

Potential Analysis of Wind Energy as a Hybrid Power Plant in Aceh Besar

Ahmad Syuhada*, Ratna Sary

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

*corresponding author: ahmadsyuhada@unsyiah.ac.id

Abstract. Aceh Besar is an area consisting mostly of coastal and hilly areas. This has the potential to develop wind power plants. The development of this plant will later be combined (hybrid) with other energi is expected to help supply electricity from PLN as the main provider of electrical energi in Indonesia. One area of Aceh Besar that has considerable wind potential is Saree, by comparing data at three points namely Blang Bintang, Gampong Durung and Alue Naga Aceh Besar areas. The results of the data potential of wind energi as a power plant in the Saree area obtained wind speed in 2014 amounted to 4.53 m / s producing electrical power of 315,244 Watt / m², while in 2015 amounted to 4.00 m / s of electric power amounting to 217,036 Watt / m², and in 2016 amounted to 4.71 m / s by generating electrical power of 354,336 Watt / m² and the comparison in the Blang Bintang area with wind speeds of 3.3 m / s produced power of 121.869 Watt / m². In other areas, Durung Village with a wind speed of 3.4 m / s produces 133.287 Watt / m² and in the Alue Naga Village with a wind speed of 4.2 m / s with a power of 251.274 Watt / m².

Keywords: Hybrid Energi, Wind, Wind Speed, Power

Abstrak. Aceh Besar adalah wilayah yang sebagian besar terdiri dari wilayah pesisir dan perbukitan. Ini berpotensi dalam mengembangkan pembangkit tenaga listrik bertenaga angin. Pengembangan pembangkit ini nantinya dikombinasikan (hybrid) dengan energi lain diharapkan dapat membantu penyediaan supply energi listrik dari PLN sebagai penyedia utama energi listrik di Indonesia. Salah satu daerah Aceh Besar yang mempunyai potensi angin cukup besar adalah Saree, dengan membandingkan data ditiga titik yaitu daerah Blang Bintang, Gampong Durung dan Alue Naga Aceh Besar. Hasil data potensi energi angin sebagai pembangkit listrik di daerah Saree diperoleh kecepatan angin di tahun 2014 sebesar 4.53 m/s menghasilkan daya listrik sebesar 315.244 Watt/m², sedangkan tahun 2015 sebesar 4,00 m/s daya listrik sebesar 217.036 Watt/m², dan di tahun 2016 sebesar 4.71 m/s dengan menghasilkan daya listrik sebesar 354.336 Watt/m² dan perbandingannya di daerah Blang Bintang dengan kecepatan angin sebesar 3,3 m/s menghasilkan daya 121,869 Watt/m². Didaerah lain, Gampong Durung dengan kecepatan angin sebesar 3,4 m/s menghasilkan daya 133,287 Watt/m² dan di Gampong Alue Naga dengan kecepatan angin sebesar 4,2 m/s dengan menghasilkan daya 251,247 Watt/m².

Kata Kunci: Energi Hibrid, Angin, Kecepatan Angin, Daya

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Teknologi turbin angin menawarkan sumber energi pembaruan alternatif yang hemat biaya. Turbin angin mampu menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang lebih besar tanpa efek rumah kaca dibandingkan dengan skema pembangkit energi lainnya termasuk sel surya, gelombang pasang surut, biofuel, *hidrogen*, biodiesel, dan teknologi biomassa.

Turbin angin datang dalam berbagai ukuran dan jenis, tergantung pada kapasitas pembangkit listrik dan desain rotor yang digunakan. Turbin angin

kecil dengan kapasitas keluaran di bawah 10 (kW) digunakan terutama untuk perumahan, antenna telekomunikasi, dan aplikasi pompa air irigasi. Sistem prototype turbin angin 5 KW dapat dibangun dengan harga \$200, menggunakan alat yang tidak mahal.

Di Indonesia sendiri, proyek pembangunan PLTB (Pembangkit Listrik TenagaBayu/Angin) mulai dikerjakan pada Agustus 2015 dengan daya terpasang 75 MW. Sesuai dengan peraturan pemerintah no. 79/2014 tentang kebijakan energi nasional, energi terbarukan ditargetkan mencapai

23% pada tahun 2025. Namun saat ini masih mencapai 7-8%. Target 23% itu ditetapkan setelah Indonesia menyampaikan komitmennya dalam kesepakatan Paris (Paris Agreement) untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 29% pada 2030 [1].

Telah dilakukan kajian potensi energi angin untuk menggerakkan pompa. Dengan potensi energi angin di daerah Sare, Aceh Besar oleh Meliagrina pada tahun 2012-2013 yang diperoleh kecepatan angin rata – rata 6,41 m/s, menghasilkan daya angin 893,96 Watt, daya turbin angin dengan diameter rotor 3 m, daya pompa yang direncanakan 650 Watt, dengan head statik pompa 20 m [2].

2. Metode Penelitian

Energi matahari menggerakkan angin, yang kemudian menghilang karena turbulensi dan gesekan di permukaan bumi. Atmosfer bumi dapat dianggap sebagai saluran raksasa, dan jika energi dikeluarkan di satu lokasi, itu tidak tersedia di tempat lain. Oleh karena itu, penting untuk membedakan antara energi kinetik dalam angin dan laju dan batas ekstraksi energi itu, kekuatan dalam angin, dan daya maksimum yang dapat diekstraksi.

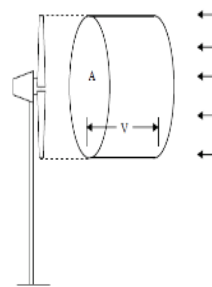
Angin lokal disebabkan oleh perbedaan tekanan lokal dan dipengaruhi oleh topografi, gesekan permukaan karena gunung, lembah, dan lain-lain. Variasi dalam sehari (24 jam) disebabkan oleh perbedaan suhu antara siang dan malam. Perbedaan suhu antara daratan dan laut juga menyebabkan angin.

Kontribusi daya pembangkit listrik tenaga angin setiap saat tidak tetap, mengingat tenaga angin atau angin sangat bergantung dari kondisi alam. Angin mempunyai tenaga yang sama besarnya dengan energi kinetik dari aliran angin tersebut, yaitu [3]

$$P_{tot} = m \cdot KE_i = m \cdot \frac{V_i^2}{2 \cdot gc} \quad (\text{Watt}) \quad (1)$$

Dengan :

- P_{tot} = daya total angin (Watt)
- m = aliran massa angin kg/det
- V_i = kecepatan angin masuk m/det
- gc = faktor konversi = 1 kg.m/N.det



Gambar 1. Suatu bidang udara bergerak ke arah turbin angin [4]

Untuk daya angin sebanding dengan kerapatan udara, dan kecepatan angin pangkat tiga yang alirannya tidak mengalami gangguan, seperti diungkapkan dengan persamaan berikut [5]:

$$P_w = \frac{1}{2} A \cdot \rho V^3 \quad (\text{Watt/m}^2) \quad (2)$$

Di mana:

- P_w = Daya dalam angin (Watt/m²)
- A = Luas area sapuan rotor (m²)
- ρ = Densitas udara (1,225 kg/m³)
- V = Kecepatan angin (m/s)

Energi kinetik dari sebuah benda yang bergerak sebanding dengan massanya. Dengan demikian, energi kinetik dari angin tergantung pada kepadatan udara. Pada tekanan atmosfer normal dan temperatur 15°C kerapatan udara adalah 1,255kg/m³ meskipun nilai ini sedikit menurun dengan peningkatan kelembaban.

Koefisien daya dari turbin angin adalah pengukuran beberapa efisien turbin angin mengubah energi dalam angin menjadi listrik. Koefisien kekuatan pada kecepatan angin tertentu, adalah membagi listrik yang dihasilkan oleh energi total yang tersedia dalam angin pada kecepatan itu.

Daya angin maksimum yang dapat diekstrak oleh turbin angin dengan luas sapuan rotor A adalah:

$$P = \frac{16}{27} \rho A V^3 \quad (3)$$

$$P = \frac{16}{27} \rho A V^3 \eta \quad (4)$$

Di mana:

- η = Efisiensi aerodinamis (maksimal 45%)

Kecepatan angin akan meningkat dengan ketinggian karena gesekan pada permukaan bumi adalah besar. Laju peningkatan kecepatan angin yang sering digunakan untuk menggambarkan dampak dari kekasaran permukaan bumi pada kecepatan angin diberikan persamaan sebagai berikut [6]:

$$\left(\frac{v}{v_0}\right) = \left(\frac{H}{H_0}\right)^\alpha \quad (5)$$

Di mana:

v = kecepatan angin pada ketinggian H .

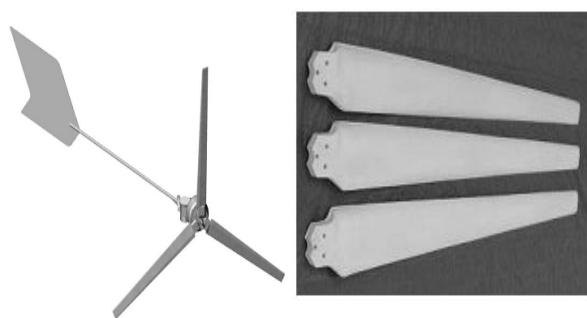
v_0 = kecepatan angin pada ketinggian nominal H_0 .

α = koefisien gesekan.

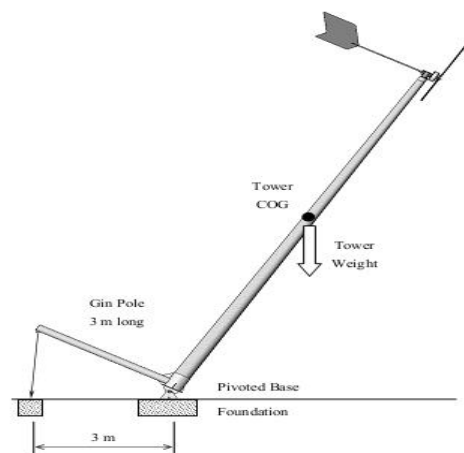
Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan di daerah Saree, Kecamatan Lembah Seulawah, Aceh Besar terletak pada koordinat $05^{\circ}26'133,47''U$ dan $95^{\circ}42'55,61''T$, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi NAD.

Data kecepatan angin diperoleh di BMKG Blang bintang dengan ketinggian 10 m, Kp. Durung Kecamatan Masjid raya dengan ketinggian 10 m dari permukaan tanah dan di Jl. Alue naga Kecamatan syiah kuala dengan ketinggian 10 m dari permukaan tanah selama 4 bulan yakni dari bulan agustus hingga bulan november tahun 2018. Hasil pengukuran tersebut akan dijadikan sebagai data pembandingan di daerah Saree, Kecamatan Lembah Seulawah, Aceh Besar. hasil akan dijadikan berupa data dan grafik besaran.



Gambar 3. Perencanaan Turbin Angin dengan 3 Bilah [7]



Gambar 4. Perencanaan Turbin Angin

Pengambilan data primer:

- Data pengukuran dari BMKG SMKP Saree dihasilkan dari tahun 2016-2018. Peralatan ukur yang akan digunakan adalah Cup Counter Anemometer. Ketinggian pengukuran untuk kecepatan angin 10 meter dari permukaan tanah (Jalan).
- Data pengukuran dari BMKG Blang Bintang dihasilkan di tahun 2018. Peralatan ukur yang akan digunakan adalah Wind Cup (Cup Anemometer). Ketinggian pengukuran untuk kecepatan angin 10 meter dari permukaan tanah (Jalan).
- Data pengukuran yang diambil dari ketinggian 10 m di Alue Naga dan Durung.

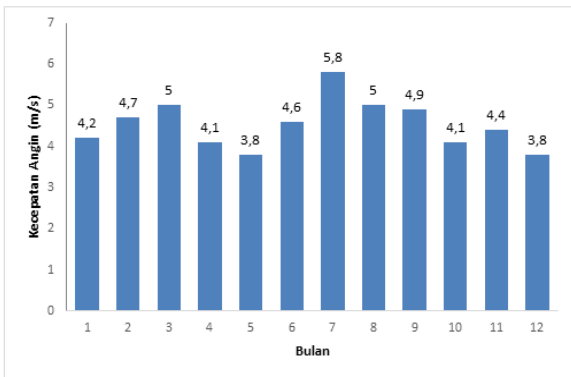
Data sekunder yang diambil dari penelitian sebelumnya yaitu Meliagrina kajian potensi energi angin sebagai penggerak pompa pengairan pertanian daerah Saree Aceh Besar. Kemudian menghitung potensi energi listrik di Aceh Besar.

Hasil dan Pembahasan

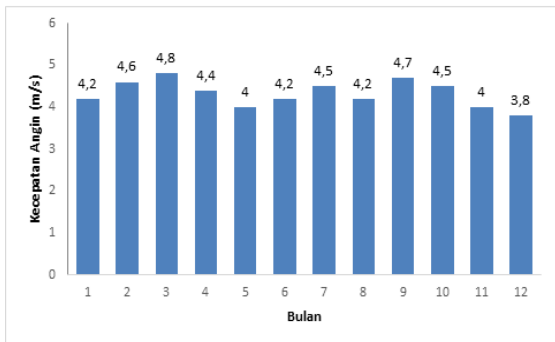
Hasil Perhitungan Potensi Angin

Pengukuran potensi angin pada BMKG SMKP Saree yang diukur pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah jalan Banda Aceh – Medan dengan kecepatan angin rata-rata 4.53 m/s pada tahun 2016. Dengan kecepatan angin tertinggi di tahun 2016 rata – rata didapat dalam setahun yaitu 5.8 m/s dan terendah rata-rata 3.8 m/s, sedangkan di tahun 2015 kecepatan angin rata-rata 4.00 m/s. Dengan kecepatan angin tertinggi di tahun 2017 rata-rata didapat dalam setahun yaitu 4.8 m/s dan terendah rata –rata 3.8 m/s, dan di tahun 2018 kecepatan angin rata-rata 4.71 m/s. Dengan kecepatan angin tertinggi di tahun 2018 rata – rata

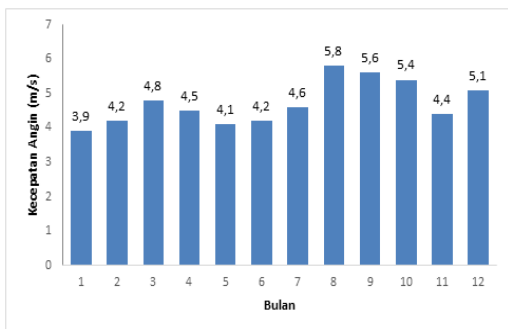
didapat dalam setahun yaitu 5.8 m/s dan terendah rata-rata 3.9 m/s.



Gambar 5. Grafik hasil analisa data pengukuran kecepatan angin pada tahun 2016 di Saree.



Gambar 6. Grafik hasil analisa data pengukuran kecepatan angin pada tahun 2017 di Saree.



Gambar 7. Grafik hasil analisa data pengukuran kecepatan angin pada tahun 2018 di Saree.

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.8 didapat nilai rata – rata di tahun 2014 kecepatan angin setahun 4.53 m/s, hasil kecepatan angin pada Gambar 5 kecepatan angin minimum terjadi pada bulan Desember sebesar 3.8 m/s untuk kecepatan Angin maksimum terjadi pada bulan Juli yaitu sebesar 5.8 m/s, Sedangkan nilai rata – rata di tahun 2015 kecepatan angin setahun 4.00 m/s, hasil kecepatan angin pada gambar 4.2 kecepatan angin minimum terjadi pada bulan

Desember sebesar 3.8 m/s dan untuk kecepatan Angin maksimum terjadi pada bulan Maret dan September yaitu sebesar 4.8 m/s, Dan nilai rata – rata di tahun 2018 kecepatan angin setahun 4.71 m/s, hasil kecepatan angin pada gambar 4.3 kecepatan angin minimum terjadi pada bulan Januari sebesar 3.9 m/s dan untuk kecepatan Angin maksimum terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar 5.8 m/s, maka dapat digunakan turbin angin yang mampu menghasilkan daya listrik 3 KW.

Kecepatan Angin Yang Berhembus Harian

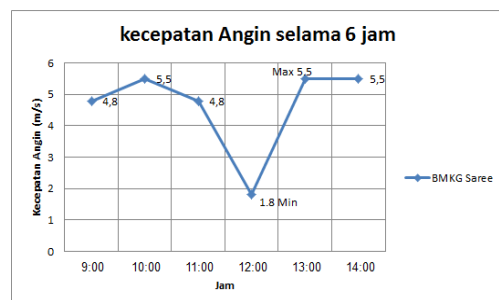
Kecepatan angin yang berhembus harian di daerah Saree kabupaten Leumbah Seulawah untuk data yang maksimum selama 4 jam dalam 1 hari.



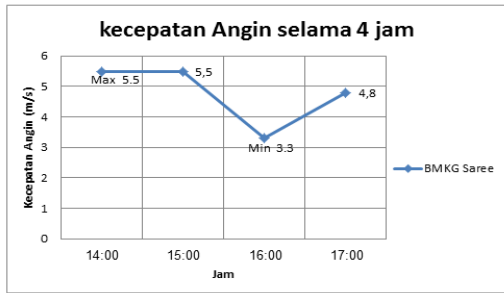
Gambar 8. Nilai kecepatan angin perhari selama 24 jam di daerah Sare kabupaten Leumbah Seulawah pada 1 Januari 2016.



Gambar 9. Nilai kecepatan angin perhari selama 12 jam di daerah Sare kabupaten Leumbah Seulawah pada 1 Januari 2016.

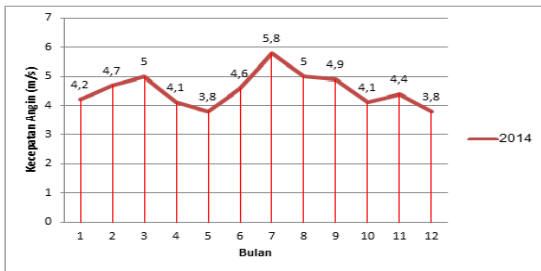


Gambar 10. Nilai kecepatan angin perhari selama 6 jam di daerah Sare kabupaten Leumbah Seulawah pada 1 Januari 2016.

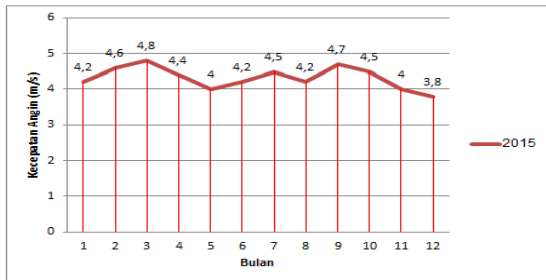


Gambar 11. Nilai kecepatan angin perhari selama 4 jam di daerah Sare kabupaten Leumbah Seulawah pada 1 Januari 2016.

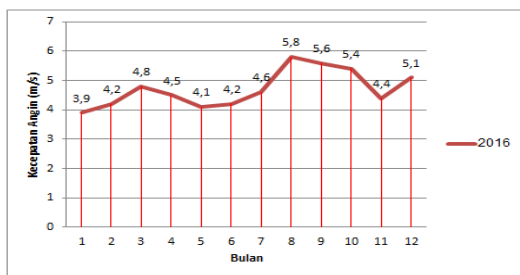
Berdasarkan Gambar 8, 9, 10 dan 11 didapatkan angin maksimum yang berhembusnya selama 4 jam dari jam 13:00 siang sampai jam 18:00 sore. Dengan itu nilai kecepatan rata-rata perhari selama 4 jam di mana rotor turbin sudah mulai berputar dan sudah menghasilkan daya.



Gambar 12. Nilai kecepatan angin perbulan di daerah Saree kabupaten Leumbah Seulawah pada tahun 2016.



Gambar 13. Nilai kecepatan angin perbulan di daerah Sare kabupaten Leumbah Seulawah pada tahun 2017.



Gambar 14. Nilai kecepatan angin perbulan di daerah Sare kabupaten Leumbah Seulawah pada tahun 2018

Data Perbandingan

Data kecepatan angin diperoleh di BMKG Blang bintang dengan ketinggian 10 m, Kp. Durung Kecamatan Masjid raya dengan ketinggian 10 m dari permukaan tanah dan Jl. Alue naga Kecamatan syiah kuala dengan ketinggian 10 m dari permukaan tanah selama 4 bulan yakni dari bulan agustus hingga bulan november tahun 2018. Hasil pengukuran tersebut akan dijadikan sebagai data perbandingan di daerah Saree, Kecamatan Lembah Seulawah, Aceh Besar. hasil akan dijadikan berupa data dan grafik besaran. kecepatan rata rata dapat dilihat pada tabel 4.1

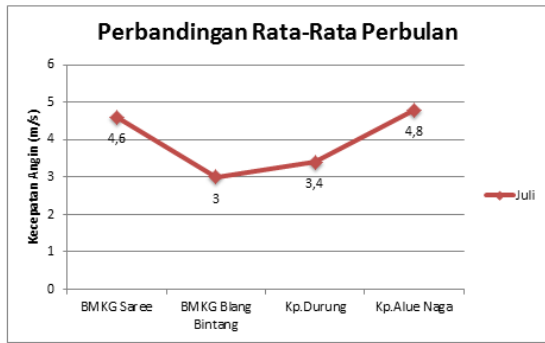
Tabel 1.Data Perbandingan Kecepatan Angin Tahun 2018

NO	BULAN	kecepatan angin BMKG PPN Saree H = 10 m	kecepatan angin BMKG Blang Bintang H = 10 m	Kecepatan angin Kp.Durung H= 10 m	Kecepatan angin Kp.Alue Naga H=10 m
1	Juli	4,6	3	3,4	4,8
2	Agustus	5,8	3,8	3,8	3,7
3	September	5,6	3,2	3,5	3,9
4	Oktober	5,4	3	3	4,2
	Rata-Rata	5,4	3,3	3,4	4,2
	Max	5,8	3,8	3,8	5
	Min	4,6	3	3	3,7

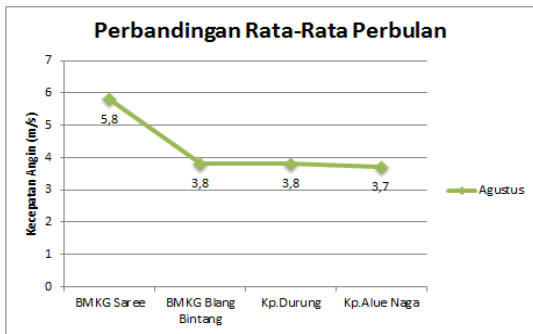
Tabel 1 menunjukkan bahwa data kecepatan angin melalui Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) PPN Saree di diperoleh kecepatan angin rata-rata adalah 5.4 m/s, Sedangkan melalui Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Blang Bintang di diperoleh data kecepatan angin rata-rata adalah 3.3 m/s, Sedangkan melalui Kp. Durung di diperoleh data kecepatan angin rata-rata adalah 3.4 m/s, Dan melalui Kp. Alue Naga di diperoleh data kecepatan angin rata-rata adalah 4.2 m/s serta hasil pengukuran kecepatan angin yang dilakukan selama 4 bulan di tahun 2018.

Perbandingan Nilai kecepatan angin di Empat Titik Pada Bulan Juli 2016 sampai dengan Oktober 2016.

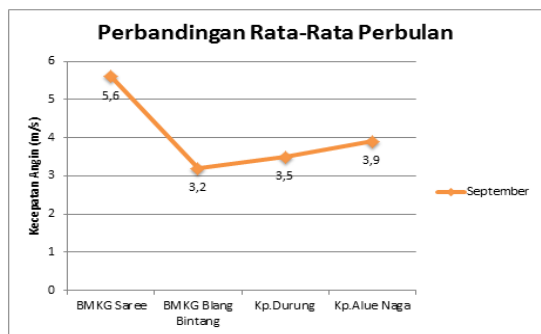
Perbandingan nilai rata-rata kecepatan angin pengukuran harian dilakukan dengan membandingkan empat titik pengambilan data meliputi pengukuran yang dilakukan di BMKG Saree, BMKG Blang bintang, Kp Durung, dan Kp. Alue Naga.



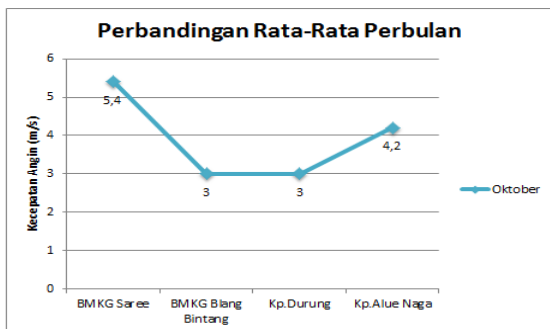
Gambar 15. Grafik perbandingan nilai kecepatan angin di empat titik pengambilan data bulan Juli 2018.



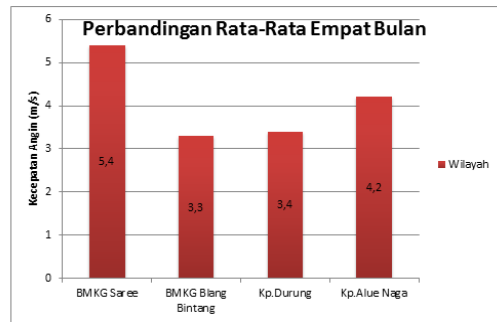
Gambar 16. Perbandingan nilai kecepatan angin di empat titik pengambilan data di bulan Agustus 2018.



Gambar 17. Perbandingan nilai kecepatan angin di empat titik pengambilan data di bulan September 2018.



Gambar 18. Perbandingan nilai kecepatan angin di empat titik pengambilan data di bulan Oktober 2018.



Gambar 19. Perbandingan nilai kecepatan angin rata-rata di empat bulan dan di empat titik pada tahun 2016.

Data pada Gambar 16, 17, 18, dan 19, menunjukkan bahwa data perbandingan dari empat titik di daerah saree dengan angin yang berhembus selama 4 jam sudah menghasilkan daya, sedangkan di daerah Blang Bintang angin yang berhembus selama 2 Jam sudah menghasilkan daya, sedangkan di daerah Kp. durung angin yang berhembus selama 3 jam sudah menghasilkan daya, dan di daerah Alue Naga angin yang berhembus selama 3 jam sudah menghasilkan daya.

Daya Angin

Berdasarkan literatur untuk efisiensi 45% adalah maksimum, maka diambil 30%-40% sebagai titik aman sehingga terlihatlah dari tabel tersebut bahwa Daya kincir angin rata – rata di tahun 2014 dalam setahun 331.286 Watt/m², di tahun 2015 dalam setahun yaitu 278.441 Watt/m², dan di tahun 2016 dalam setahun 373.515 Watt/m². Untuk mendapatkan daya kincir ini merupakan dari hasil perkalian antara daya angin dengan efisiensi kincir angin 40%.

Daya poros didapat dari perkalian daya kincir angin dengan efisiensi poros yaitu 80% (0,8) sehingga didapat untuk daya poros rata –rata di tahun 2014 dalam setahun sebesar 265.029 Watt dan listrik rata-rata dalam setahun sebesar 212.023 Watt, sedangkan di tahun 2015 dalam setahun sebesar 222.752 Watt dan listrik rata-rata dalam setahun sebesar 178.202 Watt, sedangkan di tahun 2016 dalam setahun sebesar 298.812 dan listrik rata-rata setahun sebesar 239.050 Watt. Dan untuk daya listrik didapat dari perkalian daya poros dengan efisiensi elektrik sebesar 80% maka dapat daya listrik rata-rata.

Dari data pengukuran didapatkan kecepatan angin rata-rata Menurut kadir, dengan persamaan 2.4 diatas, Energi yang dikeluarkan dari sistem kincir angin menjadi input pada PLN di tahun 2014 dengan kecepatan angin sebesar 4,53 m/s dengan

daya 315,244 Watt/m², sedangkan di tahun 2015 dengan kecepatan angin sebesar 4,00 m/s dengan daya 217,036 Watt/m², dan di tahun 2016 dengan kecepatan angin sebesar 4,71 m/s dengan daya 354,336 Watt/m². Hal ini bisa mencukupi listrik masyarakat.

Daya Perbandingan di Empat Titik

Daya poros didapat dari perkalian daya kincir angin dengan efisiensi poros yaitu 80% (0,8) sehingga didapat untuk daya poros rata-rata di tahun 2016 di empat titik dapat dilihat pada Tabel 2. Di BMKG saree dengan listrik rata-rata dalam empat bulan sebesar 339.523 Watt/m², sedangkan di BMKG Blang Bintang dengan listrik rata-rata dalam empat bulan sebesar 79.887 Watt/m², Sedangkan di Kp. Durung dengan listrik rata-rata dalam empat bulan sebesar 89.159 Watt/m². dan sedangkan di Kp. Alue Naga dengan listrik rata-rata dalam empat bulan sebesar 201.101 watt/m². Dan untuk daya listrik didapat dari perkalian daya poros dengan efisiensi elektrik sebesar 80% maka dapat daya listrik rata-rata.

Tabel 2. Menunjukkan Perhitungan Daya Poros dan Daya Listrik Turbin Angin di tahun 2016 di empat titik.

No	Bulan	Daya Listrik (input PLN)			
		BMKG PPN Saree	BMKG Blang Bintang	Kp.Durung	Kp.Alue Naga
1	Juli	211.720	59.185	85.303	240.024
2	Agustus	423.465	119.091	119.091	274.839
3	September	381.151	81.969	93.047	128.743
4	Oktober	341.755	59.185	59.196	160.798
	Rata-Rata	339.523	79.887	89.159	201.101

Energi yang dikeluarkan dari sistem kincir angin di empat titik menjadi input pada PLN. Di daerah Saree dengan kecepatan angin sebesar 5,4 m/s dengan daya sebesar 533,991 Watt/m², sedangkan di daerah Blang Bintang dengan kecepatan angin sebesar 3,3 m/s dengan daya sebesar 82,707 Watt/m², sedangkan di daerah Kp.Durung dengan kecepatan angin sebesar 3,4 m/s dengan daya 133,287 Watt/m², dan di daerah Kp.Alue Naga dengan kecepatan angin sebesar 4,2 m/s dengan daya sebesar 251,247 Watt/m².

Kesimpulan

Perbandingan pengukuran ini dilakukan dengan membandingkan di tiga titik pengambilan data selama empat bulan, adapun titik pengambilan data, BMKG Blang Bintang, Kp.Alue Naga, dan

Kp.Durung Hasil pengukuran tersebut akan dijadikan sebagai data pembanding di daerah Saree, Kecamatan Lembah Seulawah, Aceh Besar.

1. Di daerah Saree dengan kecepatan angin sebesar 5,3 m/s dengan menghasilkan daya 504,871 Watt/m².
2. Di daerah Blang Bintang dengan kecepatan angin sebesar 2,9 m/s dengan daya 82,707 Watt/m².
3. Di daerah Kp.Durung dengan kecepatan angin sebesar 2,6 m/s dengan menghasilkan daya 59,603 Watt/m².
4. di daerah Kp.Alue Naga dengan kecepatan angin sebesar 3,6 m/s dengan menghasilkan daya 158,219 Watt/m².

Daftar Pustaka

- [1] Informasi dari <https://www.bbc.com/indonesia/trensosial-44679456>. Diakses tanggal 20 Agustus 2019
- [2] Meliagrina, 2014, Kajian Potensi Energi Bayu Sebagai Penggerak Pompa Pengairan Pertanian Daerah Saree Aceh Besar
- [3] Kadir A. 1987. Energi Angin. Dalam: Energi. UI-Press. 243-257
- [4] Sathyajith Mathew, (2006). Wind Energi Fundamentals, Resource Analysis and Economics, Krips bv, Meppel Binding: Stürtz AG, Würzburg.
- [5] J. F. Manwell and J. G. McGowan, A. L. Rogers, (2009). WIND ENERGI EXPLAINED Theory Design and Application Second Edition. John Wiley & Sons Ltd
- [6] Y. Daryanto, (2007). Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu, Balai PPTAGG- UPT-LAGG Yogyakarta
- [7] Design of a small Wind Turbine, Dissertation Mr. Simon James Strong University of Southern Queensland Faculty of Engineering and Surveying, 2008