



Studi Pengaruh Sistem *On Grid* Terhadap Keekonomisan Pemakaian Daya Listrik

Sepannur Bandri

Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang, Indonesia
E-mail: sepannurbandria@yahoo.com

Informasi Artikel

Diserahkan tanggal:

28 November 2020

Direvisi tanggal:

18 Desember 2020

Diterima tanggal:

15 Januari 2021

Dipublikasikan tanggal:

31 Januari 2021

Digital Object Identifier:

10.21063/JTE.2021.31331003



Abstrak

Pertumbuhan penduduk dunia setiap tahun semakin meningkat hal ini mengakibatkan konsumsi energi listrik juga meningkat setiap tahunnya. Dari data yang dirilis Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tanggal 9 Januari 2020, konsumsi listrik dari tahun 2015 sampai tahun 2020 mengalami peningkatan sekitar 79%. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu jenis sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan tahan lama. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan konsumsi energi listrik yang bersumber dari PLN 1300VA dengan PLTS berkapasitas 4x300 WP dari segi keekonomisan biaya dari kedua sumber listrik. Metode penelitian yang digunakan dengan menghitung *Net Present Cost* (NPC), *Renewable Penetration*, dan *Cost of Energy* (COE) menggunakan *software HOMER*. Hasil penelitian ini didapatkan nilai NPC atau biaya keseluruhan untuk 10 tahun yang akan datang, NPC PLN sebesar Rp 16.900.000,00 sedangkan NPC pada sistem *hybrid* sebesar Rp 35.100.000,00. Dari data tersebut didapatkan persentase perbandingan ekonomisnya mencapai 48%. Maka didapatkan nilai ekonomis pada penggunaan PLTS 4x300 WP.

Kata kunci: PLTS, NPC, konsumsi energi, biaya listrik

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dunia setiap tahun semakin meningkat hal ini mengakibatkan konsumsi energi listrik juga meningkat setiap tahunnya. Hampir semua aktivitas manusia menggunakan energi listrik pada saat ini. Dari data yang dirilis Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tanggal 9 Januari 2020, konsumsi listrik dari tahun 2015 – 2020 mengalami peningkatan sekitar 79%. Konsumsi listrik terbesar di Indonesia didominasi oleh pemakaian listrik rumah tangga [1]. Kapasitas pembangkit tenaga listrik sampai dengan tahun 2018 mencapai 64,5 GW atau naik sebesar 3% dibandingkan kapasitas tahun 2017. Kapasitas pembangkit listrik yang terpasang pada tahun 2018 berasal dari pembangkit energi fosil khususnya batu bara (50%), gas bumi (29%), BBM (7%) dan energi terbarukan (14%). Berkurangnya total produksi energi fosil terutama minyak bumi serta pengurangan emisi gas rumah kaca mendorong Pemerintah untuk meningkatkan peran energi baru dan terbarukan sebagai cara untuk menjaga ketahanan dan kemandirian energi.

Potensi energi terbarukan di Indonesia yang telah digunakan sampai saat ini mencapai ekuivalen 442 GW digunakan pada pembangkit listrik, sedangkan Bahan Bakar Nabati (BBN) dan Biogas sebesar 200.000 BPH digunakan bagi keperluan bahan bakar berbagai sektor seperti transportasi, rumah tangga, komersial dan industri. Kondisi keterbatasan sumber energi tersebut saat ini semakin meningkatkan kebutuhan energi dunia dari tahun ketahun, serta tuntutan untuk melindungi bumi ini dari pemanas global dan polusi pencemaran lingkungan membuat tuntutan untuk mewujudkan teknologi baru bagi sumber energi yang terbarukan [2]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu jenis sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan tahan lama karena sumber energi ini memanfaatkan cahaya matahari atau energi surya yang berasal dari alam. Potensi energi surya di Indonesia sangatlah besar yaitu sekitar 4,8 kWh/m² setara dengan 112.000 GWP, namun baru dimanfaatkan sekitar 10 MWP.

Pada saat ini banyak masyarakat masih memanfaatkan sumber energi yang berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Akan tetapi sumber listrik dari PLN memiliki batas daya tertentu dan tidak dapat

diperkirakan listrik tersebut menyala secara terus-menerus. Untuk biaya pemakaian listrik pada PLN biasanya dihitung per bulan dari awal pemakaian listrik yang biasa meningkat setiap bulan maupun tahunnya, sedangkan apabila menggunakan PLTS sebagai sumber energi alternatif membutuhkan biaya untuk pembelian bahan serta pemasangan instalasinya secara keseluruhan [3]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu sumber daya yang cukup menjanjikan di Indonesia. Energi yang dikeluarkan oleh sinar matahari diterima oleh permukaan bumi sebesar 51% dari total energi pancaran matahari. Pada siang hari yang cerah radiasi sinar matahari mampu mencapai 1000 watt/m^2 . Jika sebuah alat semikonduktor (modul sel surya) seluas 1 m^2 memiliki efisiensi 10% maka modul sel surya ini mampu memberikan tenaga listrik sebesar 100 Watt [4].

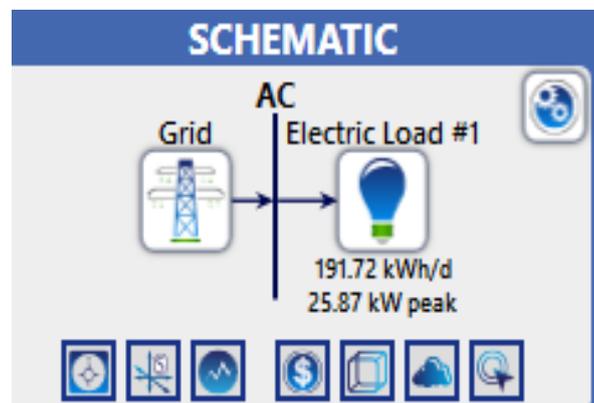
Berdasarkan PERPRES No. 8 tahun 2011 pemerintah melalui Perusahaan Listrik Negara (PLN) membagi tarif dasar listrik untuk keperluan rumah tangga menjadi tiga golongan, yaitu golongan rumah tangga kecil (450 VA – 2200 VA), golongan rumah tangga menengah (3500 VA – 5500 VA) dan golongan rumah tangga besar (6600 VA ke atas). Penetapan Tarif Dasar Listrik (TDL) selalu mengalami perubahan setiap beberapa tahun. Pada tahun 2020 ini TDL untuk rumah tangga kecil rata-rata Rp 1.467,- jika di kalkulasi untuk penggunaan 10 tahun yang akan datang tentu akan mengalami kenaikan dan biaya pemakaiannya juga akan semakin meningkat [5].

Paper ini menjelaskan tentang studi pengaruh sistem *on grid* terhadap keekonomisan pemakaian daya listrik menggunakan simulasi dengan *software HOMER*. Pada Paper ini diambil sampel tarif daya golongan rumah tangga kecil dengan tarif daya 1300 VA, karena rumah tangga dengan daya tersebut merupakan golongan dengan ekonomi menengah ke atas dan dirasa mampu untuk membangun PLTS mandiri. Untuk melihat pengaruh keekonomisan pemakaian daya listrik digunakan PLTS dengan kapasitas $4 \times 300 \text{ WP}$. Perhitungan nilai ekonomis yang digunakan untuk pemakaian 10 tahun mendatang, hal ini di karenakan *life-time* dari *photovoltaic* yang digunakan hanya 10 tahun, kemudian *photovoltaic* tersebut harus diganti dan harga *photovoltaic* 10 tahun mendatang juga akan berubah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh sistem *on grid* terhadap keekonomisan pemakaian daya listrik. Untuk menganalisa keekonomisan sistem *on grid* tersebut penulis menggunakan *software HOMER* yang dapat digunakan secara *online*.

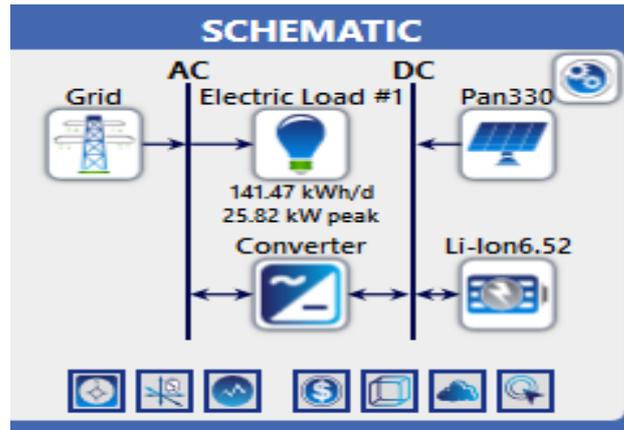
2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan simulasi untuk menghitung dan menganalisa pengaruh sistem *on grid* terhadap keekonomisan pemakaian daya listrik. Proses simulasi dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *HOMER* untuk melihat nilai ekonomis dari pemakaian listrik PLN 1300 VA dengan PLTS berkapasitas $4 \times 300 \text{ WP}$ sistem *on grid*. Pengambilan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data dengan mengambil data beban listrik PLN di rumah tangga pada rumah yang dijadikan lokasi *eksperiment* untuk melakukan rekapitulasi kebutuhan beban listrik PLN di rumah tangga, selanjutnya melakukan perhitungan jumlah *photovoltaic* yang akan digunakan. Data intensitas cahaya matahari diperoleh dari *website* NASA dan solar energi database yang bisa langsung unduh di *software HOMER*. Data harga komponen diperoleh dari *website* yang menyediakan komponen listrik secara *online*.

Penggunaan komponen dibagi menjadi 2 skema yaitu pada skema 1 menggunakan *grid* PLN dan beban saja yang dapat dilihat pada gambar 1. dan pada skema 2 menggunakan *grid*, beban, *photovoltaic*, baterai, dan konverter dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1. Rancangan Skema 1

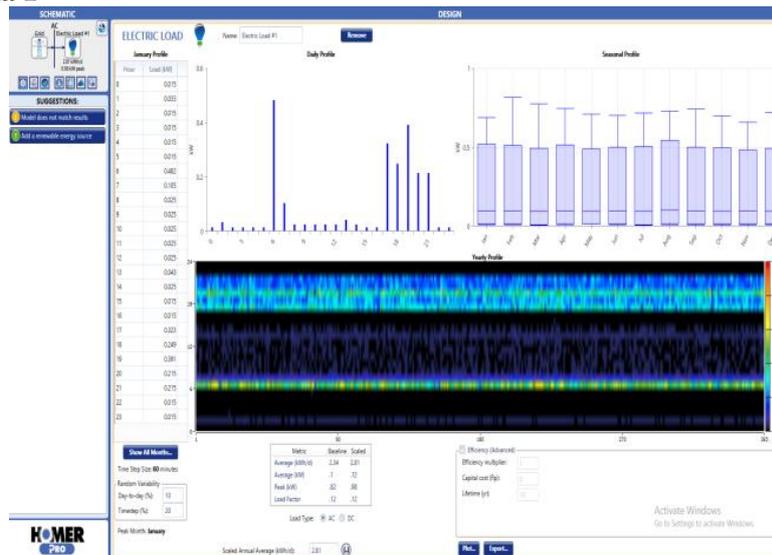


Gambar 2. Rancangan Skema 2

Penggunaan PLTS sebagai pembanding jika sumber energi listrik hanya menggunakan energi yang berasal dari sumber PLN. Hasil akhirnya didapatkan pembangkit yang lebih ekonomis serta ramah lingkungan karna menggunakan energi terbarukan. Parameter ekonomi pada HOMER ini terdiri dari beberapa variabel seperti suku bunga tahunan (%), Masa pakai sistem (tahun), biaya perawatan (Rp/tahun), biaya keseluruhan (Rp) dan denda kekurangan kapasitas (Rp/kWh).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Simulasi Skema 1



Gambar 3. Output Beban

Cost				System	PV	
COE (Rp)	NPC (Rp)	Operating cost (Rp)	Initial capital (Rp)	Ren Frac (%)	Capital Cost (Rp)	Production (kWh)
Rp1,357	Rp16.9M	Rp1.39M	Rp0.00	0		

Gambar 4. Hasil simulasi skema 1

Untuk penjelasan dari hasil simulasi skema 1 ini adalah sebagai berikut:

1. Grid merupakan sumber energi dari PLN.
2. NPC (*Net Present Cost*) adalah biaya keseluruhan sistem dalam pemakaian listrik per kWh yang dihitung per 10 tahun, karena *lifetime* di *setting* 10 tahun langsung.
3. COE (*Cost of Energy*) adalah biaya rata-rata per kWh dari total produksi energi listrik.

4. *Operating cost* merupakan biaya operasional yang dikeluarkan dari pembayaran listrik sumber energi yang digunakan (PLN).
5. *Initial capital* merupakan modal awal yang digunakan untuk memulai (bagian khusus untuk skema 2).
6. *Energy purchased* adalah biaya untuk penggunaan listrik PLN.

Nilai ekonomis didapatkan dari biaya penggunaan listrik atau tagihan pada skema 1 yang bersumber dari PLN dan beban sebelum menggunakan *photovoltaic* sebagai pembangkit cadangan berdasarkan hitungan pada *software HOMER*.

Tabel 1. Nilai Ekonomis Biaya Penggunaan Listrik Pada Skema 1 Pada *Homer*

Kriteria Penilaian	Nilai
Total produksi energi (kWh)/Tahun	0
NPC (Rp)/Tahun	16.900.000
<i>Cost of Energy</i> (Rp)	1.357
<i>Renewable Fraction</i> (%)	0

3.2 Simulasi Skema 2

Architecture						Cost				System	PV	
PV (kW)	PV-MPPT (kW)	1kWh LA	Grid (kW)	Converter (kW)	Dispatch	COE (Rp)	NPC (Rp)	Operating cost (Rp)	Initial capital (Rp)	Ren. Frac (%)	Capital Cost (Rp)	Production (kWh)
		1	999,999	0.0417	CC	Rp1,357	Rp16.9M	Rp1.39M	Rp0.00	0		
1.00	1.00		999,999	0.458	CC	Rp1,911	Rp23.8M	Rp1.77M	Rp2.25M	0		
1.00	1.00	1	999,999	0.458	CC	Rp1,461	Rp28.6M	Rp94,110	Rp27.5M	46.3	26,000,000	888
1.00	1.00	1	999,999	0.458	CC	Rp1,790	Rp35.1M	Rp450,804	Rp29.6M	46.3	26,000,000	888

Gambar 5. Hasil simulasi skema 2

Penjelasan dari hasil simulasi skema 2 ini adalah sebagai berikut:

1. *Grid* merupakan sumber energi dari PLN.
2. NPC (*Net Present Cost*) adalah biaya keseluruhan sistem selama jangka waktu yang ditentukan (10 tahun) dan sudah dikurangi semua pendapatan yang diperoleh selama proyek berlangsung.
3. COE (*Cost of Energy*) adalah biaya rata-rata per kWh dari total produksi energi listrik yang dijual ke konsumen.
4. *Operating cost* merupakan biaya operasional yang dikeluarkan untuk penggunaan pengoperasian komponen.
5. *Initial capital* merupakan modal awal yang digunakan untuk memulai.
6. *Renewable Function* adalah energi bersumber dari energi alam atau terbarukan.

Nilai ekonomis biaya pembuatan dan perawatan pembangkit PLTS yang bersumber dari *photovoltaic*, konverter dan baterai sebagai pembangkit cadangan.

Tabel 2. Nilai Ekonomis Biaya Pembuatan dan Perawatan Pembangkit Pada Skema 2

Kriteria Penilaian	Nilai
Total produksi energi (kWh)/Tahun	888
NPC (Rp)	35.100.000
<i>Cost of Energy</i> (Rp)	1.790
<i>Renewable Fraction</i> (%)	46.3

Total produksi energi dari PLTS menghasilkan daya sebesar 888 kWh / tahun nilai didapatkan dari *production* pada HOMER. Nilai *Net Present Costs* (NPC) yaitu Rp 35.100.000 jangka waktu per 10 tahun.

Tabel 3. Data Total produksi energi melayani beban dan biaya per tahun

Kriteria Penilaian	Nilai
Total produksi energi Melayani Beban (kWh/tahun)	888
Biaya total tahunan (Rp)	3.510.000

Total produksi energi menggunakan sistem PLTS sebagai penyedia cadangan daya sebesar 888 kWh/tahun. Hasil dari Total produksi energi dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Data total produksi energi per tahun

Komponen	Produksi (kWh)
<i>Photovoltaic</i>	888
<i>Grid PLN</i>	0

Pada tabel 4 untuk total produksi energi skema 1 sebesar 0 kWh karena tidak ada menggunakan pembangkit cadangan dan untuk skema 2 nilai total produksi energinilainya 888 kWh.

Nilai ekonomis dari biaya penggunaan listrik PLN 1300 VA dengan PLTS 4x300 WP. Hasil perhitungan dari pengaruh system *ongrid* kemudian digunakan untuk menentukan pembangkit sistem cadangan yang lebih ekonomis pada penggunaan PLTS *ongrid*.

Tabel 5. Nilai Keekonomisan Biaya Penggunaan Listrik PLN 1300 VA dengan PLTS 4x300 WP

Kriteria Penilaian	Skema 1/PLN/10 tahun	Skema 2/ PLTS/10 tahun
Total produksi energi (kWh)/Tahun	0	888
NPC (Rp)	16.900.000	35.100.000
<i>Cost of Energy</i> (Rp)	1.357	1.790
<i>Renewable Franction</i> (%)	0 %	46.3 %

Tabel 5 memperlihatkan total produksi energi pada skema 1 sebesar 0 kWh dan pada skema 2 nilai total energi dengan nilai 888 kWh. Nilai ekonomis biaya penggunaan listrik pada skema 1 dengan skema 2 dapat dilihat pada hasil NPC yaitu pada skema 1 sebesar Rp 16.900.000 per 10 tahun sedangkan pada skema 2 sebesar Rp 35.100.000,00 per 10 tahun. Selisih nilai ekonomis pada hasil nilai NPC antara PLTS 4x300 WP dengan PLN 1300 VA sangat jauh perbedaannya.

Untuk nilai COE dari Skema 1 dan Skema 2 untuk nilai COE dari skema 1 lebih rendah karena kita membeli harga per kwh dengan nilai Rp 1.357,00 dari penyedia energi, sedangkan untuk nilai COE dari PLTS nilainya lebih tinggi dari skema 1 karena menggunakan pembangkit cadangan serta ditambah dengan biaya tambahan pembelian komponen. Pembangkit *renewable franction* pada skema 2 menghasilkan 46.3% energi dari seluruh total energi yang dihasilkan. Berikut ini grafik perbandingan nilai NPC dari kedua sistem PLTS 4x300 WP dengan PLN 1300 VA.



Gambar 6. Grafik nilai NPC dari PLTS *Ongrid* dengan PLN

Berdasarkan grafik tersebut biaya tagihan atau biaya penggunaan listrik PLN 1300 VA dalam kurun waktu 10 tahun lebih kecil dari pada biaya pembuatan dan perawatan PLTS 4x300 WP dengan masa pemakaian 10 tahun lamanya, sehingga diperoleh selisih antara PLTS 4x300WP dengan biaya tagihan PLN 1300 VA persentasenya mencapai 18.2 %. Dari hasil persentase antara PLTS 4x300 WP dengan PLN 1300 VA maka didapatkan yang lebih ekonomis adalah pada penggunaan PLN 1300VA.

4. KESIMPULAN

Studi untuk menentukan nilai keekonomisan penggunaan listrik PLN dengan PLTS *on grid* telah berhasil dilakukan atau disimulasikan dengan menggunakan *software HOMER PRO 3.10.6499*. Hasil simulasi yang dilakukan telah diketahui dengan kesimpulan bahwa pada skema 1 yang hanya mengandalkan PLN sebagai sumbernya memberikan hasil COE yang lebih rendah dari pada menggunakan skema 2 yang menggunakan PLTS sistem *on grid*. Energi terbarukan yang diserap pada sistem pembangkit cadangan yang menggunakan *photovoltaic* atau *photovoltaic* pada perumahan adalah sebesar 46,3 % dari keseluruhan energi yang dihasilkan. Biaya NPC pada *software HOMER* PLN 1300 VA ternyata lebih murah dibandingkan dengan sistem PLTS berkapasitas 1200 WP. Nilai keekonomisan antara PLTS 4x300 WP masa pemakaian 10 tahun dengan biaya tagihan PLN 1300 VA persentasenya mencapai 18,2%. Maka didapatkan yang lebih ekonomis adalah pada penggunaan PLN 1300VA. Pengaruh mahalannya penggunaan sistem PLTS ongrid 4x300 WP dibandingkan penggunaan PLN 1300VA dikarenakan pada PLTS *on grid* menggunakan energi cadangan yang tersedia.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pribadi, A. (2016). *Tarif Listrik Triwulan I 2020 Tetap*. Kementrian ESDM RI. <https://www.esdm.go.id/>
- [2] Guys, those solar. (2020). *How Long Should A PV Inverter Last*. <https://thosesolarguys.com/how-long-do-solar-inverters-last/>
- [3] Hidayat, T. dan Dwiki, F. (2019). Rancang Bangun Smart Meter Berbasis IOT Untuk Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Microgrid. *Elektro*, 8(2), 87. [4] Hanna, P. (2012). Analisis Keekonomian Kompleks Perumahan Berbasis Energi Sel Surya (Studi Kasus: Perumahan Cyber Orchid Town Houses, Depok). *Skripsi Teknik Industri*. Universitas Indonesia.
- [5] Yudhoyono, S. B. (2011). Peraturan Presiden Republik Indonesia No 8 Tahun 2011 Tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh Perusahaan Perseroan (Pesero) PT. Perusahaan Listrik Negara, 1.
- [6] Haryanto, B. (2018). Optimasi Pembangkit Hybrid PLN - Solar Cell Pada Aplikasi Home Industry. *Skripsi Teknik Elektro*. Universitas Islam Indonesia.
- [7] Homer Energy LLC. (2016). HOMER Pro Version 3.7 User Manual. In *Homer Energy* (Issue Agustus). <http://www.homerenergy.com/pdf/HOMERHelpManual.pdf>
- [8] Mulyana, R. (2017). *Panduan Panduan pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS Off Grid Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS Off Grid*. <http://ebtke.esdm.go.id/>
- [9] PT. PLN (Persero). (2020). *Tariff adjustment PLN Tahun 2020*. PT. PLN (Persero).

<https://web.pln.co.id/pelanggan/tarif-tenaga-listrik/tariff-adjustment>

- [10] Putra, S. dan Rangkuti. (2016). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal. *Mesin*, 6(1), 4–6. 1689–1699.