt$$

Di tinjau dari potensi dayanya, dengan kecepatan angin rata-rata 6.1 m/s, memiliki daya angin sebesar 3025 watt dan daya yang terserap oleh turbin sebesar 1785 watt. Nilai ini akan menjadi berguna jika turbin yang di pasang semakin kompleks.

V. KESIMPULAN (PENUTUP)

Dari penelitian tersebut dapat kita simpulkan sebagai berikut :

1. Dari penelitian didapatkan nilai parameter bentuk (k) adalah 3,068 dan parameter skala (c) adalah 7.807.



Gbr 4. Proses Pengambilan data kecepatan Angin

2. Dari nilai k dan c yang telah diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa karakteristik angin di Pantai Watu Ulo memiliki variasi kecepatan angin yang cukup sedikit dan tiupan angin kencang yang cukup banyak sehingga kurva weibull membentuk mengerucut dan menyempit dimana berkumpul pada kecepatan angin yang bisa dimanfaatkan PLTB yakni antara 3,5 m/s – 10,5 m/s.
3. Dilihat dari grafik diatas, diketahui bahwa probabilitas kecepatan angin yang bisa dimanfaatkan yakni antara 3,5 m/s – 10,5 m/s mencapai 91,11% sehingga sangat potensial dan menguntungkan untuk dibangun PLT angin dengan turbin ukuran sedang hingga besar. Hal ini dikarenakan PLTB dapat beroperasi menghasilkan listrik lebih lama dan banyak.
4. Di tinjau dari potensi dayanya, dengan kecepatan angin rata-rata 6.1 m/s, memiliki daya angin sebesar 3025 watt dan daya yang terserap oleh turbin sebesar 1785 watt.

REFERENSI

- [1] Blueprint Pengelolaan Energi Nasional. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (DESDM) pada tahun 2005.
- [2] Widiyanto P, Arif M, Prawidyasari D, Faraby H, Hardianto T. Potensi Tenaga Angin dengan metode weibull analisis di Pantai Watu Ulo Kabupaten Jember. Siniregi 3. Jember
- [3] Hatahet, Ziad. 2012. Wind Data Analyzer.
- [4] Indrawa, Mustaqim. 2009. Analisis Dan Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Daerah Tepi Pantai Watu Ulo. Jember.
- [5] Mathew, Sathyajith. Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics. Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2006. p. 155.
- [6] Paritosh, Bhattacharya. 2010. A Study On Weibull Distribution For Estimating The Parameters. CEM, Kolaghat, Midnapore, India.
- [7] R.M. Patel, Wind and Solar Power System, CRC Press, New York, 1999.

