

SIMULASI *OFF GRID WIND TURBINE* UNTUK ANALISA EKONOMI BERBASIS *SOFTWARE HOMER*

Muhammad Affan Hanif Rafi'anto¹, Diah Arie Widhining K², Salma Imawati³.

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri, Kediri

E-mail: ¹affanhaniff@gmail.com, ²diahariewk@uniska-kediri.ac.id, ³salmailmawati@uniska-kediri.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Submitted:
July 09, 2024

Accepted:
July 13, 2024

Published:
July 31, 2024

ABSTRACT

This research explains how to use Homer software simulation to analyze investment in installing OFF GRID PLTB on a household scale. The economic value sought is a comparison of the calculated value of energy consumption factors, investment costs with energy production produced by wind turbine generators in the OFF GRID system for household scale so as to achieve efficient economic value. From the PLTB simulation design to meet electrical energy needs on a household scale, the simulation results of electrical energy production for a year can reach 4,713 kWh/year. Meanwhile, the return on investment or BEP from the results of the NPC and COE calculation parameter analysis occurred in the 14th year with a profit in energy production from installing alternative wind turbine generators for household scale power for a year amounting to IDR 22,721,560.00.

Keywords:

Software Homer, Net Present Cost, Cost of Energy, Break Event Point

Kata Kunci:

Software Homer, Net Present Cost, Cost of Energy, Break Event Point

ABSTRAK

Penelitian ini menjelaskan bagaimana menggunakan simulasi perangkat lunak *Homer* untuk menganalisa investasi pemasangan PLTB *OFF GRID* untuk skala rumah tangga. Nilai ekonomi yang dicari adalah perbandingan nilai perhitungan faktor konsumsi energi, biaya investasi dengan produksi energi yang dihasilkan oleh pembangkit turbin angin pada sistem *OFF GRID* untuk skala rumah tangga sehingga tercapainya nilai ekonomi yang efisien. Dari perancangan simulasi PLTB untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pada skala rumah tangga, hasil simulasi produksi energi listrik selama setahun bisa mencapai sebesar 4.713 kWh/tahun. Sedangkan pengembalian investasi atau BEP dari hasil analisa parameter perhitungan NPC dan COE terjadi di tahun ke-14 dengan keuntungan produksi energi dari pemasangan pembangkit alternatif turbin angin untuk daya skala rumah tangga selama setahun sebesar Rp.22,721,560.00.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Corresponding Author:

Muhammad Affan Hanif Rafi'anto,
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri
Jalan Sersan Suharmadji No. 38, Kota Kediri, Jawa Timur, Indonesia.
E-mail: affanhaniff@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Lebih dari 82% penggunaan energi di Indonesia berasal dari fosil atau minyak bumi, meskipun penggunaan energi tersebut sudah tidak efisien lagi karena menimbulkan berbagai dampak yang tidak ramah lingkungan [1]. Energi terbarukan dapat didefinisikan sebagai energi yang dapat dihasilkan kembali dengan cepat melalui proses alami. Salah satu sumber energi terbarukan yang berkembang pesat adalah energi angin. Selain fleksibel dalam penggunaannya, energi angin juga sering digunakan dalam bidang pertanian, perikanan, bahkan dapat digunakan untuk menghasilkan listrik [2][3][4].

Berdasarkan peraturan pemerintah No 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, target energi baru dan terbarukan minimal 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050. Target kapasitas PLTB pada tahun 2025 sebesar 255 MW. Sementara PLTB yang terpasang hingga tahun 2020 baru sekitar 135 MW, yang terdiri dari 75 MW terpasang di wilayah Sidrap dan 60 MW di wilayah Janeponto. Oleh karena itu, pengembangan energi angin masih menjadi tantangan nasional di Indonesia [8][9].

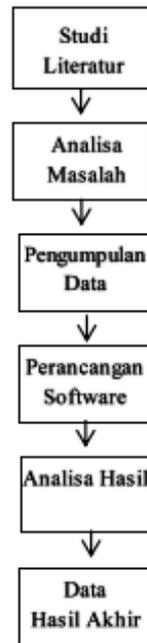
Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji aspek ekonomi PLTB *OFF GRID* dengan mengevaluasi *Net Present Cost (NPC)*, *Cost of Energy (COE)*, dan *Break Event Point (BEP)*, memahami dampak perubahan energi angin terhadap kinerja dan aspek finansial sistem pembangkit listrik tenaga angin *OFF GRID*, untuk mengetahui tingkat presisi simulasi *Homer* dalam memprediksi kinerja ekonomi PLTB Bayu *OFF GRID* dalam beragam skenario dan kondisi lingkungan. Metodologi penelitian ini menggunakan simulasi *software Homer Pro* untuk menganalisis daya, energi, dan kelayakan ekonomi pembangkit listrik berbasis EBT. Penelitian ini secara khusus menggunakan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin *Off-grid* yang memanfaatkan energi angin.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini memakai metode observasi yaitu metode penelitian secara langsung pada obyek penelitian dimana data yang diperoleh berdasarkan hasil identifikasi dilapangan/pengukuran. Dalam penelitian ini menjalankan *Software Homer*, *Software Homer* membutuhkan parameter yang menjadi input sebagai variabel kunci untuk proses simulasi yang berjalan pada aplikasi. Oleh karena itu, penting untuk terlebih dahulu merancang sistem *software homer* untuk menentukan nilai-nilai yang dimasukkan ke dalam perangkat lunak *homer*.

2.1. Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu dimulai dari studi literatur, analisis masalah, tahap persiapan, perancangan *software*, perancangan alat, pengujian alat dan data akhir hasil dari pengujian sistem. Pelaksanaan penelitian memerlukan alur penelitian agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan jadwal yang telah diuraikan. Salah satu bentuk alur penelitian adalah diagram, penelitian yang akan dilakukan menyerupai diagram alur di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

Berdasarkan diagram alur penelitian di atas, dimulai dengan studi literatur dengan membandingkan kajian teori perancangan - perancangan sebelumnya. Proses studi literatur yang dilakukan adalah mencari informasi mengenai penelitian yang akan dibuat dengan membaca jurnal, karya tulis ilmiah, buku, beberapa referensi artikel dari internet yang mendukung cara kerja serta sistem setiap perangkat yang digunakan. Analisis masalah ini adalah mengurangi pemakaian bahan bakar fosil dengan cara mengembangkan Energi Baru Terbarukan (EBT) contohnya PLTB. Pada diagram blok tahap persiapan ini ada beberapa kebutuhan bahan serta alat yang harus dipersiapkan agar perancangan berhasil sempurna. Pada diagram blok perancangan sistem software akan menggunakan Homer Pro sebagai tempat pemrograman alat, perancangan alat dan pengujian alat.

2.2. Alat dan Bahan

ada beberapa kebutuhan yang harus dipersiapkan agar perancangan berhasil sempurna. Kebutuhan kebutuhan yang harus dipersiapkan adalah sebagai berikut:

1. Laptop
2. Software Homer

2.3. Perancangan simulasi *wind turbin* dengan simulasi *Software Homer*

2.3.1. membuka jendela baru pada Software Homer

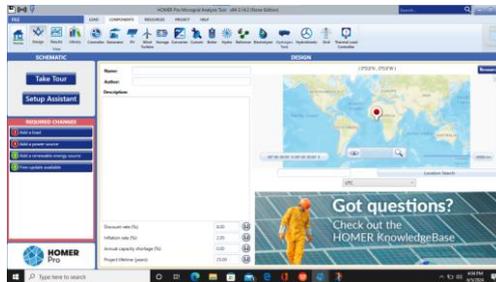
Pada saat membuka jendela *Software Homer* untuk memulai *project* simulasi pembangkit listrik tenaga Angin yaitu: Klik file kemudian klik *continue* pada *toolbar Software Homer*.



Gambar 3.2 Jendela Baru Software Homer

2.3.2. Membuat simulasi pembangkit

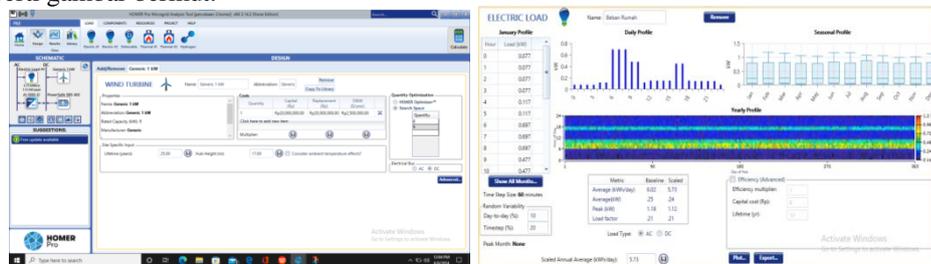
Setelah berhasil masuk ke dalam *Software Homer*, maka langkah selanjutnya untuk membuat simulasi pembangkit listrik tenaga angin adalah dengan menentukan atau memilih *components* yang akan di gunakan dalam perancangan simulasi pembangkit listrik tenaga angin dengan cara klik *components* pada *toolbar Software Homer*.



Gambar 3.3 Membuat simulasi pembangkit

2.3.3. Memberi inputan nilai atau harga *components* pada pembangkit.

Setelah menentukan *components* yang akan di gunakan untuk merancang pembangkit listrik tenaga angin seperti gambar berikut:

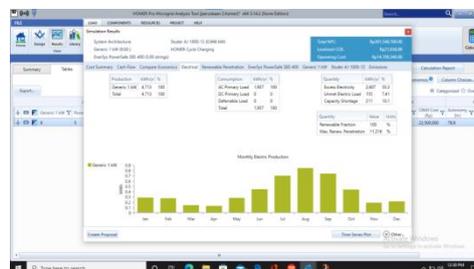


Gambar 3.4 Memberi inputan nilai atau harga *components* pada pembangkit.

Maka seperti yang terlihat pada gambar di atas langkah selanjutnya yaitu menginputkan harga *components* yang akan di gunakan untuk merancang pembangkit listrik tenaga angin. Selain memasukan harga *components* perlu juga memasukan data beban rumah untuk menentukan sepek *components* yang akan di pakai.

2.3.4. Simulasi

Setelah semua data di inputkan kedalam *Software Homer* seperti data beban rumah dan harga *components* yang akan di pakai maka langkah selanjutnya yaitu mensimulasikan perancangan pembangkit listrik tenaga angin dengan cara calculate, setelah perhitungan calculate berjalan akan dapat hasil dari simulasi tersebut.



Gambar 3.5 Simulasi menggunakan *Homer*

2.4. Data Beban Rumah

Data beban yang digunakan diambil dari survey di Dsn. Klintar Ds. Pelem Kec. Kertosono Kab. Nganjuk selama ini di Dsn. Klintar mendapat aliran listrik berasal dari PLN . Pembangkit listrik Tenaga Angin ini di

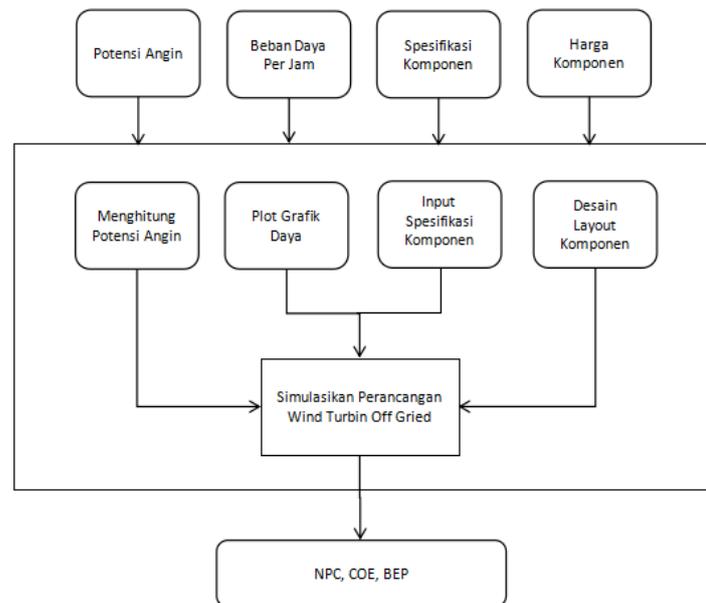
harapkan dapat membantu mengaliri listrik di Dsn Klinter . informasi umum beban listrik di rumah yang bertepatan di Dsn Klinter. dapat dilihat pada tabil berikut ini.

Tabel 3. 1 Data Beban Rumah

Nama Peralatan Listrik	Jumlah	Daya	Lama waktu Pemakaian Perhari (Jam)	Watt
Lampu Kamar Tidur	3	5	8	120
Lampu Kamar Mandi	1	5	5	25
Lampu Ruang Keluarga	1	10	8	80
Lampu Dapur	1	10	8	80
Lampu Teras	1	10	13	130
Kulkas	1	67	24	1608
Magic Com	1	300 Cook 50 Heat	1 8	300 400
Pompa Air	1	330	7	2310
Tv	1	35	9	315
Laptop	1	30	2	60
Seterika	1	300	1	300
Jumlah total beban energi keseluruhan				5728 Watt

2.5. Flowchart Pemodelan Sistem

Simulasi Pemodelan sistem pembangkit listrik tenaga angin yang bertempat di Dsn. Klinter Ds. Pelem Kec. Kertosono Kab. Nganjuk ini menggunakan perangkat lunak Homer.



Gambar 3.6 Flowchart Pemodelan Sistem

Pada flowchart diatas menjelaskan tentang tahapan penelitian meggunakan Software Homer yang akan ditulis oleh penulis. Dimulai dari mengumpulkan data dan menganalisa inetensitas kekuatan angin pada lokasi rumah yang akan di tinjau pada peneliian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Analisa Software Homer

Dalam bab ini, perangkat lunak *Software Homer* digunakan untuk desain dan analisa untuk pembuatan pembangkit listrik energi angin dengan menggunakan wind turbin. Perancangan ini bertujuan untuk menentukan

efisien ekonomi, dengan menggunakan energi angin untuk memperoleh pembangkit listrik tenaga angin. Perancangan ini memiliki masa operasional 25 tahun.

Secara garis besar sistem desain ini mencakup data beban energi listrik per hari (kWh), lokasi geografis, biaya komponen yang digunakan dan spesifikasinya. Gambar menunjukkan konfigurasi sistem utilitas listrik yang terdiri dari komponen seperti wind turbin, baterai, dan inverter. Data beban yang dimasukkan dalam satu hari, data spesifikasi dari inverter yang dibutuhkan, data baterai yang dimasukkan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan, dan data wind turbin merupakan data yang dibuat pada aplikasi Software Homer. wind turbin bertindak sebagai input DC yang terhubung ke baterai, yang tegangannya diubah menjadi tegangan AC oleh inverter sebelum dikirim ke beban listrik.

3.2. Hasil Simulasi

a. Konsumsi beban rumah

Berdasarkan data kWh meter konsumsi beban rumah harian 6,02 kWh/hari. Meskipun nilai ini diolah dari data penjualan listrik PLN, namun data konsumsi beban satu tahun yang dimasukkan untuk beban input adalah data hipotetis yang mendekati data PLN. Konsumsi daya rata-rata harian adalah 5,73kWh. Utilisasi tertinggi terjadi pada pukul 06:00 dengan output sebesar 0,7 kWp dan konsumsi daya selama setahun adalah 1.937 kW/yr.



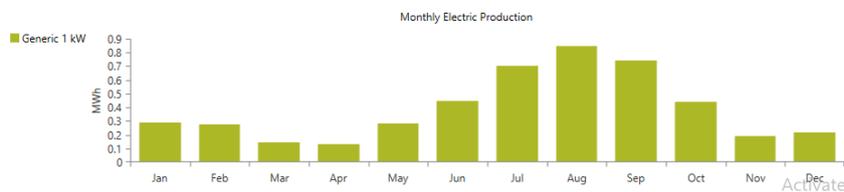
Gambar 4.1 Data Beban Rumah

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	1,937	100
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Total	1,937	100

Gambar 4.2 Consumsi Daya Listrik 1 Tahun

b. Hasil Production *electric* pada simulasi *Software Homer* wind turbin

Dari hasil simulasi *Software Homer* wind turbin didapatkan hasil production electric sebesar 4.713 kW/yr. Grafik hasil production elektrik *Software Homer* wind turbin dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.3 Production electric

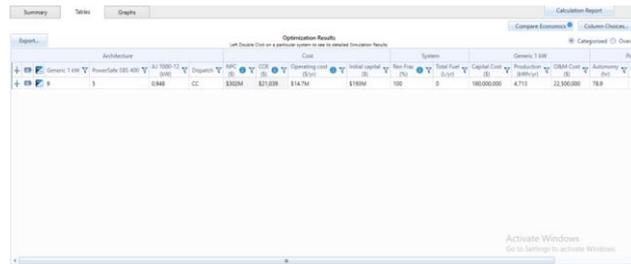
Production	kWh/yr	%
Generic 1 kW	4,713	100
Total	4,713	100

Gambar 4.4 Production electric 1 Tahun

Pada grafik di atas Dapat di lihat dari bulan jaunari-desember production electric terbesar terjadi pada bulan agustus dengan production sebesar 0,8 Mw, dan production electric terendah terjadi pada bulan april dengan production sebesar 0,1 Mw. Kecepatan angin sasangatlah berpengaruh terhadap productioion electric, seperti pada grafik di atas dapat terlihat perbedaan production electric perbedaan tersebut disebabkan oleh perbedaan kecepatan angin disetiap bulannya.

c. Hasil Simulasi Software Homer wind turbin

Hasil simulasi oleh *Software Homer* secara otomatis akan menghasilkan perhitungan oleh HOMER itu sendiri, yang bertujuan untuk mendapatkan nilai optimal untuk komponen yang dirancang. Komponen yang di rancang seperti wind turbin, baterai, dan inverter, seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.5 Hasil Simulasi Software Homer wind turbin

3.5. Analisa Nilai Ekonomi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Nilai parameter yang didapatkan dari **Gambar 4.5** dari Hasil Simulasi *Software Homer* sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Nilai Parameter

Parameter	Nilai
Produksi Energi (kWh/yr)	4,731
NPC (Rp)	301,548,689.61
COE (Rp/kWh)	21,038
Renewable Penetration (%)	100

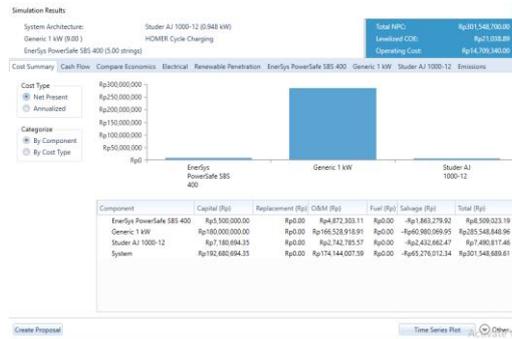
Nilai produksi konsumsi energi PLTS tahunan adalah 4,713 kWh. Hasil ini dapat dilihat pada **Gambar 4.6**.

Production	kWh/yr	%
Generic 1 kW	4,713	100
Total	4,713	100

Gambar 4.6 Production electric 1 Tahun

a. Nilai Net Present Cost

Net Present Cost (NPC) adalah penjumlahan total keseluruhan biaya pemasangan dan biaya operasional komponen dalam suatu proyek. Nilai NPC dapat dilihat pada **Gambar 4.7** sebesar Rp.301,548,689.61 Nilai ini didasarkan pada perhitungan *Software Homer* menggunakan parameter suku bunga sebesar 6% masa proyek selama 25 Tahun dan dapat dihitung menggunakan rumus berikut:



Gambar 4.7 Nilai Net Present Cost

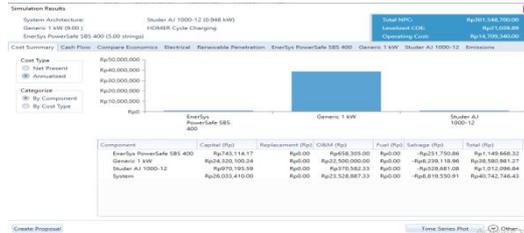
$$\text{Net Present Cost (NPC)} =$$

$$\text{Capital Cost} + \text{Replacement Cost} + \text{O\&M Cost} + \text{Fuel Cost} - \text{Salvage} \quad (2.1)$$

$$\text{NPC} = 192,680,694.35 + 0 + 174,144,007.59 + 0 - 65,276,012.34 = \text{Rp.}301,548,689.61$$

b. Nilai Cost of Energy

Cost of Energy (COE) adalah biaya pengeluaran yang dihasilkan energi listrik per kWh. Nilai COE untuk pembangkit listrik tenaga angin adalah Rp.21,038/ kWh. Data dari total biaya tahunan dan konsumsi daya tahunan disajikan pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.



Gambar 4.8 Nilai Cost of Energy

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	1,937	100
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Total	1,937	100

Gambar 4.9 Consumsi Daya Listrik 1 Tahun

$$\text{Cost of Energy (COE)} = \frac{C_{ann,tot}}{C_{served}} \quad (2.1)$$

$$\text{Cost of Energy (COE)} = \frac{40,742,746.43}{1,937} = \text{Rp.} 21,038/ \text{kWh}$$

c. Nilai Break even point

Break even point merupakan keadaan dimana nilai investasi dan pendapatan berada di titik 0, atau dapat dikatakan berada pada kondisi tidak mengalami kerugian dan tidak mengalami keuntungan. Nilai BEP diperlukan untuk dapat memperkirakan pada tahun ke berapa investor mulai mengalami keuntungan. Dikarenakan Software Homer tidak menghitung nilai BEP, maka digunakan perhitungan secara manual. Menurut persamaan untuk mencari nilai BEP dibutuhkan beberapa parameter yang ada pada Software Homer yaitu nilai pendapatan dari produksi energi yang dihasilkan selama setahun dan biaya total pemasangan wind turbin. Berikut perhitungan yang dihasilkan ketika terjadi BEP :

$$\begin{aligned} \text{Keuntungan per tahun} &= (\text{daya yang dihasilkan selama setahun} - \text{konsumsi daya selama setahun}) \times \\ &\quad \text{biaya per 1KWh} \\ &= (4,713 \text{ KWh/yr} - 1,937 \text{ KWh/yr}) \times \text{Rp.} 8,185 \\ &= \text{Rp.} 22,721,560.00 \end{aligned}$$

Dari hasil tersebut, keuntungan selama satu tahun adalah Rp.22,721,560.00 dibagi dengan biaya investasi awal sehingga menghasilkan nilai BEP untuk per tahun.

$$\text{Break Event Point (BEP)} = \frac{\text{Biaya Investasi awal}}{\text{Keuntungan Per tahun}} \quad (2.3)$$

$$\text{Break Event Point (BEP)} = \frac{\text{Rp. } 301,548,689.61}{\text{Rp. } 22,721,560.00} = 13,27 \text{ tahun}$$

Dari perhitungan Break Event Present dalam pemasangan PLTB dari biaya investasi awal sebesar Rp. 301,548,689.61 dengan keuntungan produksi Wind Turbin selama setahun sebesar Rp. 22,721,560.00 Maka kembalinya investasi awal pada pembangunan PLTB dapat dicapai dalam waktu 13,27 tahun dengan jangka waktu selama 25 tahun dan suku bunga 6%. Dan kisaran hasil keuntungan yang di peroleh selama jangka waktu 25 Tahun adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total keuntungan} &= (\text{Lifetime} - \text{Hasil BEP}) \times \text{Keuntungan biaya per Tahun} \\ &= (25 - 13,27) \times \text{Rp. } 22,721,560.00 \\ &= \text{Rp. } 26,652,389,880.00 \end{aligned}$$

Maka kisaran keuntungan yang di peroleh selama jangka waktu 25 Tahun dengan suku bunga 6% adalah sebesar Rp.26,652,389,880.00.

4. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan dengan *Software Homer* dan perhitungan manual. Maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dalam merancang simulasi PLTB untuk skala rumah tangga menggunakan *software Homer*, beberapa hal yang perlu dipertimbangkan adalah pemilihan lokasi yang tepat, dimensi turbin dan panel surya yang sesuai dengan kebutuhan energi rumah tangga, serta pemodelan sistem kelistrikan secara akurat. Penggunaan *software Homer* dapat membantu dalam menghitung estimasi produksi energi PLTB, menganalisis efisiensi sistem, dan memperkirakan biaya *investasi* yang diperlukan. Dengan memperhatikan aspek-aspek tersebut, pemilik rumah tangga dapat merancang simulasi PLTB yang efisien dan optimal untuk kebutuhan energi mereka.
2. Berdasarkan Hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan *Software Homer* di dapatkan nilai ekonomi NPC dari sekenario off-Grid sebesar Rp.301,548,689.61 sedangkan COE sebesar Rp. 21,038 per kWh, kemudian titik balik modal atau BEP dari hasil analisis parameter yang ada pada perhitungan terjadi di tahun ke-14 dengan pendapatan produksi wind turbin selama setahun sebesar Rp.22,721,560.00
3. Berdasarkan Hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan *Software Homer* dapat disimpulkan bahwa pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dapat memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga biasa di Dsn Klintar, Ds pelam, Kec Kertosono, Kab Nganjuk. Dengan Produksi Energi listrik oleh Wind turbin sebesar 4.713 kWh/tahun. Sedangkan kebutuhan listrik di rumah tangga biasa di Dsn Klintar, Ds pelam, Kec Kertosono, Kab Nganjuk 1.937 kWh/tahun. Dari data tersebut, angin dapat digunakan sebagai sumber energi listrik alternatif dan juga potensi angin berpengaruh terhadap kinerja dan ekonomi sistem *off grid wind turbine*.

5.2. Saran

1. Dalam penggunaan perencanaan sitem pembangkit simulasi *wind Turbine* untuk analisa ekonomi menggunakan *Software Homer* mungkin dapat ditingkatkan lagi dengan sistem pembangkit lain dan dengan menggunakan metode yang lain.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat meneliti lebih luas seperti diterapkan pada pembangkit tenaga lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sam and D. Patabang, “Studi Potensi Energi Angin Di Kota Palu Untuk Membangkitkan Energi Listrik,” *SMARTek*, vol. 3, no. 1, 2005.
- [2] I. Daut, M. Irwanto, Y. M. Irwan, N. Gimesh, N. S. Ahmad, and others, “Potential of wind speed for wind power generation in Perlis, Northern Malaysia,” *Telkomnika*, vol. 9, no. 3, p. 575, 2011.
- [3] Y. Daryanto, “Kajian potensi angin untuk pembangkit listrik tenaga bayu,” 2007.
- [4] M. Syakirman, A. Bintoro, and A. Hasibuan, “SIMULASI PERBAIKAN TEGANGAN DENGAN PEMASANGAN TURBIN ANGIN PADA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL KOTA LHOKSEUMAWE MENGGUNAKAN ETAP,” *J. Energi Elektr.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–5, 2018.
- [5] A. P. Tampubolon, J. C. Adiatma, F. Tumiwa, and J. Giwangkara, “Laporan Status Energi Bersih Indonesia,” IESR, Jakarta, 2019.
- [6] H. Suyono, D. O. Prabawanti, M. Shidiq, R.N. Hasanah, U. Wibawa, and A. Hasibuan, “Forecasting of Wind Speed in Malang City of Indonesia using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System and Autoregressive Integrated Moving Average Methods,” in *2020 International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power (ICT-PEP)*, 2020, pp. 131–136.