

Economic Analysis of Off-Grid Simulation of PV Array Installation for 900 VA Home Scale Based on Homer Software

Analisa Ekonomi Simulasi *Off-Grid* Pemasangan PV Array Untuk Skala Rumah 900 VA Berbasis *Software* Homer

Royb Fatkhur Rizal¹

¹Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri Kediri

E-mail: *¹royb.rizal@uniska-kediri.ac.id

Abstract – Households are consumers of the highest level of electricity consumption, as the population increases, the level of electricity consumption will increase. so it is necessary to look for new energy solutions through solar cells. However, in the use of solar cells, it is necessary to pay attention to its economic value. The study was carried out using the Homer software to simulate the installation of PV arrays for homes using an Off-Grid setup. The economic analysis discussed in this study is the effect of calculating the value of income, the expense of installing PV Arrays, and the consumption of electrical energy in the family is the subject of the economic analysis described. According to the modeling results using the Homer Software, the Break Event Point (BEP) occurs in the -13th year with a Net Present Cost (NPC) of Rp. 77.497.437 and a Cost of Energy (COE) of Rp. 1.968,71 per kWh.

Keywords — BEP, COE, homer, PV array

Abstrak – Rumah tangga merupakan konsumen tingkat konsumsi energi listriknya yang paling banyak, seiring kenaikan populasi maka akan meningkatkan tingkat konsumsi energi listrik. sehingga perlu dicarikan solusi energi baru melalui *solar cell*. namun dalam pemanfaatan *solar cell* perlu diperhatikan mengenai nilai ekonomisnya. Penelitian yang dilakukan berupa simulasi pemasangan PV Array untuk rumah tangga dengan sistem *Off-Grid* dengan perangkat lunak *Homer*. Analisa ekonomi yang dibahas pada penelitian ini merupakan pengaruh perhitungan nilai pendapatan, biaya pemasangan PV Array dan konsumsi energi listrik pada rumah tangga. Pada hasil simulasi dengan *Software Homer* didapatkan *Net Present Cost* (NPC) sebesar Rp.77.497.437 sedangkan untuk *Cost of Energy* (COE) sebesar Rp. 1.968,71 per kWh kemudian dari kedua nilai tersebut dapat ditentukan *Break Event Point* (BEP) yaitu terjadi pada tahun ke -13.

Kata Kunci — BEP, COE, homer, PV array

1. PENDAHULUAN

Rumah tangga merupakan konsumen tingkat konsumsi energi listriknya yang paling banyak, seiring kenaikan populasi maka akan meningkatkan tingkat konsumsi energi listrik. Dengan pertimbangan tersebut perlu adanya solusi untuk mengimbangi kenaikan energi listrik dengan pemakaian energi baru terbarukan, salah satunya adalah pemanfaatan energi dari sinar matahari dengan cara pemasangan fotovoltaiik atau *solar cell* di kalangan masyarakat khususnya rumah tangga [1]. Perkembangan teknologi sekarang banyak membahas tentang pemanfaatan energi sinar matahari sebagai energi alternatif untuk mengurangi pemakaian energi listrik dari bahan bakar fosil [1]. Dengan kemajuan teknologi tersebut perlu adanya kontribusi dari masyarakat untuk beralih menggunakan energi matahari sebagai sumber energi untuk menghasilkan listrik dengan cara pemakaian teknologi fotovoltaiik

atau panel surya sebagai komponen yang dapat menyuplai energi listrik di rumah tangga [1]. Pemanfaatan energi baru terbarukan memiliki peran penting untuk meningkatkan nilai sosial, ekonomi, dan lingkungan [1]. Pada akhirnya peran tersebut akan mendukung kegiatan masyarakat sehingga akan berdampak terhadap kesejahteraan bagi masyarakat khususnya skala rumah tangga.

Pengadaan energi baru terbarukan juga sebagai langkah pemerintah untuk pemerataan aliran listrik hingga pelosok daerah sehingga dapat dengan mudah tercapainya pemerataan kondisi ekonomi masyarakat [2]. Namun, dalam pemanfaatan energi ini banyak faktor yang harus menjadi perhatian, selain itu sebagian besar negara di dunia telah memiliki kesadaran akan pentingnya pemanfaatan energi baru terbarukan untuk kebutuhan hidup manusia yang berkelanjutan kedepannya [2].

Dari penelitian yang sudah dilakukan yaitu perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya *On-Grid* hunian konvensional 450 VA menggunakan *software Homer* [3]. Perancangan dilakukan dengan cara merancang sistem fotovoltaik yang terhubung dengan *grid* [3]. Berdasarkan hasil optimasi, konfigurasi sistem dapat memenuhi kebutuhan daya sekitar 42% untuk konsumsi harian dengan total biaya NPC sekitar 38 juta selama periode pengembalian 4 tahun [3]. Sedangkan penelitian ini membahas tentang bagaimana analisa ekonomi terhadap pemasangan *PV Array Off-Grid* untuk skala rumah tangga dengan metode perhitungan nilai pada sistem menggunakan jenis profil suplai energi dari pemasangan *PV Array* dan nilai ekonomi dari hasil perhitungan menggunakan *software Homer* [4]. *Software Homer* digunakan untuk menganalisis perilaku fisik sistem tenaga dan biaya siklus hidupnya, yang mencakup biaya pemasangan atau modal dan biaya pengoperasian selama masa hidup pembangkit listrik tersebut [5]. Nilai hasil perhitungan faktor ekonomi untuk pemakaian energi pada sistem *Off-Grid* rumah tangga tersebut akan dibandingkan dengan biaya pemasangan *PV Array*. Diharapkan energi yang didapatkan dan waktu pengembalian investasi awal akan menghasilkan referensi nilai ekonomi yang efisien bagi konsumen rumah tangga.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Blok Diagram Perancangan Simulasi

Dalam melaksanakan penelitian ini, menggunakan simulasi untuk analisis ekonomi agar dapat mengetahui pengaruh bunga terhadap nilai NPC, COE dan BEP. NPC dianggap lebih andal sebagai parameter ekonomi dan dihitung menggunakan persamaan 1 [6].

$$NPC = \frac{C_T}{CRF(i,n)} \dots\dots\dots(1)$$

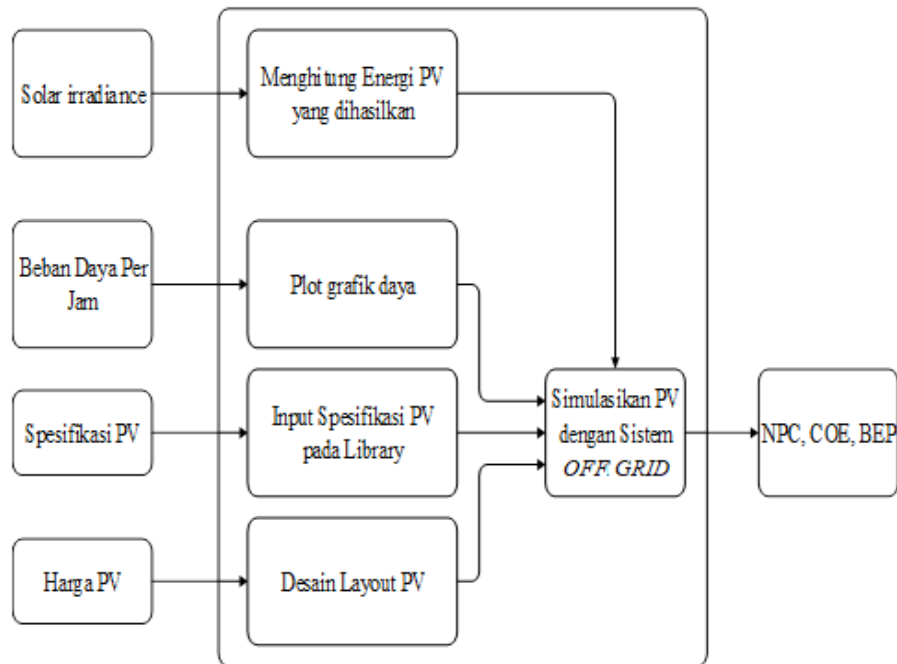
Dimana C_T adalah total biaya tahunan (Rp/tahun), i adalah tingkat bunga riil tahunan (%), n adalah umur proyek, CRF adalah faktor pemulihan modal, yang dihitung menggunakan persamaan 2.

$$CRF(i,n) = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \dots\dots\dots(2)$$

Biaya rata-rata produksi energi listrik efektif per kWh (ET), yang disebut biaya energi rata-rata (COE), ditentukan oleh persamaan 3 [7].

$$COE = \frac{C_T}{E_T} \dots\dots\dots(3)$$

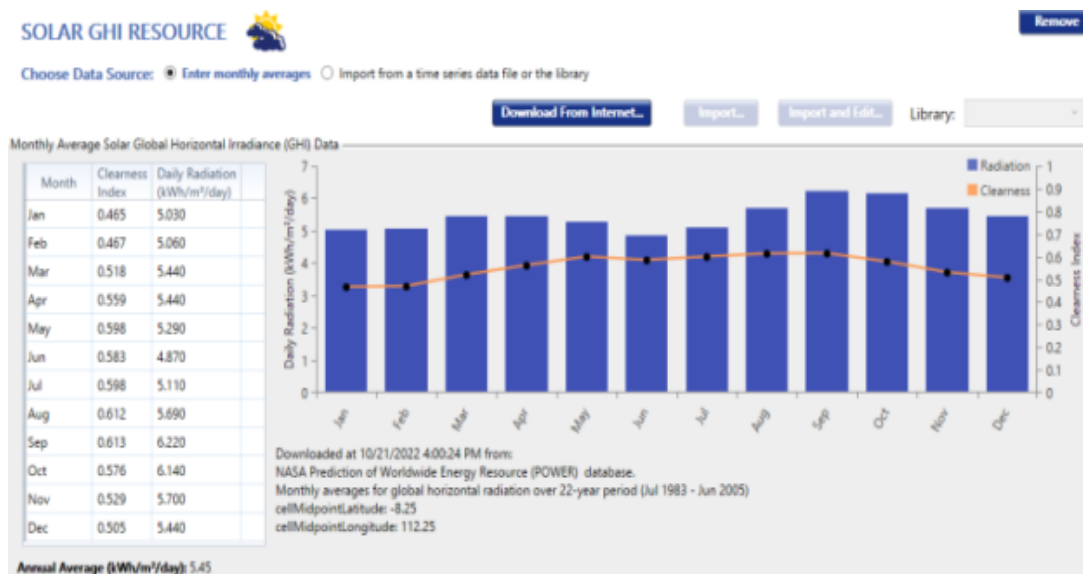
BEP dipergunakan untuk melakukan analisa proyeksi berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal awal. BEP diperoleh jika total biaya sama persis dengan total pendapatan [8]. Dalam penelitian ini perancangan simulasi didasarkan dari potensi energi matahari pada daerah rumah tangga tersebut dalam menghasilkan energi listrik tiap bulan dan tahun secara periodik [4]. Adapun blok diagram perancangan simulasi untuk analisis ekonomi disajikan oleh Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Blok Diagram Perancangan Simulasi

2.2. Potensi Radiasi Matahari

Untuk mengetahui potensi radiasi sinar matahari dapat menggunakan *Tool* dari *Software Homer* dengan menentukan titik lokasi dengan memakai peta. Pada aplikasi tersebut secara otomatis mengunduh potensi sumber daya energi sinar matahari yang diperlukan untuk penelitian [4]. Tempat penelitian dan pengambilan data diambil dari salah satu Rumah Kelurahan Kepanjen Kidul, Kota Blitar. Potensi radiasi yang didapatkan diperoleh intensitas radiasi matahari rata-rata setiap bulannya 5,45 (kWh/m²/hari). Seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil survei potensi radiasi matahari tersebut dipakai untuk memutuskan daya panel surya yang akan dipakai.



Gambar 2. Potensi Radiasi Matahari

2.3. Jumlah Pemakaian Beban

Pemakaian beban setiap harinya dihitung berdasarkan waktu pemakaian dan daya masing-masing peralatan di rumah, ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut.

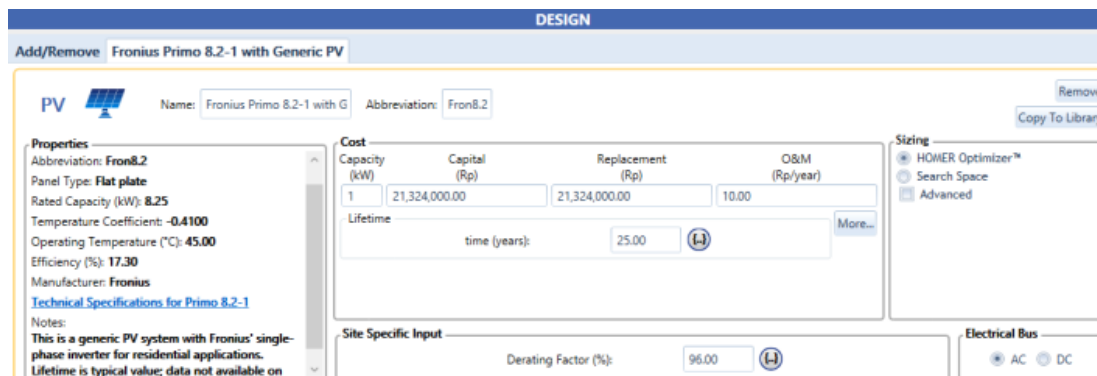
Tabel 1. Konsumsi Energi Listrik Per Hari

Waktu (Jam)	Daya Peralatan (Watt)	Total Pemakaian Daya (Watt)
00.00-05.00	143	715
05.00-08.00	745	1.795
08.00-16.00	471	3.971
16.00-24.00	153	818
Jumlah Daya (Watt)	1.512	7.299

Pada tabel diatas menjelaskan asumsi jumlah pemakaian daya setiap hari pada rumah tangga. Perhitungan jumlah pemakaian daya dan waktu tersebut digunakan sebagai dasar penentuan daya komponen panel surya beserta kelengkapannya seperti inverter, baterai dan komponen lainnya saat pemasangan panel surya atau PV Array untuk kalangan rumah tangga pada umumnya.

2.4. Spesifikasi Komponen PV Array

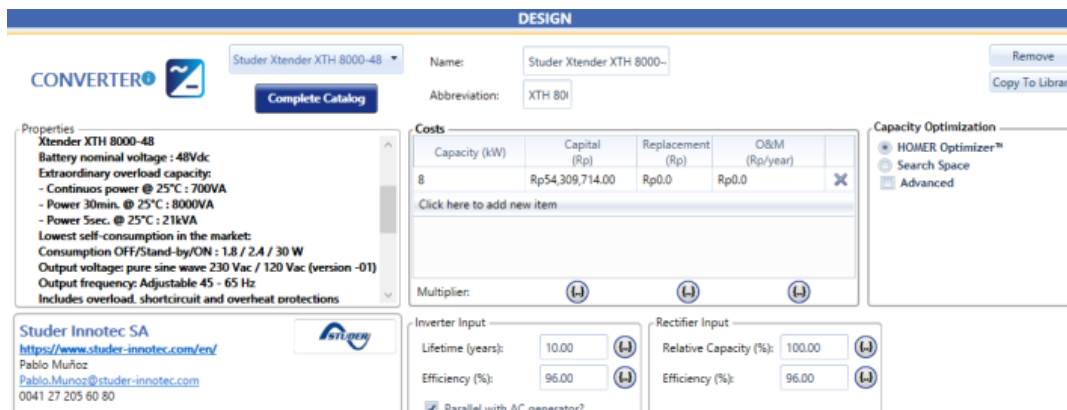
Spesifikasi komponen mempengaruhi *Net Cost Percentage* (NPC) dan hasil simulasi yang dijalankan oleh *Software Homer* [4]. Rincian biaya komponen *PV Array*, Inverter dan baterai didasarkan pada harga pasar dari *Amazon*, *Solaris-Shop* dan *Web Technical* yang terhubung langsung pada *Software Homer* sehingga dapat diketahui kisaran harga, dan *Data sheet*-nya secara langsung. Panel surya yang digunakan disesuaikan dengan pemakaian beban pada rumah tangga tersebut. Kesesuaian daya komponen merupakan salah satu hal yang penting untuk tahapan awal merancang simulasi dengan *Software Homer*. Pada perancangan simulasi ini pemilihan jenis photovoltaik didasarkan nilai daya, tipe dan harga yang bisa dijangkau oleh masyarakat pada umumnya. Spesifikasi solar panel yang dipilih merk *Fronius Primo 8.2-1* dengan nominal *output* 8,2 kW, spesifikasi selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Spesifikasi *PV Array*

2.4.1. Inverter

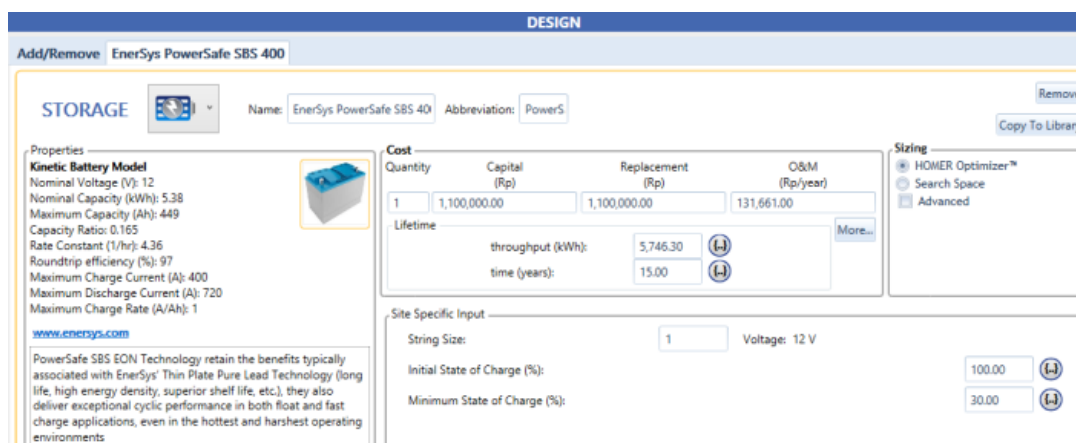
Pada perancangan simulasi inverter yang digunakan merk *StuderXtender XTH 8000-48* dengan nominal *input* baterai 48 Vdc dan range tegangan *input* diantara 38-68 Vdc. Adapun spesifikasi lainnya dapat ditunjukkan pada gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 4. Spesifikasi Inverter

2.4.2. Baterai

Untuk simulasi ini baterai yang dipakai merk *EnerSys Power Safe SBS 400* dengan kapasitas 5.38 kWh dengan tegangan nominal 12Vdc 400A. Adapun spesifikasi harga dan lainnya dapat dilihat pada gambar 5 dibawah.

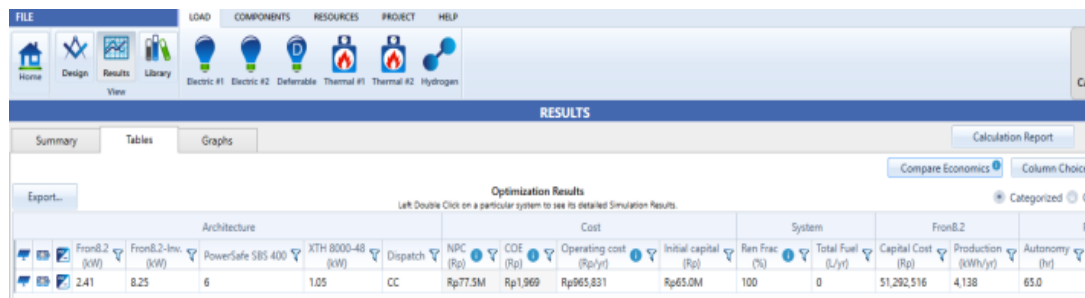


Gambar 5. Spesifikasi Baterai

Untuk pemasangan *PV Array* selalu mengalami perubahan nilai tegangan dan arus, hal tersebut disebabkan karena adanya pengaruh nilai radiasi matahari yang berubah setiap hari, akhirnya menyebabkan kinerja dari panel surya tidak optimal [4]. Selain itu pada pengisian baterai diperlukan nilai tegangan dan arus yang konstan sehingga digunakan *Solar Charger Controller* yang memiliki fungsi untuk mengatur arus saat pengisian serta mengatur kelebihan tegangan sehingga tegangan dan arus supaya konstan untuk menjaga umur dari baterai tersebut [4].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

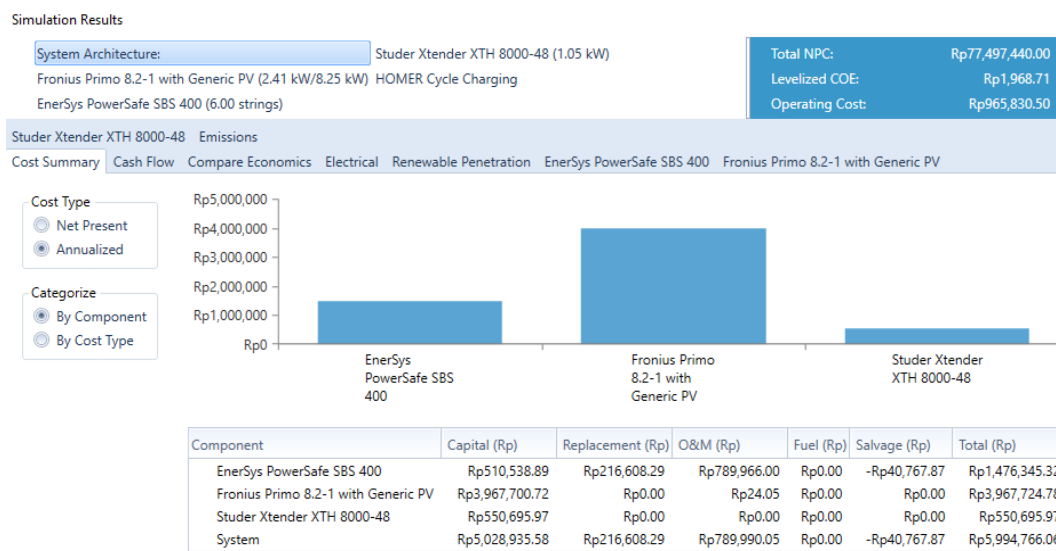
Hasil simulasi secara otomatis dihasilkan oleh *Software Homer* sendiri dengan tujuan mengoptimalkan bagian yang dirancang. Untuk perancangan simulasi dengan metode skenario *Off-Grid* yaitu tidak terhubung dengan jaringan PLN seperti pada gambar 6 sebagai berikut.

Gambar 6. Simulasi *Off-Grid*

Hasil simulasi merupakan skenario analisis dengan perangkat lunak *Homer* dimana parameter suku bunga per tahun yang digunakan adalah sebesar 6%, sehingga nilai NPC, COE dan BEP yang dihasilkan dapat bervariasi [9].

3.1. Nilai Net Present Cost

Net Present Cost (NPC) diperoleh dari penjumlahan total keseluruhan biaya pemasangan dan biaya operasional komponen dalam suatu proyek [9]. Pada gambar 7 dijelaskan hasil perhitungan NPC dan COE.

Gambar 7. Hasil Simulasi *Off-Grid*

Skema perhitungan dari total biaya maka didapatkan nilai NPC diperoleh sebesar Rp. 77.497.437,47 total biaya yang harus dikeluarkan oleh pengguna dalam mengaplikasikan sistem *Off-Grid* menggunakan parameter suku bunga sebesar 6% masa proyek selama 25 tahun [4][9]. Dari nilai yang didapatkan modal biaya pemasangan *PV Array* untuk skala rumah tangga sangat besar namun biaya investasi awal tersebut akan kembali dalam beberapa tahun.

3.2. Nilai Cost Of Energy (COE)

Cost of Energy (COE) merupakan biaya pengeluaran yang dihasilkan energi listrik per kWh atau dapat diartikan sebagai biaya rata-rata per kWh dari produksi energi listrik yang dipakai oleh sistem [5]. Dari simulasi, COE dapat dicari dengan cara nilai pendapatan produksi energi listrik tahunan dibagi dengan total konsumsi energi listrik yang dipakai oleh sistem. Pada gambar 6, nilai COE yang diperoleh dari perhitungan *Software Homer* adalah Rp 1.968,71 per kWh.

3.3. Nilai Break Even Point (BEP)

Break even point merupakan suatu kondisi dimana nilai investasi dan pendapatan berada pada titik nol, atau dapat dikatakan berada pada keadaan yang tidak mengalami kerugian serta tidak mengalami keuntungan [5]. Nilai BEP dibutuhkan untuk dapat melakukan perkiraan pada tahun ke berapa investor mulai mengalami keuntungan. Menurut persamaan untuk memperoleh nilai BEP diperlukan beberapa parameter yang ada pada *Software Homer* yaitu nilai pendapatan dari produksi energi yang dihasilkan dalam setahun dan total biaya pemasangan *PV Array* [10]. Pada hasil simulasi tersebut pendapatan setiap tahunnya sebesar Rp 5.994.776 kemudian dibagi dengan biaya investasi awal sehingga menghasilkan nilai BEP. Untuk biaya investasi awal sebesar Rp77.497.437 maka diperoleh nilai BEP untuk pemasangan *PV Array* untuk rumah tangga atau kembalinya biaya investasi awal pemasangan dapat dicapai dalam waktu 12,9 tahun atau terjadi pada tahun ke-13 setelah pemasangan *PV Array*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan dengan *Software Homer* dapat disimpulkan bahwa produksi energi listrik oleh *PV Array* sebesar 4.138 kWh/tahun sedangkan untuk pemakaian rata-rata konsumsi energi listrik pada rumah tangga sebesar 3.045 kWh/tahun, hasil perbandingan kedua nilai tersebut terdapat selisih daya yang diproduksi. Sedangkan dari nilai ekonomi nilai NPC dari skenario *Off-Grid* sebesar Rp. 77.497.437 sedangkan COE sebesar Rp 1.968,71 per kWh, kemudian titik balik modal atau BEP dari hasil analisa dan parameter yang ada pada perhitungan terjadi di tahun ke-13 dengan pendapatan produksi *PV Array* selama setahun sebesar Rp. 5.994.766.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C.Y. Wu dan M.C. Hu, "The Development Trajectory and Technological Innovation Capabilities in The Global Renewable Energy Industry," Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), 2015, hal. 2574-2580.
- [2] K. Pratomo, "Pemanfaatan sensor BH 1750 terhadap intensitas cahaya matahari untuk mengatur gerak dan mengetahui optimasi solar tracking panel," vol. 1, no. 1, pp. 96–100, 2021.
- [3] B. S. Aprillia and M. A. Foury Rigoursyah, "Design On-Grid Solar Power System for 450 VA Conventional Housing using HOMER Software," IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., vol. 771, no. 1, 2020.
- [4] B. Bagaskoro, J. Windarta, and Denis, "Perancangan Dan Analisis Ekonomi Teknik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off-grid Menggunakan Perangkat Lunak Homer Di Kawasan Wisata Pantai Pulau Cemara," TRANSIENT J. Ilm. Tek. Elektro UNDIP, vol. 8, no. 2, pp. 152–157, 2019.
- [5] T.H. Knowledgebase, H. Professional, Q. Start, "HOMER Help Manual HOMER
- [6] M. Haratian, P. Tabibi, M. Sadeghi, B. Vaseghi, dan A. Poustoudoz, "A renewable energy solution for stand-alone power generation: A case study of KhshU Site-Iran," *Renew Energy*, vol. 125, 2018, doi: 10.1016/j.renene.2018.02.078.
- [7] A.H. Mamaghani, S. Escandon, B. Najafi, A. Shirazi, F. Rinaldi, Techno-economic feasibility of photovoltaic, wind, diesel and hybrid electrification systems for off-grid rural electrification in Colombia, *Renew. Energy* 97 (2016) 293e305.
- [8] E. Radwitya dan A. Akhdiyatul, "Kajian Ekonomis PLT-Angin dan PLTS untuk Penerangan Jalan Umum (PJU)," *ELKHA*, vol. 10, no. 1, 2019, doi: 10.26418/elkha.v10i1.25329.
- [9] Help Manual," 2015. B. A. Pramudita, B. S. Aprillia, and M. Ramdhani, "Analisis Ekonomi on-Grid PLTS untuk Rumah 2200 VA," *J. List. Instrumentasi dan Elektron. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 23–27, 2021.

- [10] Manullang Tua Ragidup, N. Agung, and S. W. Enda, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Software Homer Di Departemen Teknik Industri Universitas Diponegoro,” vol. 9, no. 2, pp. 148–156, 2020.