

KAJIAN KELAYAKAN POTENSI ENERGI ANGIN PADA KAWASAN UNIVERSITAS TANJUNGPURA PONTIANAK UNTUK DIMANFAATKAN MENJADI ENERGI LISTRIK

Ryski

D01107026

Jurusan Teknik Elektro,
Fakultas Teknik
Universitas Tanjungpura

Abstrak - Energi listrik adalah salah satu unsur yang tidak dapat terlepas dari kehidupan manusia pada umumnya. Hal ini menyebabkan energi listrik dari waktu ke waktu kian tinggi permintaannya. Energi listrik di Kalimantan Barat dihasilkan dari berbagai sumber energi, baik berupa sumber penergi fosil maupun sumber energi terbarukan yang tak terbatas ketersediaannya di alam. Di kota Pontianak dan sekitarnya, sumber energi listrik yang kita nikmati sehari-hari bersumber dari sumber energi fosil berupa solar dan gas yang diberdayakan oleh PLN Pontianak untuk konsumen, yang dimana energi listrik yang bersumber dari sumber energi fosil ini memiliki kelemahan yang tak dapat dipungkiri, yaitu pembaharuannya membutuhkan waktu yang sangat lama serta tidak ramah lingkungan. Berbeda dengan sumber energi terbarukan seperti air, angin dan panas matahari (surya) yang keberadaannya akan terus tersedia untuk dimanfaatkan. Namun menggunakan sumber energi terbarukan memang menghasilkan energi listrik yang relatif lebih kecil dibandingkan energi fosil jika

penempatannya tidak tepat. Universitas Tanjungpura Pontianak sebagai lokasi riset pemanfaatan energi angin dikonvesikan menjadi enegi listrik, dengan menggunakan Micro Wind Turbine AWI-E1000T 1000W terhadap data sekunder kecepatan angin dari NASA (National Aeronautics and Space Administration) pada ketinggian 20 meter menghasilkan kecepatan angin rata-rata sebesar 2.341697864 m/s pertahunnya dan dikonversikan ke energi listrik dengan analisa dan perhitungan data menghasilkan energi listrik 62.05889 kWh/Tahun. Memperhatikan nilai energi listrik yang dihasilkan dari pengaplikasian data kecepatan angin pada Micro Wind Turbine AWI-E1000T 1000W dapat disimpulkan bahwa potensi angin disekitar Universitas Tanjungpura kurang layak untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik skala Pembangkit Listrik Tenaga Angin, namun jika dilakukan penelitian lebih mendalam dengan menggunakan data kecepatan angin pada ketinggian di atas 20 meter yang memungkinkan didapatnya data kecepatan angin yang lebih tinggi serta menggunakan turbin dengan spesifikasi

yang cocok untuk kondisi angin yang ada, maka akan menghasilkan energi yang lebih optimal.

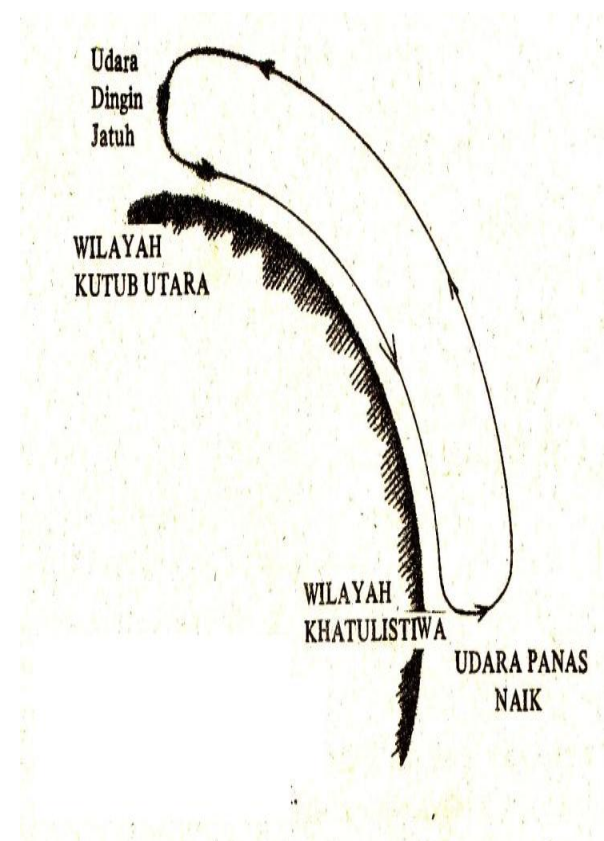
1. Pendahuluan

Kebutuhan akan energi, khususnya energi listrik di Indonesia makin berkembang menjadi bagian tak terpisahkan dari kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari. Bahan bakar fosil yang sekarang digunakan sebagai bahan utama untuk menghasilkan listrik ketersediannya semakin terbatas, belum lagi polusi yang dihasilkan oleh proses konversi dari bahan bakar fosil menjadi energi listrik tersebut. Untuk itu perlu adanya sumber energi alternatif yang berpotensi membangkitkan listrik dengan proses yang ramah lingkungan.

Untuk mengatasi pemenuhan kebutuhan listrik di atas, maka diperlukan sebuah sumber energi baru yang mampu memenuhi kebutuhan listrik yang semakin besar. Angin sebagai sumber yang tersedia di alam dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi listrik. Angin merupakan sumber energi yang tak ada habisnya sehingga pemanfaatan sistem konversi energi angin akan berdampak positif terhadap lingkungan. Namun tidak semua daerah memiliki angin yang potensial. Untuk itu perlu adanya penelitian potensi tenaga angin terlebih dahulu pada daerah yang direncanakan akan dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLT Angin). Pada tugas akhir saya ini, saya melakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar potensi tenaga angin di sekitar Universitas Tanjungpura.

2. Dasar Teori Angin ^[1,2]

Angin terjadi karena adanya perbedaan suhu antara udara panas dan udara dingin yang menyebabkan terjadinya suatu perputaran udara berupa perpindahan udara. Di daerah khatulistiwa, udaranya menjadi panas mengembang dan menjadi ringan, naik keatas dan bergerak ke daerah yang lebih dingin. Sebaliknya daerah kutub yang dingin, udaranya menjadi dingin dan turun ke bawah. Sehingga terjadilah suatu perputaran udara berupa perpindahan udara dari kutub utara ke garis khatulistiwa menyusuri permukaan bumi dan sebaliknya suatu perpindahan udara dari garis katulistiwa kembali ke kutub utara, melalui lapisan udara yang lebih tinggi.



Gambar 2.1. Skema terjadinya angin

Angin dapat bergerak secara horizontal maupun vertikal dengan kecepatan yang dinamis dan fluktuatif. Pergerakan angin secara horizontal dinamakan adveksi, sedangkan pergerakan secara vertikal dinamakan konveksi.

Dalam pemanfaatan energi angin diperlukan data atau informasi mengenai potensi energi angin aktual yang tersedia di lokasi pemasangan dan pemanfaatan sesuai kebutuhan di lokasi tersebut. Kajian dan evaluasi yang lebih akurat mengenai kedua aspek ini disertai dengan aspek ekonomis akan menghasilkan pemanfaatan sistem konversi energi yang optimal di suatu lokasi. Kecepatan angin di dekat Garis Khatulistiwa sangat lemah karena angin bergerak dari atas ke bawah. Oleh sebab itu mahasiswa akan mencoba menganalisa kecepatan energi angin tersebut apakah layak atau tidak dikonversikan ke energi listrik.

3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini untuk mengetahui seberapa layak kondisi kecepatan angin di kawasan Universitas Tanjungpura Pontianak untuk dimanfaatkan menjadi energi listrik, dengan mengolah data kecepatan angin rata-rata setiap bulan dalam setahun dimana data yang diolah di bersumber dari data kecepatan angin dari NASA (National Aeronautics and Space Administration) selama 1 (satu) yang diambil berdasarkan letak lokasi penelitian potensi kecepatan angin sebagai sumber tenaga listrik yang dilakukan di Laboratorium Konversi Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak dengan titik koordinat $0^{\circ}01'LS$ $109^{\circ}20'BT$ / $0,02^{\circ}LS$ $109,34^{\circ}BT$, dimana data kecepatan angin tersebut diambil pada ketinggian 20 meter.

Data kecepatan angin rata-rata setiap bulan selama setahun diaplikasikan pada spesifikasi (Luas penampang sapuan turbin (A)) Micro Wind Turbine AWI-E1000T 1000W, kerapatan udara (ρ), koefisiensi daya (C_p), efisiensi transmisi η_{tr} , efisiensi generator η_g , dan efisiensi baterai η_b sehingga dapat diketahui seberapa layak potensi energi angin di kawasan Universitas Tanjungpura Pontianak untuk dikonversikan menjadi energi listrik yang dihasilkan selama setahun dengan acuan potensi angin berdasarkan kecepatan angin di Indonesia sebagai berikut ^[1] :

1. Kelompok I : Lokasi dengan kecepatan angin rata-rata 1 – 2,5 m/det, daya yang dihasilkan antara 0 – 200 kWh/tahun. Kondisi angin tersebut kurang baik untuk didayagunakan.
2. Kelompok II : Lokasi dengan kecepatan angin rata-rata 2,5 – 4 m/det, daya yang dihasilkan antara 201 - 1000 kWh/tahun. Kondisi ini cukup baik sebagai penggerak sistem konversi energi listrik skala kecil dan untuk keperluan pemompaan.
3. Kelompok III : Lokasi dengan kecepatan angin rata-rata 4,5 – 12 m/det, daya yang dihasilkan lebih dari 1000 kWh/tahun. Kondisi ini amat memadai untuk dikembangkan kemanfaatannya baik untuk pembangkit listrik skala kecil maupun besar.

4. Hasil Analisa Percobaan

a. Kecepatan rata-rata setahun

Dari hasil data kecepatan angin setahun menggunakan data dari NASA pada ketinggian 20 meter di atas permukaan tanah, diperoleh hasil kecepatan angin rata-


rata tiap bulan yang dapat dilihat dari tabel di bawah ini :

Tabel 1. Data kecepatan angin rata-rata setahun

No.	Data kecepatan angin rata-rata setahun	
	waktu (bulan)	wind (m/s)
1	Januari	2.359973858
2	Februari	2.149977247
3	Maret	1.580649196
4	April	1.469984458
5	Mei	2.099979462
6	Juni	2.84996925
7	Juli	3.169967097
8	Agustus	3.459965027
9	September	2.809971
10	Oktober	2.099978562
11	November	1.949980083
12	Desember	2.099979126
Kec. Angin rata-rata setahun		2.341697864

b. Turbin Angin ^[12]

Turbin yang digunakan pada riset ini adalah Micro Wind Turbine AWI-E1000T 1000W dari A-WING dengan spesifikasi sebagai berikut :



Model No.	AWI-E1000T
Blades	3 wooden blades, Polyurethane coating
Rotor Diameter	Ø2,058mm
Wind Vane	Polycarbonate t=6
Weight	18.5 kg
Main Body	Aluminum die-cast, Epoxy Polyester powder paint finish
Generator	Three Phase Inner Rotor Core-less Generator
Start-up Speed	1.0 m/s
Cut-in Speed	2.0 m/s - 2.5 m/s
Rated Power	1000W (Wind Speed 14 m/s)
Braking System	Electromagnetic Braking System
Survival Speed	60 m/s
Noise Level	19 dB (3-4 m/s)
Output	24V, Battery Charging

c. Perhitungan data kecepatan angin selama setahun

1. Perhitungan daya turbin angin

Untuk mencari Daya (P) yang diambil turbin angin yang terletak dalam aliran angin dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan

$$P_{turbin} = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v^3 \text{ (Watt)}$$

Rumus tersebut merupakan persamaan daya turbin angin ideal karena tanpa dipengaruhi efisiensi / rendamen. Karena dipengaruhi oleh efisiensi maka persamaan yang digunakan adalah persamaan

$$P_{turbin} = \frac{1}{2} \times \eta_{ae} \times \rho \times A \times v^3 \text{ (Watt)}$$

Luas penampang sapuan turbin angin didapat dari persamaan $A = \pi r^2$ (m²), dimana diketahui diameter dari Micro Wind Turbin AWI – E1000T 1000W adalah 2.058 mm sehingga jari-jari dari penampang sapuan turbin adalah 1,029 m. Sehingga didapatlah nilai A sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A &= \pi r^2 \\ &= \frac{22}{7} \times 1.029^2 \\ &= \frac{22}{7} \times 1.058841 \\ &= 3.3278 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sedangkan kerapatan udara (ρ) ^[2] didapat menggunakan persamaan

$$\rho = 1.2929 \times \frac{273}{T} \times \frac{p}{760} \left(\frac{Kg}{m^3} \right)$$

dengan diketahui tekan udara lokal (P) berdasarkan data dari BMG (Badan Meteorologi Geofisika) Pontianak sebesar 1009.23 mbar dan temperatur udara di

sekitar Laboratorium Konversi = 26.65°C (299.8°K). Sehingga,

$$\begin{aligned}\rho &= 1.2929 \times \frac{273}{T} \times \frac{p}{760} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) \\ &= 1.2929 \times \frac{273 \text{ K}}{299.8 \text{ K}} \times \frac{1009.23 \text{ mbar}}{1 \text{ atm}} \\ &= 1.2929 \times 0.910607 \times \frac{1,00923 \text{ Pa}}{1.0130 \times 10^5 \text{ Pa}} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) \\ &= 1.1773 \times \frac{100.923 \text{ KPa}}{101.3 \text{ KPa}} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) \\ &= 1.1773 \times 0.996278 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right) \\ &= 1.172942 \left(\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)\end{aligned}$$

Dengan demikian, dari hasil data kecepatan angin rata-rata bulanan dalam setahun yang telah diperoleh pada Tabel 1. dapat diketahui Daya turbin angin (P_{turbin}) menggunakan persamaan

$$P_{\text{turbin}} = 0.2963 \times \rho \times A \times v^3 \text{ (Watt)}$$

2. Perhitungan daya listrik keluaran generator^[4]

Daya listrik yang dihasilkan oleh sebuah generator di suatu PLT-Angin dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut :

1. Berbagai kerugian akibat gesekan udara dan koncahan udara yang tergantung pada sosok dan rakitan sayap. Semua kerugian itu dimasukkan dalam rendemen aerodinamika, besarnya berkisar antara 0.3 sampai 0.8.
2. Semua kerugian akibat gesekan bantalan yang tergantung pada rakitan bantalan beban bantalan dan pelumas. Semua itu dimasukkan ke dalam

rendemen mekanik, yang pada perakitan yang tepat tidak perlu lebih rendah dari 0.9.

3. Berbagai kerugian elektro-mekanik, bila energi angin diubah menjadi energi listrik. Semua kerugian itu dimasukkan ke dalam rendemen dinamo. Rendemennya ialah sebesar kira-kira 0.5.
4. Kerugian pada saat menggunakan baterai atau efisiensi baterai berkisar antara 85 % hingga 90 %.

Jika semua rendemen itu dimasukkan ke rumus di atas, maka daya yang dihasilkan oleh generator dapat dihitung dengan persamaan

$$P_g = 0.2963 \times \eta_{tr} \times \eta_g \times \eta_b \times \rho \times A \times v^3 \text{ (Watt)}$$

dimana diketahui efisiensi transmisi (η_{tr}) 0.9, efisiensi generator (η_g) 0.5 dan efisiensi baterai η_b 0.9.

3. Perhitungan energi listrik keluaran generator

Perhitungan energi listrik keluaran generator selama setahun adalah sebagai berikut :

1. Energi sesaat yang dihasilkan oleh sebuah generator adalah perkalian daya dengan waktu seperti yang ditunjukkan pada persamaan $E_g = P_g \cdot t$
2. Energi bulanan biasanya dinyatakan dalam kWh. Energi bulanan yang dihasilkan oleh sebuah generator dapat dihitung menggunakan persamaan $E_g = 24 \cdot 10^{-3} \cdot n \cdot P_g$, dimana n

adalah jumlah hari dalam 1 (satu) bulan

3. Energi tahunan yang dihasilkan oleh sebuah generator adalah penjumlahan dari energi bulanan selama tahun tersebut, dimana dapat dihitung menggunakan persamaan $E_g = \sum_{i=1}^{12} E_{gi}$

Sehingga energi bulanan dan tahunan yang dihasilkan generator tersebut adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} E_g \text{ Januari} &= 24 \times 10^{-3} \times 30 \times P_g \text{ (kWh)} \\ &= 0.72 \times 6.15661 \\ &= 4.432759 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Hasil energi listrik keluaran generator tiap bulan selengkapnya diperlihatkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Hasil perhitungan Energi listrik bulanan dan tahun yang dihasilkan generator

No.	Waktu (Bulan)	$24 \times 10^{-3} \times n$	P _g (Watt)	E _g (kWh)
1	Januari	0.72	6.15661	4.432759
2	Februari	0.72	4.655	3
3	Maret	0.72	1.84977	1.331834
4	April	0.72	1.48784	1.071245
5	Mei	0.72	4.33775	3.12318
6	Juni	0.72	10.8428	7.806816
7	Juli	0.72	14.9205	10.74276
8	Agustus	0.72	19.4015	13.96908
9	September	0.72	10.3926	7.482672
10	Oktober	0.72	4.33775	3.12318
11	November	0.72	3.47303	2.500582
12	Desember	0.72	4.33775	3.12318
Energi listrik tahunan				62.05889

Jadi Energi listrik tahunan yang dihasilkan oleh generator (E_g) yang dipengaruhi efisiensi transmisi (0.9), efisiensi generator (0.5) dan efisiensi baterai (0.9) dengan menggunakan sebuah Micro Wind Turbine AWI-E1000T 1000W adalah sebesar 62.05889 kWh/Tahun.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan perhitungan data sekunder kecepatan angin dari NASA terhadap Micro Wind Turbin dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kecepatan angin rata-rata pertahun menggunakan data sekunder NASA pada ketinggian 20 meter di Universitas Tanjungpura adalah sebesar 2.341697864 m/s dimana kecepatan angin rata-rata tersebut masuk dalam kategori angin kelas 3 (tiga) yang masih dapat dimanfaatkan potensinya.
2. Kecepatan angin rata-rata pertahun menggunakan data sekunder NASA pada ketinggian 20 meter di Universitas Tanjungpura adalah sebesar 2.341697864 m/s dan diaplikasikan dengan menggunakan Micro Wind Turbin AWI-E1000T 1000W dapat menghasilkan Daya listrik tahunan sebesar 86.1929 kWh/Tahun dan Energi listrik tahunan sebesar 62.05889 kWh/Tahun.
3. Dari data kecepatan angin yang diperoleh dari NASA selama setahun yang diaplikasikan pada spesifikasi Micro Wind Turbine AWI-E1000T

1000W dapat menghasilkan energi listrik, namun kapasitas energi listrik yang dihasilkan kecil (62.05889 kWh/Tahun), maka konversi energi angin menjadi energi listrik tersebut masuk di dalam kelompok I standar angin Indonesia, sehingga potensi anginnya kurang baik untuk didayagunakan.

Saran

Penelitian Tugas Akhir ini berupa riset yang belum pernah dilakukan sebelumnya pada kawasan Universitas Tanjungpura Pontianak, untuk itu perlu adanya penelitian lebih lanjut agar didapat hasil konversi energi angin menjadi energi listrik yang lebih optimal dengan menggunakan data kecepatan angin pada ketinggian di atas 20 meter yang memungkinkan hasil data kecepatan angin yang lebih tinggi serta menggunakan turbin dengan spesifikasi yang cocok dengan kondisi kecepatan angin yang ada di kawasan Universitas Tanjungpura Pontianak.

6. Referensi

1. Abdul Kadir, *Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik Dan Potensi Ekonomi*, Edisi Ke dua tahun 1995, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
2. Douglas C.Giancoli, *Physics For Scientists And Engineers*, Second Edition 1988
3. Pembangkit Listrik Tenaga Angin. <http://www.kincirangin.info>, (diakses 10 Mei 2013, pukul 10:24 WIB)
4. Riezenman, M.J. 1995. "In Search of batteries", *IEEE Spectrum*, p.51-56, May 1995
5. Jhon Wiley, A. Sons Inc. Fublication, *Integration Of Alternative Sources Of*

- Energy*, Felix A. Farret M Joday Simoes, Wiley Interscience.
6. Murjani. Ir. MT, *Peran Tenaga Angin Sebagai Sumber Energi*, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak, 2002.
7. www.eere.energy.gov, *Small Wind Energy Sistem*, a DOE national laboratory, DOE/GO-102004-1897 – Ma 2004.
8. Y.Daryanto, *Kajian Potensi Angin Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Bayu*, Yogyakarta, Balai PPTAGG.
9. Zulham Effendi, *Studi Pengukuran Potensi Energi Angin Dengan Menggunakan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sederhana*, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak, 2001.
10. NASA (National Aeronautics and Space Administration)
11. BMG (Badan Meteorologi Geofisika) Pontianak
12. www.awing-i.com