

STUDI KELAYAKAN PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN DI PT. ALTRAK 1978 BALIKPAPAN

Eka Surya Pangestu¹, Anwar Fattah, ST.,MTi,² Bambang Sugeng, ST.,MT³

^{1,2}Teknik Elektro, Universitas Balikpapan

³Teknik Elektro, STT Migas Balikpapan

ABSTRACT

Fossil fuels are depleting renewable energy needs. For that alternative energy is required i.e. wind energy. Wind energy can be designed into a wind power plant (PLT). PLT Wind planned office building of PT. Altrak 1978 is to supply 10% of the total load of the burden of office building of PT. Altrak 1978. This research begins with collecting and processing data on wind speed derived from Agency for meteorology, climatology and Geophysics (BMKG), NASA satellite and data processing of the anemometer so that it brings the potential of wind in the building Office PT Altrak 1978. With the potential of wind in the office building of PT. Altrak 1978 then selected a suitable wind turbines applied in the office building of PT. Altrak 1978 i.e. vertical wind turbines. To supply 10% load then determined a number of wind turbine FIRED POWER STATION components 854, batteries a number of 196, 854, 1 rectifier inverters with a capacity of 28kW. Based on the feasibility Based on the results of the economic analysis of the feasibility of the Discounted payback period (DPP) in the year to 21 obtained is negative (-), namely in the amount of Rp. 8,277,522,168.86 is not equal to the costs of his investment. Net Present Value (NPV) obtained-Rp. 17,367,942,738.86 (< 0) and the Profitability Index (PI) obtained-1.91.

Key words: wind, Wind, feasibility Analysis PLT economy PLT Wind

ABSTRAK

Bahan bakar fosil yang semakin menipis membutuhkan energi terbarukan. Untuk itu diperlukan energi alternatif yaitu energi angin. Energi angin tersebut dapat dirancang menjadi pembangkit listrik tenaga angin (PLT Angin). PLT Angin yang direncanakan di gedung *office* PT. Altrak 1978 ini menyuplai 10% beban dari total beban gedung *office* PT. Altrak 1978. Penelitian ini diawali dengan pengumpulan dan pengolahan data kecepatan angin yang berasal dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), satelit NASA dan pengolahan data dari *anemometer* sehingga didapatkan potensi angin yang ada di wilayah gedung *office* PT. Altrak 1978. Dengan potensi angin yang ada di wilayah gedung *office* PT. Altrak 1978 maka dipilih turbin angin yang cocok diterapkan pada gedung *office* PT. Altrak 1978 yaitu turbin angin vertikal. Untuk menyuplai beban 10% maka ditentukan komponen PLTB turbin angin sejumlah 854 buah, baterai sejumlah 196 buah, rectifier 854 buah, 1 buah inverter kapasitas

28kW. Berdasarkan kelayakan analisa ekonomi hasil Discounted payback periode (DPP) pada tahun ke 21 yang diperoleh bernilai negatif (-) yaitu sebesar -Rp. 8.277.522.168,86 tidak sama dengan biaya investasinya. Net Present Value (NPV) yang diperoleh - Rp. 17.367.942.738,86 (<0) dan Profitability Index (PI) yang diperoleh -1,91.

Kata kunci: Angin, PLT Angin, Analisis kelayakan ekonomi PLT Angin

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

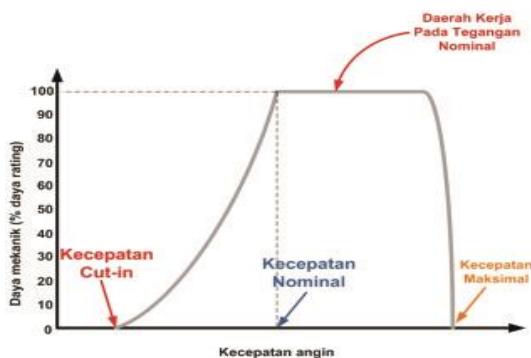
Peningkatan kebutuhan energi listrik semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, perkembangan wilayah dan juga perkembangan industri. Pada saat ini perkembangan wilayah Balikpapan yang akan terus berkembang, tetapi hal ini tidak seimbang dengan peningkatan penyedia tenaga listrik. Ketersediaan bahan bakar fosil (*Blueprint DESDM*, 2005), cadangan minyak bumi di Indonesia pada tahun 2004 diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 18 tahun dengan rasio cadangan/produksi pada tahun tersebut. Sedangkan gas dan batu bara diperkirakan akan habis, untuk itu diperlukan energi alternatif yaitu energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan yang berkembang pesat di dunia saat ini adalah energi angin. Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul Studi Kelayakan Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Pada Gedung *office* PT. Altrak 1978. Dikarenakan semakin terbatasnya sumber bahan bakar fosil dan juga dengan rata-rata kecepatan angin di kota Balikpapan ialah 1,1 m/s dimana itu dapat dikatakan cukup untuk membangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) untuk sebuah gedung *office*. Jika dibandingkan dengan pembangkit listrik lainnya, energi angin hanya membutuhkan beberapa meter untuk membentuk pondasi turbin angin. Beberapa hal tersebut

menjadi faktor penulis untuk melakukan penelitian ini. Jika dibandingkan dengan pembangkit yang sekarang digunakan tentunya akan lebih efisien dalam segi ekonomi maupun energi. Hasil dari Tugas akhir ini adalah perancangan sistem pembangkit listrik tenaga angin yang menyuplai daya 10% dari beban total *Office* PT. Altrak 1978. Dengan demikian penulis mengetahui kelayakan dari segi teknis dan ekonomis.

1.2 Tujuan

- a) Mengetahui kelayakan perencanaan sistem pembangkit listrik tenaga angin pada Gedung *office* PT. Altrak 1978 dengan melakukan studi kelayakan dalam segi ekonomi.
- b) Mengetahui sistem pembangkit listrik tenaga angin yang akan diterapkan pada Gedung *office* PT. Altrak 1978.

2. LANDASAN TEORI



Gambar 1 Kurva Angin[3].

2.1 Energi Angin

Pada dasarnya angin terjadi karena adanya perbedaan suhu antara panas dan dingin. Angin merupakan udara yang bergerak, berpindah dan mengalir dari tempat yang dingin ke tempat yang panas dan dari tempat yang panas mengalir ke tempat yang dingin. Kurva daya angin adalah hal yang penting untuk menentukan spesifikasi dari turbin angin. Kurva daya angin ditunjukkan dengan hubungan antara kecepatan angin dan keluaran listrik generator. Kurva daya angin ideal yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 menunjukkan pembagian daerah kerja dari turbin angin. Berdasarkan Gambar 2.1 daerah kerja turbin

angin dapat dibagi menjadi 3 yaitu kecepatan cut-in, kecepatan angin rata-rata (kecepatan rating) dan kecepatan *cut out*.

Berdasarkan kecepatan rata-rata harian pada bulan Juni 2018 yang diperoleh dan diambil di sekitar belakang *office* PT. Altrak 1978 dimana daerah tersebut merupakan daerah tepi pantai, maka didapatkan rata-rata kecepatan angin di wilayah *office* PT. Altrak 1978 adalah 2.6 m/s. Data ini mendukung kedua data yang didapatkan dari satelit NASA dan BMKG Balikpapan bahwa angin yang didapatkan adalah sama. Sehingga dapat disimpulkan kecepatan angin rata-rata di Balikpapan dan di wilayah *office* PT. Altrak 1978 adalah antara 2-3 m/s. Turbin angin yang cocok untuk diterapkan pada gedung *office* PT. Altrak 1978 adalah turbin angin vertikal jenis rotor savonius dengan kecepatan cut in antara 1-3m/s.

Tabel 1 Data Kecepatan Angin Harian anemometer pada bulan Juni 2018

Tanggal	Kecepatan Angin (m/s)	Tanggal	Kecepatan Angin (m/s)
1	2,08	17	3,04
2	2,16	18	2,22
3	2,26	19	3,15
4	2,9	20	3,64
5	1,76	21	2,68
6	2,58	22	3,77
7	2,14	23	1,86
8	2,54	24	3,05
9	2,36	25	3,97
10	1,2	26	2,89
11	2	27	3,36
12	1,88	28	2,76
13	1,56	29	2,98
14	3,04	30	3,04
15	2,28	31	3,5
16	2,54	Rata-Rata	2,62

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Sebuah pembangkit listrik tenaga angin dapat dibuat dengan menggabungkan beberapa turbin angin sehingga menghasilkan listrik ke unit penyalur listrik. Listrik dialirkan melalui kabel transmisi dan didistribusikan ke rumah-rumah, kantor, sekolah, dan sebagainya. PLT Angin

adalah pembangkit listrik tenaga angin yang menggunakan Sistem Konversi Energi Angin (SKEA). Prinsip sederhana dari PLT Angin adalah energi angin akan memutar sudut turbin, energi kinetik yang ada pada angin kemudian diubah menjadi energi mekanik yaitu berupa putaran pada bilah yang terhubung pada *gearbox*. *Gearbox* ini yang berfungsi menambah kecepatan putar pada generator. Poros pada turbin terhubung ke generator. Rotor pada generator berputar dan terjadilah proses konversi energi mekanik menjadi energi listrik.

2.3 Perhitungan Komponen PLT Angin

Energi angin dapat dikonversi atau ditransfer ke dalam bentuk energi lain seperti listrik atau mekanik dengan menggunakan turbin angin. Oleh karena itu, bilah pada turbin angin sering disebut sebagai Sistem Konversi Energi Angin (SKEA). Salah satu komponen untuk mendapatkan jumlah komponen yang perlu dihitung pertama adalah menghitung daya angin. Daya adalah energi per satuan waktu.

a. Daya Angin.

$$P_{total} = mKe = m \frac{V_i^2}{2gc}$$

b. Massa aliran udara.

$$m = \rho AVi$$

c. Daya angin dikonversikan dari kecepatan angin dan luas area turbin angin.

$$P_{air} = \rho AVi^3$$

d. Daya angin sebelumnya maka dapat ditentukan daya total.

$$P_{total} = \frac{1}{2gc} \rho AVi^3$$

e. Daya maksimum

$$P_{maks} = \frac{8}{27} \rho AVi^3$$

f. Perhitungan Komponen Turbin

$$\text{Jumlah Turbin} = \frac{P_{beban}}{P_{nyata}}$$

g. Perhitungan Komponen Baterai

$$n_q = \frac{Q_{Tot}}{Q_{Bat}}$$

2.4 Aspek Biaya

Untuk mengetahui layak tidaknya sistem penilaian utama adalah pada aspek ekonomi yang akan menganalisis ekonomi dari pembangkit listrik tenaga angin di Gedung *office* PT. Altrak 1978. Aspek ekonomi yang diperhitungkan yaitu biaya Investasi pembangkit dan Recurring Cost yang digunakan untuk menganalisis kelayakan lainnya

a. Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost*)

$$LCC = C + MPW + RPW$$

b. Faktor Diskonto (*Discounting Factor*)

$$DF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

2.5 Biaya Energi (*Cost Of Energy*)

Biaya energi merupakan perbandingan antara biaya total per tahun dari sistem dengan energi yang dihasilkannya selama periode yang sama. Dilihat dari sisi ekonomi, biaya energi PLT Angin berbeda dari biaya energi untuk pembangkit konvensional.

a. Biaya awal (biaya modal) yang tinggi.

b. Tidak ada biaya untuk bahan bakar

c. Biaya pemeliharaan dan operasional rendah

d. Biaya penggantian rendah (terutama hanya baterai)

2.6 Teknik Analisa Kelayakan Investasi

Teknik analisa kelayakan investasi adalah usaha atau disebut juga *feasibility study* adalah kegiatan untuk menilai sejauh mana manfaat yang dapat diperoleh dalam melaksanakan suatu kegiatan usaha. Hasil analisis ini digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam mengambil keputusan, apakah menerima atau menolak dari suatu gagasan usaha.

a. *Net Present Value* (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+i)^t} - II$$

b. *Profitability Index* (PI)

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n NCF_t (1+i)^{-t}}{II}$$

c. *Discounted Payback Period (DPP)*

Investasi proyek akan dinilai layak apabila DPP memiliki periode waktu lebih pendek dari umur proyek.

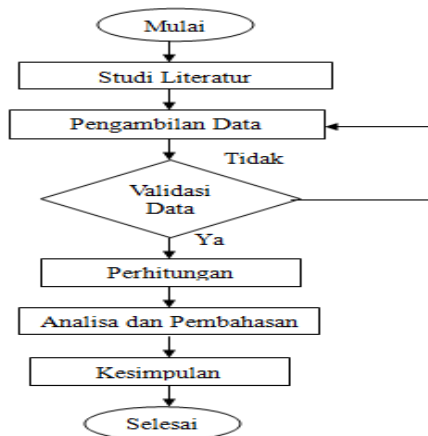
Investasi proyek belum dinilai layak apabila DPP memiliki periode waktu lebih panjang dari umur proyek.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Juni – Juli 2018 di gedung perkantoran PT. Altrak 1978 Balikpapan. Adapun data yang diperoleh mengenai data tersebut adalah data angin yang berasal dari *anemometer* dan BMKG, dan untuk data keperluan daya listrik setiap harinya akan di dapatkan dari dokumen resmi PT. Altrak 1978 Balikpapan.

3.2 Diagram Alir

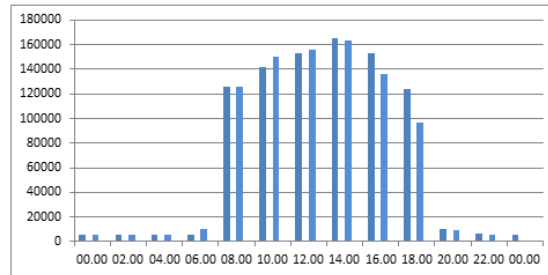


Gambar 2 Diagram Alir

Metode analisis yang digunakan secara kualitatif dan Sistematis.

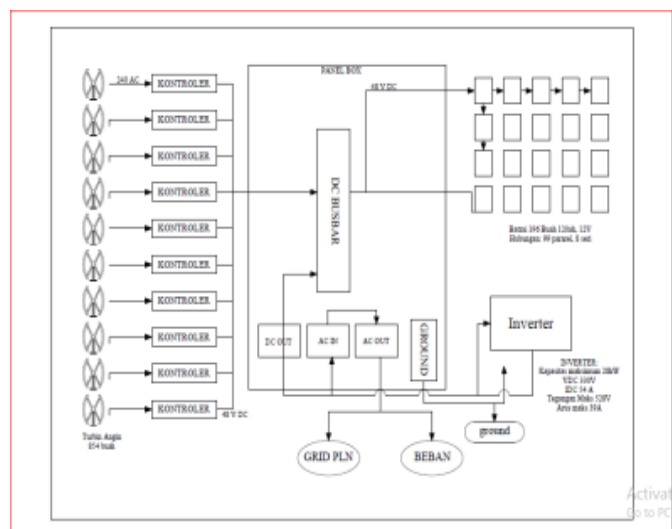
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kurva beban listrik harian gedung office PT. Altrak 1978



Gambar 3 Kurva beban harian gedung office PT. Altrak 1978

Beban total harian merupakan jumlah energi yang dibutuhkan oleh beban listrik gedung office PT. Altrak 1978 setiap harinya. Beban terpasang, daya terpasang, lama penggunaan beban, serta kebutuhan energi setiap hari pada gedung office PT. Altrak 1978.



Gambar 4. Skema PLT Angin
4.2 Analisis Ekonomi Sistem PLT Angin

Tabel 2 Biaya Investasi PLT Angin

Nama Komponen	Jumlah	Satuan	Harga	Total Harga
Turbin GTV 5kW	854	buah	Rp. 9.315.220,00	Rp. 7.955.197.880,00
Rectifier	854	buah	Rp. 325.000,00	Rp. 277.550.000,00
Baterai lead acid NPP	196	buah	Rp. 1.349.000,00	Rp. 264.404.000,00
Pergantian Baterai	2	kali	Rp.248.216.000,00	Rp. 496.432.000,00
Inverter 23kW	1	buah	Rp. 71.051.830,00	Rp. 71.051.830,00
Kabel Turbin-Kontroler	16	Roll	Rp. 105.000,00	Rp. 1.680.000,00
Kabel Rec-Busbar	30	Roll	Rp. 58.882,00	Rp. 1.766.460,00
Kabel Inverter-Beban	18	Roll	Rp. 630.000,00	Rp. 11.340.000,00
Kabel Baterai	2	Roll	Rp. 105.000,00	Rp. 210.000,00
Kabel ground	4	Roll	Rp. 72.100,00	Rp. 288.400,00
Instalasi	4	set		Rp. 10.500.000,00
Total Biaya				Rp. 9.090.420.570,00

Biaya investasi awal dalam perencanaan PLT Angin terdiri dari biaya pembelian turbin angin set generator PMSG, baterai, dan inverter. Keseluruhan informasi biaya investasi awal untuk setiap komponen PLT Angin didapatkan dengan mencari informasi dari internet dengan melihat *website* yang menjual komponen-komponen untuk sistem PLT Angin.

4.3 Analisis Kelayakan PLT Angin

Untuk memenuhi beban 10% didapatkan pada arus kas masuk PLT Angin pada tahun ke-20 bernilai negatif yaitu sebesar -Rp. 233.037.133,59. Pada beban 10% ini PLT Angin tidak layak dikembangkan pada gedung office PT. Altrak 1978.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dalam perencanaan pembangkit listrik ini dikatakan pembangkit belum layak untuk diterapkan di gedung *office* PT. Altrak 1978, karena PLT Angin ini membutuhkan turbin dan komponen yang sangat banyak sehingga dari segi biaya menghabiskan biaya yang besar.

2. Kecepatan angin yang ada di gedung *office* PT. Altrak 1978 adalah sebesar 2,0 m/s sehingga turbin yang cocok untuk dipasang di gedung *office* PT. Altrak 1978 adalah turbin angin sumbu vertikal dengan kecepatan kerja antara 1-3m/s yaitu TASW rotor savonius.

3. Jumlah turbin yang dipasang untuk gedung *office* PT. Altrak 1978 adalah sebanyak 854 buah turbin jenis 1 GTV 5200 watt yang diletakan di atap ketinggian lantai 4 gedung *office* PT. Altrak 1978, sehingga dari segi luas tidak dapat memadai untuk dilakukan instalasi.

5.2 Saran

1. Perlu adanya untuk penelitian lanjut mengenai konfigurasi PLT Angin ini terhubung ke grid.
2. Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai upaya yang dapat dilakukan agar waktu pengembalian modal lebih singkat dari umur proyek, sehingga menarik bagi masyarakat yang akan mengembangkan PLT Angin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Zooba,F Ahmed, Bansal, Ramesh.“Handbook of Renewable energi technology”, word scientific.2011.
- [2]. Daryanto.Y, “Kajian Potensi Angin untuk Pembangkit listrik Bayu”.Balai PPTAG—PT LAG.Yogyakarta.2007
- [3]. Rizkyan.Ganda Akbar, “Studi kelayakan pembangkit Listrik Tenaga Angin Laut untuk memenuhi penerangan jembatan Suramadu”.Jurnal Tugas akhir ITS.2009.
- [4]. Sahib,koussa, “Analysis for grid connected wind power system in the arid region”,IEEEjournal.2015
- [5]. Rashid, M.H., “Power Electronic Handbook”, Mc Graw, Hill New York, U.S.2001.
- [6]. Ghenau.chauki, “In tech wind energi”, Florida Atlantic University, U.SA.2008.
- [7]. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika(BMKG) Balikpapan, “Data kecepatan angin di Balikpapan tahun 2015 dan 2016”.Balikpapan.2016

- [8]. NASA, "Data Angin tahun 2015".<URL:
<https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/retscreen.cgi?email=rets%40nrcan.gc.ca&step=1&lat=1.1504266&lon=116.8258792&submit=Submit>>.2016
- [9]. PLN, "Tarif Dasar Listrik".<URL:
<http://www.PLN.co.id>>.2002
- [10]. Kolhe, M., Kolhe, S., Joshi, J.C, "Economic Viability of Stand-Alone Solar Photovoltaic System in Comparison with Diesel-Powered System for India". Energi Economics.India.2002
- [11]. Santiari. I Dewa Ayu, "Studi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai catu daya tambahan pada Industri Perhotelan di Nusa Lembongan Bali".Tugas Akhir Universitas Udayana.Bali.2011
- [12]. Wenqiang, L., Shuhua, G., Daxiong, Q, "Techno-Economics Assesment For Off-Grid Hybrid Generation Systems and Application Prospect in China". London : World Energi Council.2004
- [13]. Tingkat Suku Bunga kredit Bank.[URL:Http://www.bi.go.id](http://www.bi.go.id) .2016
- [14]. PLN.Persyaratan umum Instalasi Listrik(PUIL) "instalasi kabel listrik".2000
- [15]. Blueprint Pengolahan Energi Nasional. 2006-2025.