

Analisis Potensi Tenaga Angin Dengan Menggunakan Metode Distribusi *Weibull* Dan *Rayleigh* di Kawasan Aceh Barat Selatan

Muhammad Anhar¹, Suriadi², Ramdhan Halid Siregar³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf, No. 7, Banda Aceh, 23111, Indonesia

¹mhd.anhar@mhs.unsyiah.ac.id

²suriadimali@unsyiah.ac.id

³ramdhan@unsyiah.ac.id

Abstrak— Setiap tahun penggunaan energi listrik terus mengalami peningkatan, sehingga persediaan energi listrik menjadi tidak seimbang. Salah satu cara mengatasinya yaitu dengan memanfaatkan angin sebagai sumber energi pembangkit listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi angin di Aceh Barat Selatan menggunakan distribusi *Weibull* dan *Rayleigh*. Setelah dilakukan analisa potensi angin dalam setahun dengan ketinggian 10 m di tiga lokasi yang berbeda pada tahun 2020, lokasi yang paling berpotensi energi anginnya yaitu terletak pada lokasi Tapaktuan dengan \bar{v} sebesar 1.71 m/s, pada distribusi *Weibull* memiliki nilai k sebesar 1,759 dan c sebesar 1,916 serta didapatkan nilai WPD yaitu 6,679 W/m² dan WED yaitu 58,667 kWh/m², sedangkan pada distribusi *Rayleigh* memiliki nilai c sebesar 1.407 serta didapatkan nilai WPD yaitu 5,855 W/m² dan WED yaitu 51,436 kWh/m².

Kata Kunci—Potensi angin, *Weibull*, *Rayleigh*, parameter k , parameter c .

I. PENDAHULUAN

Pada zaman sekarang ini keperluan listrik terus bertambah dikarenakan manusia sangat membutuhkan energi listrik, hal tersebut disebabkan oleh meningkatnya jumlah penduduk dalam setiap tahun sehingga persediaan energi listrik di Indonesia ini menjadi tidak seimbang dikarenakan jumlah penduduk yang sangat padat. Manusia di zaman sekarang sangat membutuhkan energi listrik, dikarenakan zaman teknologi sekarang hampir semuanya menggunakan energi listrik, contohnya mesin cuci, laptop, televisi, dll. Oleh karena itu pemerintah harus menambahkan pembangkit listrik, agar penyediaan listrik tidak mengalami kekurangan lagi, untuk menghindari pemadaman listrik yang diakibatkan oleh kekurangannya penyediaan energi listrik. Kapasitas listrik yang terpasang pada tahun 2019 yaitu sebesar 69,7 GW sedangkan pada Juni tahun 2020 kapasitas listrik mencapai 71 GW, hal ini kapasitas listrik pada tahun 2020 telah meningkat sebanyak 1,3 GW dibandingkan pada tahun 2019

Renewable energy merupakan energi yang dapat dengan segera diregenerasi dengan proses alam. Renewable energy terdiri dari tenaga air, geothermal, matahari, angin, biogas, biomassa, dan gelombang laut. Energi angin merupakan

sumber renewable energy yang tumbuh sangat cepat, tidak hanya fleksibel, tetapi juga sering digunakan di bidang pertanian, perikanan, bahkan pembangkit listrik [1].

Untuk menilai ketersediaan energi angin di daerah Aceh Barat Selatan, akan membutuhkan proses waktu yang lama untuk mengukur data meteorologi untuk setiap lokasi turbin angin. Sedangkan perkiraan energi angin bisa dilakukan dengan menggunakan analisis statistik dari data yang tersedia disekitar lokasi yang sudah ditentukan. Dalam hal ini, bisa menggunakan fungsi distribusi probabilitas seperti fungsi distribusi *Weibull* dan fungsi distribusi *Rayleigh* [3]. Dengan menggunakan metode tersebut maka akan mempermudah saat menganalisa potensi angin disuatu daerah, sehingga tidak perlu mengujinya dengan alat lagi, bahkan dapat memprediksi potensi angin di tahun kedepan dengan beberapa data kecepatan angin tahun lalu, maupun 5 tahun yang lalu.

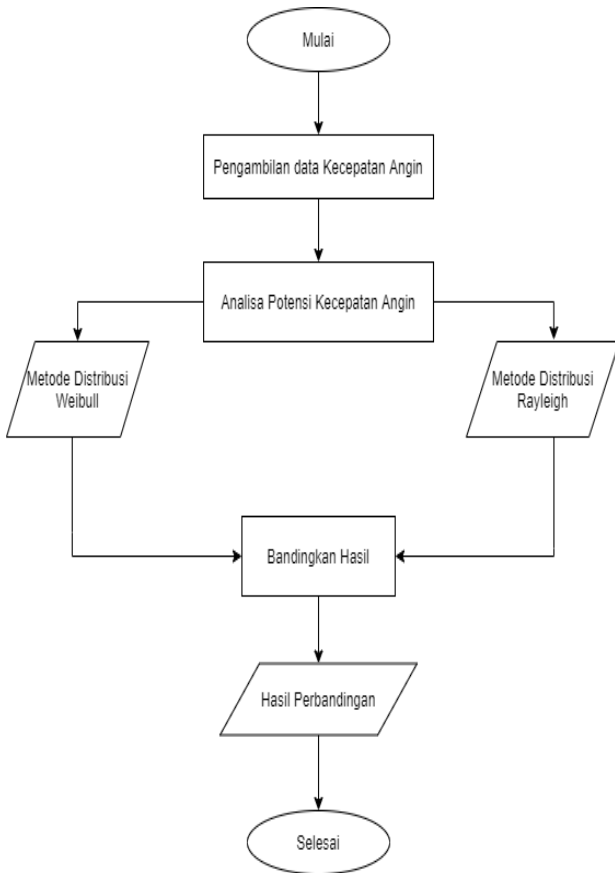
Oleh karena itu, mengingat saat ini banyak pembangkit listrik yang menggunakan energi tidak terbaharukan seperti memanfaatkan persediaan minyak bumi, batu bara, dll, yang menyebabkan persediaannya akan terus berkurang. Maka dari itu perlu energy alternatif salah satunya energy angin, dengan hal ini diperlukan analisa lebih dalam terkait potensi angin, agar mengetahui daerah mana saja memiliki potensi angin yang baik di kawasan Aceh Barat Selatan.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Lokasi Penelitian

Data kecepatan angin diunduh dari *website* www.ecmwf.int, diambil dari beberapa titik Aceh Barat Selatan, yaitu Calang, Meulaboh, dan Tapaktuan. Data yang diunduh berupa data setahun penuh dari tanggal 1 Januari 2020 – 31 Desember 2021. Secara geografis Calang terletak pada titik koordinat 4°38'01''N dan 95°34'54''E, Meulaboh terletak pada titik koordinat 4°08'39''N dan 96°07'40''E, dan Tapaktuan terletak pada titik koordinat 3°15'41''N dan 97°10'49''E. Selanjutnya Analisa data menggunakan persamaan matematis untuk menghitung kecepatan angin rata-rata dan standar deviasi bagi metode *Weibull*, kemudian

menghitung *Probability density function* dan *Cumulative Density Function* pada distribusi *Weibull* dan *Rayleigh*. Adapun tahapan-tahapan dalam melakukan proses penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir tahapan penelitian

B. Distribusi Weibull

Metode Weibull digunakan untuk menggambarkan kecepatan angin distribusi. *Probability density function* kecepatan angin (pdf) dapat dijelaskan sebagai persamaan 1 [13].

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \exp \left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k \right] \tag{1}$$

Dengan $f(v)$ merupakan probabilitas density function (pdf). Maka harus dicari terlebih dahulu nilai k dan nilai c , dimana nilai k merupakan parameter bentuk yang menggambarkan suatu keadaan angin [4] dan nilai c merupakan parameter skala yang dapat menyimpulkan angin pada suatu daerah tersebut layak atau tidak layak [5].

Untuk menghitung nilai rata-rata kecepatan angin (\bar{V}) digunakan persamaan 2 dimana \bar{V} merupakan nilai rata-rata kecepatan angin, dan M_i merupakan jumlah data kecepatan angin i , V_i adalah kecepatan angin i , dan n yaitu jumlah data kecepatan angina [4],[5].

$$\bar{V} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n M_i V_i \tag{2}$$

Untuk menghitung nilai k , maka dapat digunakan persamaan 3 [6]. Dari persamaan k terdapat standar deviasi yang didapatkan dengan menggunakan persamaan 4 [7]. Sedangkan untuk memperoleh nilai c , maka dapat digunakan persamaan 5 [5], [8].

$$k = \left(\frac{\sigma}{\bar{V}}\right)^{-1,086} \tag{3}$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=0}^n M_i V_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=0}^n M_i V_i\right)^2 \right] \tag{4}$$

$$c = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i^k\right)^{1/k} \tag{5}$$

Besar kecilnya kecepatan angin disebabkan oleh nilai k . Semakin besar nilai k , maka semakin lama periode kecepatan anginnya, sedangkan semakin kecil nilai k maka semakin pendek periode kecepatan anginnya. Dan nilai c menyebabkan nilai kecepatan angin minimal dan maksimal, semakin kecil nilai c , semakin rendah kecepatan angin yang ditunjukkan oleh kurva, dan semakin besar nilai c , semakin tinggi kecepatan angin yang ditampilkan oleh kurva.

Untuk menghitung fungsi distribusi kumulatif (cdf) dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan 6 dimana $F(v)$ merupakan *Cumulative Density Function* Weibull, v merupakan kecepatan angin, dan c merupakan parameter skala (m/s) [10].

$$F(v) = 1 - \exp \left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k \right] \tag{6}$$

C. Distribusi Rayleigh

Metode Rayleigh juga dinyatakan cocok untuk menunjukkan kecepatan angin. Jika akurasi area metode Weibull dianggap buruk, maka dapat digunakan distribusi ini. Dengan menempatkan nilai $k = 2$ ke dalam fungsi distribusi probabilitas dari distribusi Weibull, maka distribusi kontinu didefinisikan sebagai distribusi Rayleigh dengan persamaan 7 dimana c adalah parameter skala pada $k = 2$ dan $f(v)$ adalah *Probability Density Function* Rayleigh. Sedangkan *Cumulative Density Function* ditentukan dengan menggunakan persamaan 8 [11]. Parameter skala Rayleigh C_r didapatkan dengan perkiraan kemungkinan maksimum seperti pada persamaan 9.

$$f(v) = \frac{2v}{c^2} \exp \left[-\left(\frac{v}{c}\right)^2 \right] \tag{7}$$

$$F(v) = 1 - \exp \left[-\left(\frac{v}{c}\right)^2 \right] \tag{8}$$

$$C_r = \frac{2V_m}{\sqrt{\pi}} \tag{9}$$

D. Wind Power Density dan Wind Energy Density

Power Density atau kepadatan tenaga angin adalah cara yang dimanfaatkan untuk menguji sumber daya angin yang tersedia di lokasi tersebut. Kepadatan tenaga angin diukur dalam satuan watt per meter persegi (W/m²), hal ini dapat menunjukkan berapa banyak energy yang tersedia di lokasi yang ingin ditujukan untuk dikonversikan oleh turbin angin. Persamaan rumus Power Density Weibull dapat ditulis sebagai persamaan 10 [9][12]. Sedangkan WPD_{ry} menggunakan persamaan 11.

$$WPD_{wb} = \frac{1}{2} \rho c^3 \Gamma \left(1 + \frac{3}{k} \right) \quad (10)$$

$$WPD_{ry} = \frac{6}{\pi} \left(\frac{1}{2} \rho V^3 \right) \quad (11)$$

Setelah perhitungan WPD distribusi Weibull dan Rayleigh dihitung, maka dapat digunakan perhitungan untuk memperkirakan kepadatan energi angin atau Wind Energy Density (WED) dengan persamaan 12 dan 13. Tabel I merupakan standar internasional klasifikasi turbin berdasarkan ketinggian.

$$WED_{wb} = \frac{1}{2} \rho c^3 \Gamma \left(1 + \frac{3}{k} \right) T \quad (12)$$

$$WED_{ry} = \frac{6}{\pi} \left(\frac{1}{2} \rho V^3 \right) T \quad (13)$$

TABLE I
STANDAR INTERNASIONAL KLASIFIKASI PEMBANGKIT TENAGA ANGIN [13]

Jenis Ketinggian	Ketinggian 10 m		Ketinggian 30 m		Ketinggian 50 m	
	m/s	W/m ²	m/s	W/m ²	m/s	W/m ²
Rendah	0-4,4	0-100	0-5,1	0-160	0-5,4	0-200
Menengah	4,4-5,1	100-150	5,1-5,9	160-240	5,4-6,2	200-300
	5,1-5,6	150-200	5,9-6,5	240-320	6,2-6,9	300-400
Baik	5,6-6,0	200-250	6,5-7	320-400	6,9-7,4	400-500
	6,0-6,4	250-300	7-7,4	400-480	7,4-7,8	500-600
Sangat baik	6,4-7,0	300-400	7,4-8,2	480-640	7,8-8,6	600-800
	>7,0	>400	8,2-11	640-1600	>8,6	>800

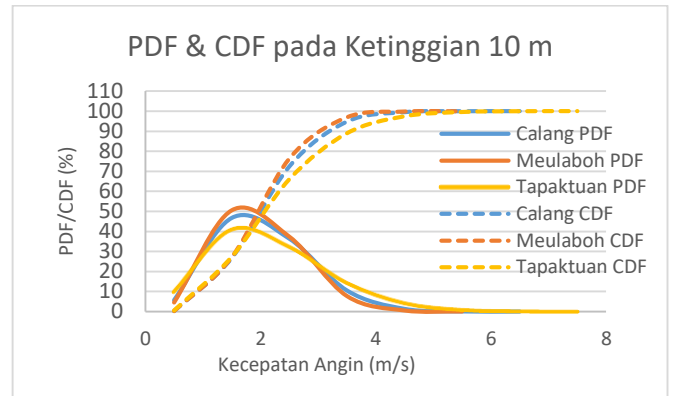
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Parameter Weibull

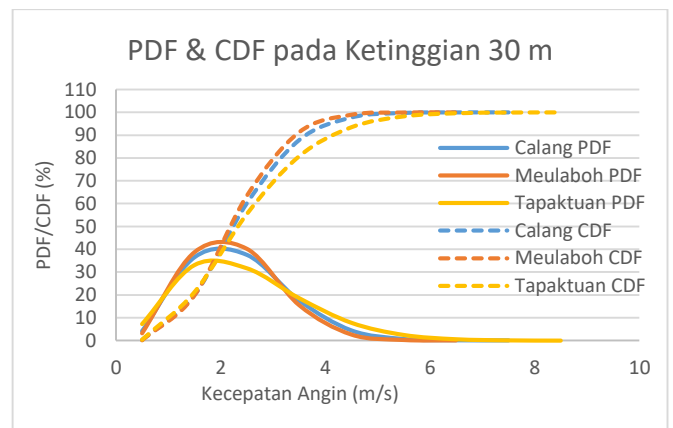
Setelah didapatkan hasil dari kecepatan angin rata-rata disetiap daerah, kemudian dilakukan perhitungan setiap parameter Weibull. Pada saat ketinggian 10m, di Calang didapatkan nilai kecepatan rata-rata angin sebesar 1.578, k = 2.048, c = 1.768, di Meulaboh didapatkan kecepatan rata-ratanya sebesar 1.511, k = 2.188, c = 1.692, sedangkan

Tapaktuan didapatkan kecepatan angin rata-rata yaitu 1.710, k = 1.759, c = 2.950. Pada saat ketinggian 30m, di Calang diperoleh nilai c = 2.084, Meulaboh didapatkan nilai c = 1.995, sedangkan Tapaktuan diperoleh nilai c = 2.259. Pada saat ketinggian 50m, di Calang diperoleh c = 2,250, Meulaboh didapatkan c = 2,154, dan di Tapaktuan c = 2,439.

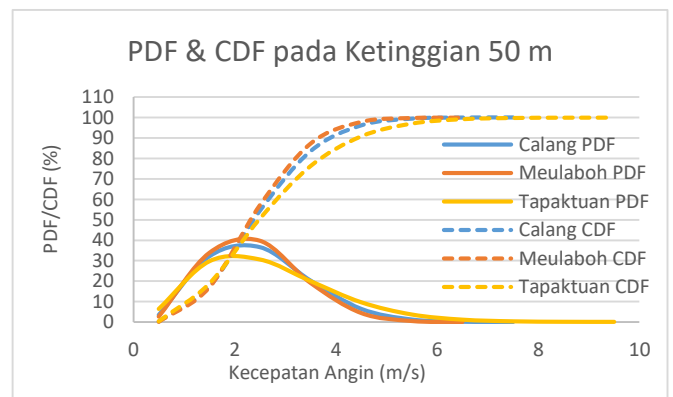
Selanjutnya diperoleh hasil PDF dan CDF Weibull pada setiap daerah sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik PDF & CDF Weibull pada Ketinggian 10 m



Gambar 3. Grafik PDF & CDF Weibull pada Ketinggian 30 m



Gambar 4. Grafik PDF & CDF Weibull pada Ketinggian 50 m

Berdasarkan dari gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa titik puncak PDF tertinggi pada ketinggian 10m, 30m, dan

50m terdapat pada lokasi Meulaboh yaitu masing-masing memiliki nilai PDF *Weibull* berturut-turut sebesar 50.446%, 40.254%, dan 39.753%. Sedangkan titik puncak terendah pada ketinggian 10m, 30m, dan 50m terdapat pada lokasi Tapaktuan yaitu masing-masing memiliki nilai PDF *Weibull* berturut-turut sebesar 40.765%, 33.053% dan 30.646%.

Selanjutnya, peluang kecepatan angin pada ketinggian 10m yang berpotensi untuk dijadikan sumber energi pembangkit listrik di masing-masing lokasi, yaitu dilokasi Calang pada kecepatan angin 2,5 m/s – 3,5 m/s sebesar 46.89%, di Meulaboh pada kecepatan angin 2,5 m/s – 3,5 m/s sebesar 45,02%, dan di Tapaktuan pada kecepatan angin 2,5 m/s – 4,5 m/s sebesar 50,71%. Peluang kecepatan angin pada ketinggian 30 m yang berpotensi. untuk dijadikan sumber energi pembangkit listrik di masing-masing lokasi, yaitu dilokasi Calang pada kecepatan angin 2,5 m/s – 4,5 m/s sebesar 59,33%, di Meulaboh pada kecepatan angin 2,5 m/s – 4,5 m/s sebesar 58,32%, dan di Tapaktuan pada kecepatan angin 2,5 m/s – 5,5 m/s sebesar 60,58%.

Sedangkan peluang kecepatan angin pada ketinggian 50 m yang berpotensi. untuk dijadikan sumber energi pembangkit listrik di masing-masing lokasi, yaitu dilokasi Calang pada kecepatan angin 2,5 m/s – 4,5 m/s sebesar 63.42%, di Meulaboh pada kecepatan angin 2,5 m/s – 4,5 m/s sebesar 63,27%, dan di Tapaktuan pada kecepatan angin 2,5 m/s – 6,5 m/s sebesar 65.01%.

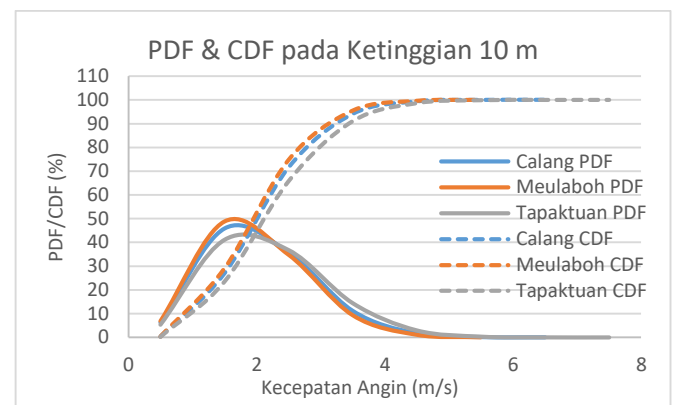
B. Perhitungan Parameter Rayleigh

Setelah didapatkan hasil dari kecepatan angin rata-rata disetiap daerah, nilai parameter k pada Rayleigh diasumsikan menjadi 2, kemudian dilakukan perhitungan setiap parameter Rayleigh. Sehingga didapatkan parameter skala (c) di setiap daerah. Didapatkan nilai parameter c disetiap lokasi dengan ketinggian 10m, 30m, dan 50m. Di lokasi Calang saat ketinggian 10m, 30m, dan 50m memiliki nilai parameter C_r berturut-turut sebesar 1.78, 1.86, dan 2.27, di lokasi Meulaboh saat ketinggian 10m, 30m, dan 50m memiliki nilai parameter C_r berturut-turut sebesar 1.71, 2.01, dan 2.17, sedangkan di lokasi Tapaktuan saat ketinggian 10m, 30m, dan 50m memiliki nilai parameter C_r berturut-turut sebesar 1,93, 2,28, dan 2,46. Sehingga dapat dilihat lokasi yang memiliki nilai C_r yang paling besar yaitu terdapat dilokasi Tapaktuan disetiap ketinggian yang berbeda. Selanjutnya diperoleh hasil PDF dan CDF *Rayleigh* pada setiap daerah seperti gambar 5, 6, dan 7.

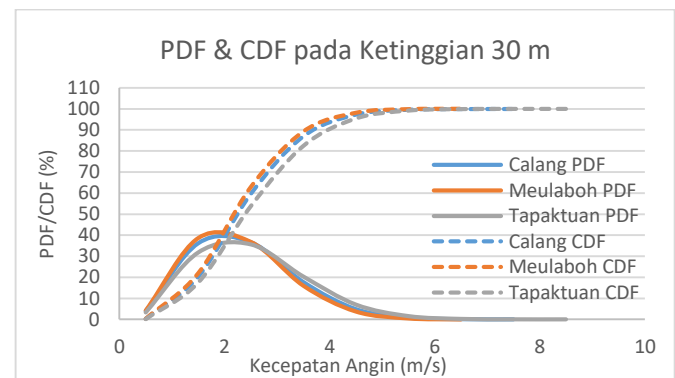
Berdasarkan dari gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa titik puncak PDF tertinggi pada ketinggian 10m, 30m, dan 50m terdapat pada lokasi Meulaboh yaitu masing-masing memiliki nilai PDF *Rayleigh* berturut-turut sebesar 48.758%, 38.626%, dan 36.322%. Sedangkan titik puncak terendah pada ketinggian 10m, 30m, dan 50m terdapat pada lokasi Tapaktuan yaitu masing-masing memiliki nilai PDF *Weibull* berturut-turut sebesar 41.039%, 35.673% dan 34.153%.

Selanjutnya, peluang kecepatan angin pada ketinggian 10m yang berpotensi. untuk dijadikan sumber energi pembangkit listrik di masing-masing lokasi, yaitu dilokasi Calang pada

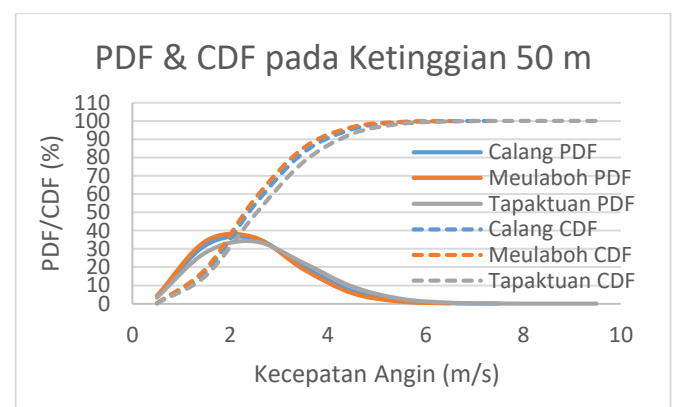
kecepatan angin 2,5 m/s – 4,5 m/s sebesar 45.53%, di Meulaboh pada kecepatan angin 2,5 m/s – 4,5 m/s sebesar 45,23%, dan di Tapaktuan pada kecepatan angin 2,5 m/s – 4,5 m/s sebesar 54.01%. Peluang kecepatan angin pada ketinggian 30 m yang berpotensi. untuk dijadikan sumber energi pembangkit listrik di masing-masing lokasi, yaitu dilokasi Calang pada kecepatan angin 2,5 m/s – 4,5 m/s sebesar 59.13%, di Meulaboh pada kecepatan angin 2,5 m/s – 4,5 m/s sebesar 56.59%, dan di Tapaktuan pada kecepatan angin 2,5 m/s – 5,5 m/s sebesar 64.64%.



Gambar 5. Grafik PDF & CDF Rayleigh pada Ketinggian 10 m



Gambar 6. Grafik PDF & CDF Rayleigh pada Ketinggian 30 m

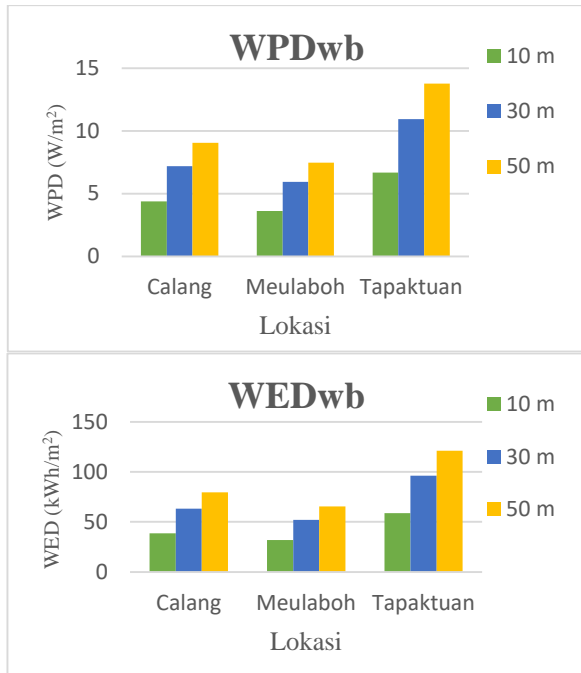


Gambar 7. Grafik PDF & CDF Rayleigh pada Ketinggian 50 m

Sedangkan peluang kecepatan angin pada ketinggian 50 m yang berpotensi untuk dijadikan sumber energi pembangkit listrik di masing-masing lokasi, yaitu di lokasi Calang pada kecepatan angin 2,5 m/s – 4,5 m/s sebesar 62,93%, di Meulaboh pada kecepatan angin 2,5 m/s – 4,5 m/s sebesar 60,87%, dan di Tapaktuan pada kecepatan angin 2,5 m/s – 5,5 m/s sebesar 68.54%.

C. Hasil WPD dan WED distribusi Weibull dan Rayleigh

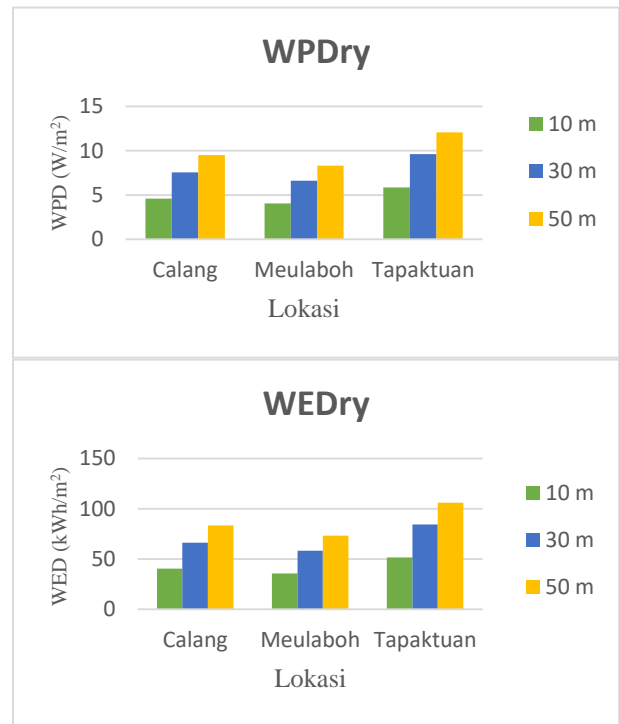
Setelah hasil perhitungan WPD dan WED pada setiap ketinggian didapatkan, maka hasil grafik perbandingan WPD dan WED Weibull pada masing – masing lokasi dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Perbandingan WPD dan WED Weibull di masing-masing lokasi

Berdasarkan dari gambar 14 dapat dilihat bahwa lokasi yang memiliki WPD terbesar pada ketinggian 10 m terdapat di Tapaktuan yaitu sebesar 6.7 W/m², sedangkan lokasi yang terkecil yaitu terletak di Meulaboh dengan nilai sebesar 3.6 W/m². Pada saat ketinggian 30 m nilai WPD tertinggi terletak di Tapaktuan yaitu sebesar 10.9 W/m², sedangkan lokasi yang terendah yaitu terletak di Meulaboh dengan nilai sebesar 5.9 W/m². Dan Pada saat ketinggian 50 m nilai WPD tertinggi terletak di Tapaktuan juga yaitu sebesar 13.9 W/m², sedangkan lokasi yang terendah yaitu terletak di Meulaboh dengan nilai sebesar 7.4 W/m². Dan dapat dilihat juga bahwa nilai WED tertinggi pada ketinggian 10 m yaitu di Tapaktuan sebesar 58.7 kWh/m², sedangkan yang terendah terletak di Meulaboh yaitu sebesar 31.8 kWh/m². Pada ketinggian 30 m nilai WED tertinggi terdapat di Tapaktuan yaitu sebesar 96.2 kWh/m², sedangkan yang terendah terletak di Meulaboh dengan nilai 52.1 kWh/m². Dan di ketinggian 50 m WED tertinggi terdapat di Tapaktuan dengan nilai 121.0 kWh/m², sedangkan yang terendah terdapat di Meulaboh dengan nilai

65.6 kWh/m². Sedangkan hasil grafik WPD dan WED Rayleigh dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 Perbandingan WPD dan WED Rayleigh di masing-masing lokasi

Berdasarkan dari gambar 15 dapat dilihat bahwa lokasi yang memiliki WPD terbesar pada ketinggian 10 m terdapat di Tapaktuan yaitu sebesar 5.9 W/m², sedangkan lokasi yang terkecil yaitu terletak di Meulaboh dengan nilai sebesar 4.0 W/m². Pada saat ketinggian 30 m nilai WPD tertinggi terletak di Tapaktuan yaitu sebesar 9.6 W/m², sedangkan lokasi yang terendah yaitu terletak di Meulaboh dengan nilai sebesar 6.6 W/m². Dan Pada saat ketinggian 50 m nilai WPD tertinggi terletak di Tapaktuan juga yaitu sebesar 12.1 W/m², sedangkan lokasi yang terendah yaitu terletak di Meulaboh dengan nilai sebesar 8.3 W/m². Dan dapat dilihat juga bahwa nilai WED tertinggi pada ketinggian 10 m yaitu di Tapaktuan sebesar 51.4 kWh/m², sedangkan yang terendah terletak di Meulaboh yaitu sebesar 35.5 kWh/m². Pada ketinggian 30 m nilai WED tertinggi terdapat di Tapaktuan yaitu sebesar 84.3 kWh/m², sedangkan yang terendah terletak di Meulaboh dengan nilai 58.1 kWh/m². Dan di ketinggian 50 m WED tertinggi terdapat di Tapaktuan dengan nilai 106.1 kWh/m², sedangkan yang terendah terdapat di Meulaboh dengan nilai 73.2 kWh/m².

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa, setelah diperoleh kecepatan angin rata-rata di daerah Calang, Meulaboh, dan Tapaktuan pada ketinggian masing-masing 10 m, 30 m, dan 50 m dari ketiga lokasi diatas masuk kedalam kategori kelas 1 yaitu rendah sesuai dengan Tabel 1. Dimana pada ketinggian 50 m,

kecepatan angin tertinggi terletak di Tapaktuan yaitu sebesar 2,177 m/s.

Berdasarkan dari lokasi Meulaboh dan Calang berpotensi untuk didirikan PLTB, akan tetapi kecepatan anginnya rendah yaitu masing-masing pada ketinggian 50 m sebesar 1,923 m/s dan 2,009 m/s, sedangkan di Tapaktuan kecepatan anginnya tinggi yaitu sebesar 2,117 m/s, akan tetapi lokasi tersebut tidak berpotensi untuk didirikan PLTB dikarenakan nilai $k < 2$.

Untuk penelitian lebih lanjut yaitu dapat dilakukan dengan pemilihan turbin yang tepat untuk digunakan pada lokasi tersebut. Penelitian ini hanya menggunakan pengukuran parameter kecepatan angin pada tahun 2020, untuk itu peneliti menyarankan dilakukan pengukuran parameter kecepatan angin pada tahun sebelumnya, sehingga didapatkan hasil perbandingan yang lebih maksimal untuk dibangunnya pembangkit listrik tenaga angin di lokasi tersebut.

REFERENSI

- [1] M. R. Fachri and Hendrayana, "Analisa Potensi Energi Angin Dengan Distribusi Weibull Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Banda Aceh," vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2017
- [2] S. E. Reza and P. Zaman, "A study on Data Accuracy by Comparing Between Forecast the Wind Energy Potential for Several," pp. 1–5, 2015.
- [3] M. Mohsin and K. V. S. Rao, "Estimation of Weibull Distribution Parameters and Estimation of Weibull Distribution Parameters and Wind Power Density for Wind Farm Site at Akal Wind Power Density for Wind Farm Site at Akal at at Jaisalmer Jaisalmer in in Rajasthan Rajasthan," 2018 3rd Int. Innov. Appl. Comput. Intell. Power, Energy Control. with their Impact Humanit., no. 3, pp. 1–6, 2018.
- [4] W. Widiyanto, "Analisis Probabilitas Kecepatan Angin untuk Pesisir Cilacap dengan Menerapkan Distribusi Weibull dan Rayleigh," *Din. Rekayasa*, vol. 9, no. 1, pp. 9–16, 2013, doi: 10.20884/1.dr.2013.9.1.96.
- [5] T. R. Ayodele and J. T. Agee, "Statistical analysis of wind speed and wind power potential of Port Elizabeth using Weibull parameters," vol. 23, no. 2, pp. 30–38, 2012.
- [6] L. Yuehua, J. Yingni, and G. Qingge, "Analysis of Wind Energy Potential Using the Weibull Model at Zhurihe," pp. 98–101, 2011.
- [7] R. Yendra, M. Marizal, W. I. Sawitri, and A. P. Desvina, "Distribusi Weibull Vs Distribusi Rayleigh Pada Pemodelan Kecepatan Angin," pp. 639–642, 2018.
- [8] "Calculate and Compare Five of Weibull Distribution Parameters to Estimate Wind Power in Iraq," *8 th Int. Renew. Energy Congr. (IREC 2017)*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2017.
- [9] Mehr Gul, Nengling Tai, Wentao Huang, "Assessment of Wind Power Potential and Economic Analysis at Hyderabad in Pakistan: Powering to Local Communities Using Wind Power " *Sustainability*, 2019.
- [10] A. K. Nayak and K. B. Mohanty, "Adequacy Assessment of Wind Energy Conversion System through Simulating Wind Speed using Weibull Distribution," vol. 1, no. 1, pp. 102–105, 2017
- [11] S. Mathew, *Wind Energy Fundamentals, Resource Analysis and Economics*. 2006.
- [12] I. made Mara, F. Aryanto, and M. Nuarsa, "Pengaruh Kecepatan Angin Dan Variasi Jumlah Sudu Terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Poros Horizontal," *Din. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, p. 3, 2013.
- [13] Mazhar H. Baloch^{1,2,4}, Safdar A. Abro³, Ghulam Sarwar Kaloi¹, Nayyar H. Mirjat⁴, Sohaib Tahir¹, M. Haroon Nadeem¹, Mehr Gul^{1,5}, Zubair A. Memon⁴ and Mahendar Kumar⁴, "A Research on Electricity Generation From Wind Corridors of Pakistan (Two Province): A Technical Proposal For Remote Zones", *Sustainability*, 2017