

Analisis Tekno Ekonomi Energi Micro Wind Turbine Di Kawasan Perbatasan (Studi Kasus : Desa Temajuk Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas)

Aleksander Franky⁽¹⁾, Jamhir Islami⁽²⁾

⁽¹⁾Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Elektro,

⁽²⁾PLP Laboratorium Elektroteknika Dasar, Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak

e-mail: alekfranky98@gmail.com

Abstract– Permasalahan dalam perlistrikan wilayah terpencil dan perbatasan adalah letaknya yang jauh dari pusat pembangkitan dengan kondisi akses yang buruk, membuat biaya investasi menjadi sangat tinggi otomatis harga-harga barang yang lain akan mengikutinya pula untuk itu diperlukan energi alternatif untuk mengatasi masalah ini. Salah satu energi alternatif untuk mengatasi krisis energi listrik saat ini yaitu dengan memanfaatkan energi angin atau PLT-Angin untuk menghasilkan energi listrik terutama untuk kawasan perbatasan di Kalimantan Barat yang aksesnya sulit untuk dijangkau jaringan PLN seperti di Desa Temajuk Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas dimana memiliki potensi angin yang baik dengan kecepatan angin rata-rata 2,914 m/s dan kecepatan angin maksimum 7,5 m/s pada ketinggian 20 m menggunakan turbin angin tipe AWI-E1000T 1000 Watt dengan cut- in speed 1.5 m/s akan mampu memproduksi energi listrik sebesar 1.861 kWh/tahun. Ada beberapa parameter dalam melakukan perhitungan dan analisis tekno ekonomi energi berbasis web dan berbantuan program excel seperti Periode Pengembalian (Payback Period), Perhitungan Pemulihan Modal (Capital Recovery), dan Analisis Rate Of Return (ROR). Periode pengembalian pada 6,26 tahun lebih kecil dari umur rencana investasi selama 20 tahun, Nilai tarif minimal produksi energi per kWh adalah Rp 3.314,- agar terjadi kondisi impas (BEP) pada akhir masa pakai 20 tahun tingkat suku bunga (MARR) 13,5 %, estimasi besar tingkat suku bunga Minimum Attractiv Rate Of Return (MARR) tercapainya Rate Of Return (ROR) adalah 4,93 %.

Dari hasil perhitungan dan analisis tekno ekonomi serta kajian yang telah dilakukan mengenai potensi angin dan sistem kerja turbin angin maka layak dilaksanakan untuk kesejahteraan masyarakat sekitarnya.

Keywords– Turbin Angin, Analisis Periode Pengembalian, Web.

1. Pendahuluan

Daerah perdesaan seperti Desa Temajuk Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas Kalimantan Barat yang secara langsung berada di perbatasan, umumnya memiliki

potensi sumber energi baru dan terbarukan yang cukup besar yaitu sumber energi angin. Secara geografis wilayah tersebut terletak di pinggiran pantai Laut Natuna, yang lokasinya tepat untuk dijadikan tempat Pembangkit Listrik Tenaga Angin. Potensi angin di kawasan perbatasan ini layak dikembangkan dan dilakukan perhitungan secara ekonomis dengan mengacu pada penelitian terdahulu dengan kecepatan angin rata-rata 2,914 m/s pada ketinggian 20 meter.

Penelitian ini sebelumnya telah dilakukan oleh saudara Muhammad Husni Tamrin dengan ruang lingkup penelitian yaitu melihat kelayakan potensi pembangkit energi listrik tenaga angin di Desa Temajuk Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas. Penelitian lanjutan yang akan dilakukan adalah melakukan perhitungan analisis tekno ekonomi energi dari biaya investasi pembangunan PLT-Angin. Analisis teknis potensi energi angin menggunakan data sekunder yaitu data kecepatan angin dan suhu yang diperoleh dari hasil pengukuran atau pengamatan sebelumnya yaitu selama satu tahun serta perhitungan teknis berbasis web secara umum.

Analisis ekonomi energi pembangkit listrik tenaga angin lebih diprioritaskan untuk aplikasi pengembangan dan pemanfaatan energi angin di kawasan perbatasan seperti di Desa Temajuk Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas dan sekitarnya dengan menggunakan turbin angin tipe AWI-E1000T 1000W MICRO WIND TURBINE Serta mengetahui biaya investasi pembangunan PLT-Angin dengan berbagai variabel perhitungan analisis ekonomi energi berbantuan program excel.

2. Pengertian Angin ^[1,2,5,7,8]

Angin adalah udara yang bergerak karena adanya perbedaan tekanan di permukaan bumi ini. Angin akan bergerak dari suatu daerah yang memiliki tekanan yang lebih rendah. Angin yang bertiup dari permukaan bumi ini terjadi akibat adanya perbedaan penerimaan radiasi surya, sehingga mengakibatkan perbedaan suhu udara. Adanya perbedaan suhu tersebut menyebabkan perbedaan tekanan, akhirnya menimbulkan gerakan udara. Perubahan panas antara siang dan malam

merupakan gaya gerak utama sistem angin harian, karena beda panas yang kuat antara udara di atas darat dan laut atau antara udara di atas tanah tinggi (pegunungan) dan tanah rendah (lembah).

1.1 Energi Angin

Energi kinetik dari sebuah benda dengan massa m dan kecepatan v adalah $E = \frac{1}{2}mv^2$, dengan ketentuan kecepatan v tidak mendekati kecepatan cahaya. Rumus tersebut berlaku juga untuk angin yang merupakan udara bergerak, sehingga:

$$E = \frac{1}{2} .m.v^2 \dots\dots\dots (1)$$

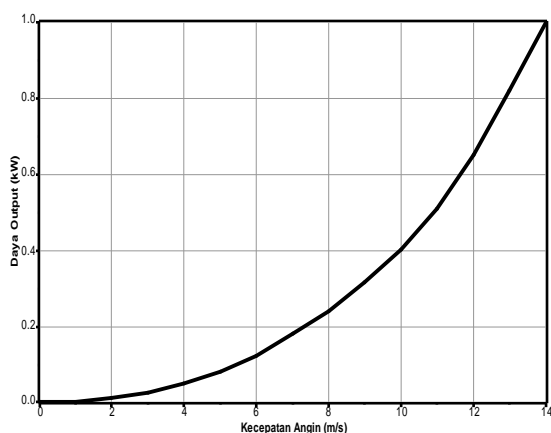
dimana :

- E = energi (joule)
- m = massa udara (kg)
- v = kecepatan angin (m/det)

Energi kinetik pada suatu “blok” udara bermassa m yang mengalir dengan kecepatan v pada arah x .

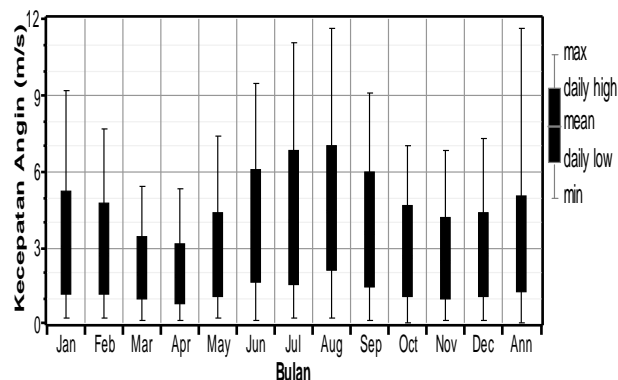
1.2 Pemilihan Turbin Angin Yang Akan Digunakan

Turbin angin yang baik untuk diterapkan pada Desa Temajuk adalah turbin angin dengan Cut-in Speed minimal 1,5 m/s atau yang lebih rendah. Pada penelitian ini, analisa dilakukan dengan menggunakan turbin angin tipe AWI-E1000T 1000W MICRO WIND TURBINE. Kurva karakteristik turbin angin diperlihatkan pada gambar.1 berikut.



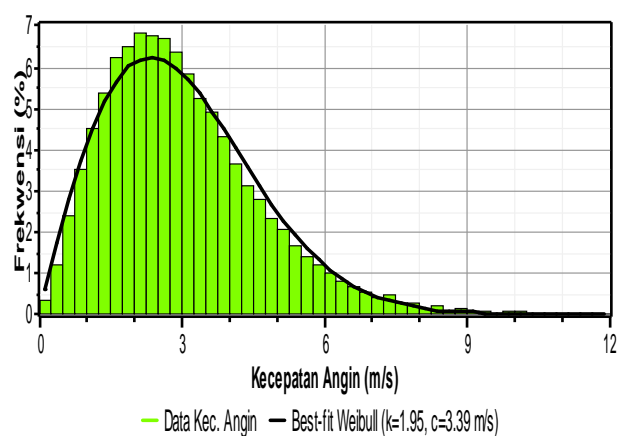
Gambar 1. Karakteristik Turbin Angin

Berdasarkan data pengukuran, estimasi kecepatan angin tahunan adalah sebagai berikut:



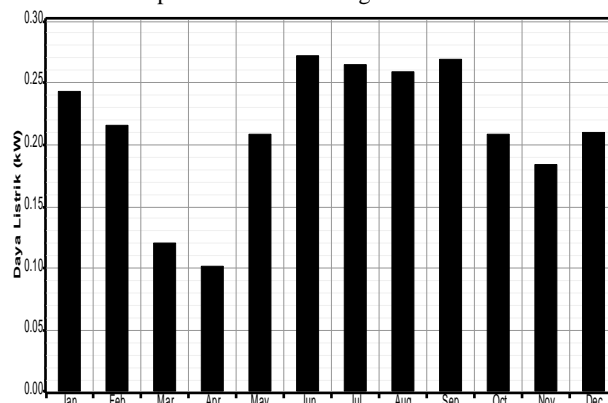
Gambar.2 Estimasi Kecepatan Angin Tahunan

Kurva Weibull kecepatan angin adalah seperti pada gambar.3 berikut:



Gambar.3 Kurva Weibull Data Kecepatan Angin

Berdasarkan kurva di atas maka diperoleh produksi energi listrik rata-rata perbulan adalah sebagai berikut:



Gambar.4 Produksi Energi Listrik Rata-Rata Per bulan.

Data hasil analisis sebagai berikut :

- Output Minimum : 0 kW
- Output Maksimum : 1 kW
- Output Rata-rata : 0,21 KW
- Jam Operasi : 8.046 Jam/Tahun
- Total Produksi Energi : 1.861 kWh/Tahun

1.3 Daya Listrik Turbin Angin

Daya adalah energi per satuan waktu. Untuk mengetahui suatu energi yang dibangkitkan oleh angin selama perjam dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$W = P \times t \text{ [Watt]} \dots\dots\dots (2)$$

Untuk mengetahui daya atau energi yang dikeluarkan oleh alternator berdasarkan kecepatan angin dan diameter baling-baling (telah diketahui dan diameter 60 cm) dapat dinyatakan dengan rumus :

$$P = \frac{1}{12} V^3 D^2 \text{ [Watt]} \dots\dots\dots (3)$$

2. Pembahasan Analisis Ekonomi [1,2,3,4,5,6,9]

2.1 Investasi [1, 2, 3, 4,5,6]

Investasi adalah suatu kegiatan yang mengandung unsur pengorbanan atau atau pengeluaran untuk mencapai suatu pengharapan dimasa yang akan datang. Sedikitnya terdapat 2 (dua) faktor yang terlibat dalam investasi yaitu; Waktu dan Resiko. Ada suatu investasi dimana waktu lebih berperan tetapi pada jenis investasi lain resiko lebih berperan. Terdapat 2 (dua) jenis investasi yang bisa kita bedakan secara umum yaitu investasi finansial dan investasi nyata. Investasi finansial adalah investasi berupa uang atau sumber daya dalam bentuk instrumen keuangan seperti saham, obligasi dan yang lainnya. Investasi nyata adalah investasi dalam bentuk benda (aset) nyata seperti pabrik, peralatan produksi, tanah, dan sebagainya.

2.2 Pemulihan Modal (Capital recovery)

$$CR_{(i)} = P_w (A_w/P_w, i\%, N) + A_w - F_w(A_w/F_w, i\%, N)$$

$$= Rp 17.892.464,- + Rp 3.050.175,- - Rp 1.463.531,-$$

$$= Rp 19.479.109,-/ tahun$$

Tabel 1 Perhitungan Pemulihan Modal (capital recovery) PLT-Angin AWI-E1000T Kapasitas 1000 Watt DenganTingkat Suku Bunga (MARR) 13,5 % Per Tahun.

PLT-Angin	Biaya Investasi / P _w (Rp)	Biaya Awal/A _w /P _w (A _w /P _w , i%, N) (Rp)	Biaya Perawatan / A _w (Rp)	Nilai Sisa /A _w , F _w (A _w /F _w , i%, N) (Rp)	Pemulhn Modal / CR (Rp)
A	B	C	D	E	F
AW-E1000T 1000 Watt	122.007.000	17.892.464	3.050.175	1.463.531	19.479.109

Sumber : hasil perhitungan

2.3 Periode Pengembalian (payback period)

Menghitung kondisi impas (BEP) dengan kondisi annual, maka dicari periode waktu pengembalian (k) :

$$k = \frac{\text{investasi}}{\text{pendapatan tahunan}} \times \text{Periode waktu}$$

$$= \frac{122.007.000}{19.479.109} \times \text{tahun} = 6.26 \text{ tahun}$$

Nilai k < n (6.26 tahun < 20 tahun umur rencana), maka investasi tersebut dikatakan layak (feasible).

Tabel 2. Nilai Pengembalian Aset Pada Tahun ke 20 Dengan Analisis Perhitungan Periode Pengembalian (payback periode) Untuk PLT-Angin AWI-E1000T 1000 Watt Dengan Tarif per kWh Rp 1.500,- dan Tingkat Suku Bunga (MARR) 13,5 % Per Tahun

Thn ke - N	PLT-Angin	Biaya Investasi/ P _w (Rp)	Biaya Perawatan /P _w .A _w (P _w /A _w , i%, N) (Rp)	Nilai Sisa / P _w F _w (P _w /F _w , i%, N) (Rp)	Nilai Jual Energi/ P _w A _w (P _w /A _w , i%, N) (Rp)	Nilai Pengembalian (Rp)
A	B	C	D	E	F	G
20	AWI-E1000 T 1000 Watt	122.007.000	20.798.850	9.979.678	60.122.276	72.703.896

Sumber : hasil perhitungan

2.4 Benefit Cost Ratio (BCR)

Untuk perhitungan ini digunakan persamaan sebagai berikut :

$$BCR = PWB / PWC$$

diketahui :

$$PWB / tahun = Rp 19.479.109,-$$

$$PWC / biaya awal = Rp 17.892.464,-$$

Jadi, BCR = PWB / PWC

$$= 19.479.109 / 17.892.464$$

$$BCR = 1.0887$$

Ini berarti investasi proyek layak (feasible) dilaksanakan karena nilai BCR > 1

2.5 Website

2.5.1 Perhitungan Teknis

Aplikasi website dalam perhitungan teknis pada penelitian ini dapat kita lihat di laman web: Kalbarnews.com/wind-turbine/

2.5.2 Perhitungan Ekonomis

Perhitungan ekonomis berbantuan program Excel dapat kita lihat juga di laman web: Kalbarnews.com/wind-turbine/simulation

3. Kesimpulan

Total Produksi Energi adalah Rp 1.861,- kWh/Tahun.

Nilai tarif minimal produksi energi per kWh adalah Rp 3.314,- agar terjadi kondisi impas (*BEP*) pada akhir masa pakai 20 tahun tingkat suku bunga (*MARR*) 13,5 %.

BCR yang dihasilkan $1.0887 > 1$.

ROR yang dihasilkan $4,9\% > \text{suku bunga } 13,5\%$

PBP yang dihasilkan 6,26 tahun < 20 tahun umur rencana.

Referensi

- [1] Abdul Kadir, Prof.Ir, “ Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi ”, Edisi kedua tahun 1995, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta;
- [2] Erlansyah, “ Kajian Potensi Dan Analisa Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sebagai Energi Alternatif”, Tesis, Fakultas Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Pontianak, 2010;
- [3] E. Paul DeGarmo, William G. Sullivan, James A. Bontadelli, Elin M. Wicks, “ Ekonomi Teknik ”, Edisi Kesepuluh tahun 1997, Penerbit PT Prenhallindo, Jakarta;
- [4] M.Ismail Yusuf, Prof. Dr. Eng. Ir. MT, “ Analisis Ekonomi Energi “, Edisi pertama tahun 2010, Penerbit Universitas Tanjungpura Press, Pontianak;
- [5] M.Giatman, “ Ekonomi Teknik ”, P.T. Raja Grafindo Persada, 2011 ;
- [6] Malik Ibrochim, “ Analisis Tekno Ekonomi Desain konfigurasi Pusat Listrik Tenaga Angin (Wind Farm) Dan Perhitungan Feed In Tariff di Indonesia”, Tesis, Fakultas Teknik Elektro Universitas Indonesia Depok, 2010;
- [7] M.Husni Tamrin, “ Analisis Potensi Energi Angin Dalam mendukung Kelistrikan Kawasan Perbatasan di Desa Temajuk Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas ”, Skripsi, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Pontianak, 2013;
- [8] Mochammad Machmud Rifadil, Era Purwanto, Arman Jaya, Gigih Prabowo, “ Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Vertikal Untuk Beban Rumah Tangga ”, Prodi Teknik Elektro Industri, Dept.Teknik Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Kampus ITS Keputih Sukolilo, Surabaya, 601111, Paper ID : 021, 2013;
- [9] Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 8 Tahun 2011 tentang ”Tarif Tenaga Listrik yang Disediakan oleh Perusahaan (Persero)PT. Perusahaan Listrik Negara”.

