

Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Daerah Wangi-Wangi Wakatobi Sulawesi Tenggara dalam Mendukung Transisi Energi Terbarukan

Rizkal¹, Syahrul², Isramyano Yatjong³

^{1,2,3} Teknik Pertambangan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Indonesia

e-mail: rizkalputralorsam@gmail.com

Abstrak

Kecepatan angin yang cukup diperlukan untuk mengubah energi angin menjadi energi listrik, dan tugas turbin angin adalah menyerap energi kinetik angin dan mengubahnya menjadi energi mekanik yang dapat memutar generator. Penelitian ini menggunakan pendekatan statistik dan survei kualitatif untuk mengkaji potensi energi listrik yang dihasilkan oleh tenaga angin di Kabupaten Wakatobi. Berdasarkan data pengukuran, setiap pulau memiliki potensi energi listrik tahunan yang berbeda-beda: Kaledupa menghasilkan antara 2.615,36 dan 3.364,54 KWh, Tomia menghasilkan antara 3.433,82 dan 3.556,84 KWh, Binongko menghasilkan antara 3.532,30 dan 4.076,49 KWh, dan Pulau Wangi-Wangi menghasilkan antara 1.921,14 dan 2.379,81 KWh. Sekitar 24 hingga 33 keluarga di setiap pulau mungkin disuplai dengan listrik dari total energi listrik yang dihasilkan. Temuan ini menunjukkan bahwa pembangunan ladang angin di wilayah ini sangat menjanjikan dan dapat dilakukan dalam mendukung transisi energi terbarukan.

Kata kunci: Energi Angin, Energi Angin, Energi terbarukan, Wakatobi

PENDAHULUAN

Energi angin adalah salah satu dari banyak sumber energi alam yang memiliki potensi besar di Indonesia. Perbedaan suhu antara udara panas dan dingin menyebabkan perubahan tekanan udara di atmosfer, yang pada gilirannya menciptakan angin. Angin terbentuk ketika udara mengalir dari daerah dengan tekanan udara tinggi ke daerah dengan tekanan udara rendah. Secara global, energi angin adalah sumber energi yang melimpah, bersih, dan ramah lingkungan.

Pemanfaatan energi angin sangat penting, terutama di wilayah pesisir. Di tempat-tempat yang belum memiliki jaringan listrik PLN, energi angin dapat membantu memenuhi permintaan listrik. Selain itu, karena proses produksi listrik dari turbin angin tidak mengeluarkan emisi CO₂, penggunaan energi angin dapat membantu menurunkan emisi karbon secara drastis. Hal ini menjadikannya pilihan yang ramah lingkungan untuk membantu mengurangi dampak perubahan iklim.

Energi angin di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk membantu menyediakan energi bersih dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil jika digunakan secara maksimal.

Energi angin membutuhkan kecepatan angin yang relatif tinggi untuk menghasilkan energi listrik. Bilah turbin angin berputar sebagai respons terhadap kecepatan angin ini, yang menciptakan torsi, yang merupakan gerakan mekanis. Generator akan mengubah torsi ini menjadi energi listrik. Gradien barometer, atau perbedaan tekanan udara antara dua isobar pada jarak tertentu, biasanya sekitar 15 meridian atau 111 km, merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kecepatan angin itu sendiri (Sarathi dkk, 2015). Elemen ini memiliki dampak yang signifikan terhadap kecepatan angin dan, akibatnya, kapasitas turbin angin untuk menghasilkan listrik.

Salah satu jenis pembangkit listrik yang memanfaatkan energi angin sebagai sumber daya

terbarukan adalah pembangkit listrik tenaga angin (PLTA). Karena pengoperasiannya yang relatif mudah dan ramah lingkungan, energi angin semakin diminati sebagai sumber listrik. Energi ini merupakan pengganti sumber energi tradisional berbasis bahan bakar fosil yang hemat biaya dan ramah lingkungan.

Jumlah penduduk Indonesia yang sangat besar membuat pemenuhan kebutuhan energi yang terus meningkat menjadi sangat sulit. Indonesia rentan terhadap kemungkinan krisis energi karena permintaan energinya yang tinggi (Rumbayan dkk., 2018). Memenuhi permintaan listrik merupakan salah satu isu utama. Kebutuhan listrik masyarakat meningkat sekitar 5.000 MW setiap tahunnya, tetapi kapasitas PLN untuk memasok listrik hanya dapat meningkat sekitar 4.000 MW setiap tahunnya. Selain itu, maraknya penggunaan pembangkit listrik konvensional saat ini mengakibatkan pencemaran yang merugikan lingkungan (Komite Ekonomi dan Industri Nasional, 2019). Secara global, termasuk di Indonesia, permintaan energi meningkat seiring dengan ekspansi ekonomi, ekspansi populasi, dan meningkatnya pola konsumsi energi. Kebutuhan ini sebagian besar dipenuhi oleh bahan bakar fosil, yang secara historis telah menjadi sumber energi utama. Namun, pengembangan sumber energi alternatif semakin digalakkan seiring dengan implikasi lingkungan dan masalah keberlanjutan. Dalam upaya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan beralih ke sistem energi yang lebih ramah lingkungan, pemerintah juga secara agresif memberlakukan undang-undang untuk mendorong dan memungkinkan penggunaan berbagai sumber energi terbarukan, termasuk energi hidro, surya, panas bumi, biomassa, dan angin.

Bagian utama dari sistem pembangkit tenaga angin yang mengubah energi angin dari bentuk kinetik menjadi listrik adalah turbin angin. Pemanfaatan energi angin sebagai sumber daya alternatif yang ramah lingkungan sebagian besar dimungkinkan oleh turbin angin, sebuah penemuan teknis yang berkelanjutan. Untuk memutar generator, turbin angin pertama-tama harus menangkap energi angin dan mengubahnya menjadi energi mekanik.

Menara dan nacelle merupakan dua komponen utama turbin angin. Setiap komponen nacelle, yang diposisikan di menara, mendukung proses mengubah energi angin menjadi energi listrik dengan cara yang berbeda. Turbin angin menjadi semakin populer sebagai cara untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat karena peningkatan efisiensinya dalam memanfaatkan energi angin seiring dengan perkembangan teknologi. Turbin angin beroperasi berdasarkan prinsip yang sangat mendasar: angin yang mendorong bilah turbin diarahkan untuk memutar rotor generator di bagian belakang turbin. Energi listrik yang dihasilkan dengan metode ini sering disimpan dalam baterai sebelum digunakan. Dalam hal ini, turbin angin tetap menjadi pilihan utama untuk menggunakan energi terbarukan secara efisien.

Meskipun teknologi energi angin telah ada selama ribuan tahun, teknologi ini mengalami kemajuan pesat pada tahun 1930-an ketika turbin angin dikembangkan menggunakan konsep aerodinamika dan desain pesawat terbang. Namun, selama era industrialisasi, konsumsi energi angin telah menurun seiring dengan meningkatnya dominasi bahan bakar fosil. Namun pada awal tahun 1970-an, minat terhadap energi angin tumbuh lagi, terutama sebagai reaksi terhadap krisis energi dunia yang mengharuskan penggunaan sumber energi alternatif.

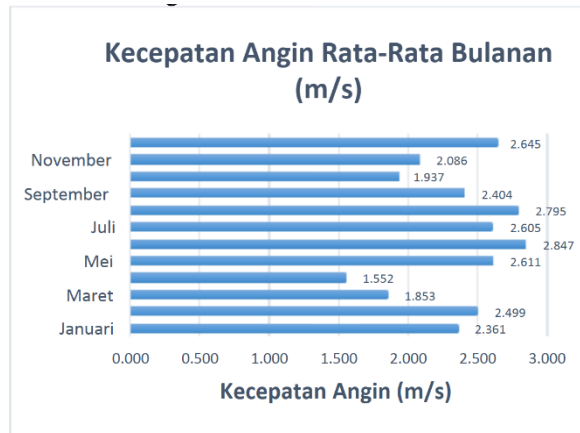
METODE PENELITIAN

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif dengan penggunaan statistik serta survei. Pemilihan sampel dilakukan secara sengaja dengan metode *purposive sampling*. Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup GPS, anemometer, stopwatch, perangkat lunak GIS, komputer, alat tulis, dan kamera. Proses pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik, antara lain survei, wawancara, observasi, dokumentasi, serta studi kepustakaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Empat pulau utama yang membentuk Kabupaten Wakatobi adalah Pulau Binongko, Pulau Tomia, Pulau Kaledupa, dan Pulau Wangi-Wangi. Pulau Wangi-Wangi yang terletak di Kabupaten Wakatobi, Provinsi Sulawesi Tenggara, menjadi objek penelitian ini. Pulau kecil di

dekat pantai disebut Pulau Wangi-Wangi. Sumber daya terbarukan, seperti energi angin, yang memiliki kecepatan relatif tinggi, umumnya dapat ditemukan di wilayah pesisir. Namun, diperlukan pengukuran data yang akurat untuk menjamin kemungkinan ini. Berikut ini rincian kecepatan angin rata-rata bulanan yang diperoleh dari data cuaca yang dikumpulkan di Bandara



Matahora, Kabupaten Wakatobi:

Gambar 1: Grafik rata-rata kecepatan angin bulanan di Pulau Wangi-wangi tahun 2017

Gambar di bawah menggambarkan turbin angin yang berada pada loka perekayasa Teknologi Kelautan Wakatobi.



Gambar 2: Turbin Angin PLTB

Berdasarkan hasil kajian potensi daya listrik Pulau Wangi-Wangi, terdapat lima lokasi yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik, yaitu P. Wangi-Wangi 1, P. Wangi-Wangi 2, P. Wangi-Wangi 3, P. Wangi-Wangi 4, dan P. Wangi-Wangi 5. Potensi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Potensi pembangkitan energi listrik per bulan untuk P. Wangi-Wangi 1 pada Musim Barat berkisar antara 326 hingga 623,21 KWh. Potensi pembangkitan energi listrik pada Musim Timur berkisar antara 526,34 hingga 6059,88 KWh per bulan, dengan rata-rata 2.078,94 KWh per tahun.

Pada Musim Barat, Pulau Wangi-Wangi 2 memiliki potensi energi listrik per bulan sebesar 391,39 sampai dengan 742,26 KWh. Potensi pembangkitan energi pada Musim Timur berkisar antara 568,26 sampai dengan 6246,41 KWh per bulan, dengan rata-rata sekitar 2.352,38 KWh per tahun. Potensi produksi energi listrik di Pulau Wangi-Wangi 3 pada Musim Barat berkisar antara 372,70 sampai dengan 762,12 KWh per bulan, dengan rata-rata 542,06 KWh per bulan. Potensi pembangkitan energi listrik pada Musim Timur berkisar antara 554,94 sampai dengan 5.838,48 KWh per bulan, dengan rata-rata 2.202,17 KWh per tahun.

Pada Musim Barat, Pulau Wangi-Wangi 4 memiliki potensi energi listrik bulanan sebesar 414,31 hingga 688,38 KWh. Potensi pembangkitan energi listrik pada Musim Timur berkisar antara 578,31 hingga 6.366,44 KWh per bulan, dengan rata-rata 2.379,81 KWh per tahun.

Sebaliknya, P. Wangi-Wangi 5 memiliki potensi pembangkitan energi listrik bulanan berkisar antara 308,22 hingga 659,82 KWh pada Musim Barat. Potensi energi listrik pada Musim Timur berkisar antara 514,93 hingga 5.117 KWh setiap bulan, dengan rata-rata 1.912,14 KWh per tahun.

Gambar 3 menunjukkan jumlah keseluruhan energi listrik yang dapat dihasilkan di Pulau Wangi-Wangi Kabupaten Wakatobi setiap tahunnya. Dengan potensi energi listrik terbesar terdapat di Pulau Wangi-Wangi 4 sebesar 2.379,81 KWh per tahun, disusul oleh Pulau Wangi-Wangi 2 yang memiliki potensi sebesar 2.352,38 KWh per tahun. Sebaliknya, potensi energi listrik Pulau Wangi-Wangi 1 dan 3 masing-masing sebesar 2.202,38 KWh dan 2.078,94 KWh per tahun. Dengan potensi energi listrik paling kecil terdapat di Pulau Wangi-Wangi 5 sebesar 1.912,14 KWh per tahun. Berdasarkan data statistik tersebut, dapat diusulkan lima lokasi dengan potensi terbesar untuk pembangunan PLTB di Pulau Wangi-Wangi.

Lokasi	Desa	Rumah Tangga	Energi Listrik (KWh)	Melayani (Rumah Tangga)
P.Wangi-Wangi-1	Waha	211	2.078,94	6
P.Wangi-Wangi -2	Longa	333	2.352,38	6
P.Wangi-Wangi -3	Wisata Kolo	151	2.202,17	7
P.Wangi-Wangi -4	Liya Togo	668	2.379,81	6
P.Wangi-Wangi -5	Kapota Utara	383	1.921,14	3
Total		1.746	10.934,44	24

Gambar 3: Analisis Sebaran Potensi Listrik Angin Wilayah Pulau Wangi-Wangi



Gambar 4: Peta Kecepatan Dan Arah Angin

KESIMPULAN

Dengan menggunakan turbin angin, yang memanfaatkan energi kinetik angin dan mengubahnya menjadi energi kinetik untuk memutar generator, energi angin dapat diubah menjadi energi listrik. Penelitian ini menggunakan pendekatan statistik kualitatif dan survei untuk mengkaji potensi energi listrik dari pembangkitan tenaga angin di Kabupaten Wakatobi. Temuan analisis menunjukkan bahwa setiap pulau memiliki potensi energi listrik tahunan yang berbeda: Binongko menghasilkan antara 3.532,30 dan 4.076,49 KWh, Kaledupa menghasilkan antara 2.615,36 dan 3.364,54 KWh, Tomia menghasilkan antara 3.433,82 dan 3.556,84 KWh, dan Pulau Wangi-Wangi menghasilkan antara 1.921,14 dan 2.379,81 KWh. Diperkirakan 24 hingga 33 penduduk di setiap pulau mungkin dapat memenuhi kebutuhan listrik mereka dengan total energi potensial yang dihasilkan. Oleh karena itu, pengembangan pembangkit listrik tenaga angin di Kabupaten Wakatobi cukup layak.

REFERENSI

- Andi Mulkan, Nazaruddin, Misswar Abd, 2022. "Analisis Pemanfaatan Energi Angin Sebagai Sumber Pembangkit Energi Listrik". *JITU (Jurnal Ilmiah Teknik Unida)*, Vol. 3 No. 1 (2022).
- Agung Pangestu, Ade Sunardi, Kasum, Ayu Nurul Hardiyanti, Adhes Gamayel, 2022. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Turbin Angin Sebagai Sumber Energi Alternatif Kapasitas 800 Watt ". *Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, Vol. 12 No. 3 (2022).
- Bachtiar A dan Hayattui W. 2018. *Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras*. *Jurnal teknik Elektro ITP*. 7(1): 35-45.
- Dines Ginting, 2017. "Sistem Energi Angin Skala Kecil Untuk Pedesaan". *Jurnal Ilmiah Teknologi Energi*, Vol.1, No.5, Agustus 2017.
- Eva Safitri Maladenin, Alfian Ishak, 2021. "Kelayakan Pengembangan Teknologi Elektrifikasi Pedesaan di Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Melalui Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) Di Kabupaten Wakatobi". *SCEJ (Shell Civil Engineering Journal)*, Vol. 6 No. 1, (2021).
- Eva Safitri Maladeni, Alfian Ishak, 2021. "Arah Dan Kecepatan Angin Di Kabupaten Wakatobi Sebagai Sumber Pembangkit Listrik Tenaga Angin". *Jurnal Envirotek*, Vol. 13 No. 2 (2021).
- Juandi A. 2018. "Indonesia jalin kerja sama energi terbarukan (3 Agustus 2018)".
- Jauharotul Maknunah, Yussi Anggraini, Ahmad Husni Mubarak, Siti Duratun N. Rosady, Eli Novita Sari, 2023. "Analisis Potensi Sumber Energi Angin Di Desa Siman Kabupaten Lamongan: Estimasi Menggunakan Pemodelan Sistem Turbin Angin". *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*. Vol. 9, No. 1, (2023) .
- Maidi Saputra, Pribadyo, 2015. "Studi Analisis Potensi Energi Angin Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Kawasan Meulaboh". *Jurnal Mekanova* Vol 1. No. 1, (2015).
- Muhammad Rizal Fachri, Hendrayana, 2017. "Analisa Potensi Energi Angin Dengan Distribusi Weibull Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Banda Aceh". *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, Vol.1, No.1, (2017), hal. 1-8.
- Marlon Hetharia, Sigit Hernowo, Saiful Irianto, Kokoh Wicaksono, 2021. "Pemanfaatan Energi Angin Untuk Menghasilkan Listrik". *Jurnal Voering*, Vol. 6, No. 2, (2021).
- Padmika M, Wibawa I MS, Trisnawati Ni LP. 2017. *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Dengan Turbin Ventilator Sebagai Penggerak Generator*. *Jurnal/Buletin Fisika*. 18(2):68-73.
- Ryski, 2020. "Kajian Kelayakan Potensi Energi Angin Pada Kawasan Universitas Tanjungpura Pontianak Untuk Dimanfaatkan Menjadi Energi Listrik ".
- Raghel Yunginger, Nawir. N.Sune, 2018. "Analisis Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Di Kota Di Gorontalo".
- Revi Restanti Novrita, Sudarti, Yushardi, 2021. "Analisis Potensi Energi Angin Di Tambak Untuk Menghasilkan Energi Listrik ". *Journal Of Research And Education Chemistry (JREC)*, VOL 3 NO 2, (2021).
- Stepanus, Iskandar Zulkarnaen, Arya Mirza, Fendy Mugni, 2018. "Energi Angin Sebagai Sumber Daya Listrik Data Recovery Center". *Jurnal Lektrokom* Vol. 1 (2018).
- Saputra, M dan Pribadyo. 2015. *Studi Analisis Potensi Energi Angin Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Angin Di Kawasan Meulaboh*. *Jurnal Mekanova*, 1(1):2-43.
- Widyanto, Wisnugroho, Agus, 2018. "Pemanfaatan Tenaga Angin Sebagai Pelapis Energi Surya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Di Pulau Wangi-Wangi". *Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*.
- Zainal Arifin, 2022. "Energi Terbarukan (Energi Angin, Energi Surya, Energi Air)".