

Grid Parity pada Stasiun Pengisian Listrik Umum Menggunakan Sel Surya

Budyanto¹, M Rizki Subagja Hadi Prakoso²

¹⁾²⁾ Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 No 47

Email: ¹⁾ budyanto@umj.ac.id, ²⁾ 2014420064@ftumj.ac.id,

ABSTRAK

Saat ini dunia sedang giat untuk mengembangkan pembangkit tenaga surya dengan teknologi yang mutakhir, desain yang sederhana, peningkatan efisien, dan harga jual yang relatif murah. Banyak kalangan komunitas sel surya yang menyatakan bahwa akan adanya kemungkinan terjadinya grid-parity, dimana harga listrik sel surya akan sama bahkan lebih murah dari listrik konvensional. Pengembangan kendaraan dengan bahan bakar listrik (BBL) terus dikembangkan, maka perlu adanya stasiun pengisian listrik umum (SPLU). Pada penelitian ini diusulkan sebuah terobosan baru dari sebuah SPLU dari sistem pembangkit tenaga surya. dengan sistem off-grid bersumber dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sebesar 50 kWp, hasil analisa menunjukkan kemungkinan akan terjadi grid-parity pada tahun ke-18 masa investasi selama 20 tahun jika dikelola oleh badan usaha. Dengan memperhitungkan rencana anggaran biaya sebagai investasi awal, life cycle cost sebesar Rp. 2.757.850.000,- dengan nilai levelized cost of energy sebesar Rp. 3.372/kWh atau US\$ 0,22/kWh,

Kata Kunci : Energi surya, Pengisian listrik umum, Grid-parity, Life cycle cost

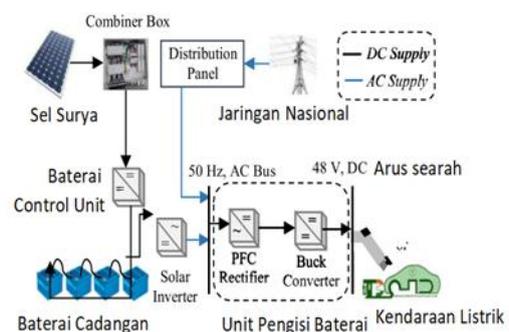
ABSTRACT

Currently the world is actively developing solar power plants with cutting-edge technology, simple designs, efficient improvements, and relatively low selling prices. Many solar cell communities claim that there will be a possibility of grid-parity, where the price of solar cell electricity will be the same or even cheaper than conventional electricity. The development of vehicles with electric fuel (BBL) continues to be developed, it is necessary to have a public electric charging station (SPLU). This research proposes a new breakthrough of an SPLU from a solar power generation system. with an off-grid system sourced from a 50 kWp electric power plant (PLTS), the results of the analysis show that grid-parity is likely to occur in the 18th year of an investment period of 20 years if managed by a business entity. By taking into account the cost budget plan as an initial investment, the life cycle cost is Rp. 2,757,850,000, - with a levelized cost of energy value of Rp. 3.372/kWh or US\$ 0.22/kWh,

Keywords: Solar energy, General electricity charging, Grid-parity, Life cycle cost

1 PENDAHULUAN

Energi listrik pada saat ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia, karena listrik sudah menjadi kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia, perkembangan teknologi dan transportasi meningkat pesat, kendaraan listrik terus dikembangkan oleh sebab itu perlu adanya pembaharuan energi sebagai alternatif dimasa mendatang. Salah satunya energi tersebut adalah sel surya, penggunaan sel surya pada pembangkit pengisian bahan bakar juga telah di dilakukan di berbagai negara maju [1]. Gambar 1 menunjukkan pengisian bahan bakar pada kendaraan listrik dengan sistem sel surya dan jaringan nasional.



Gambar 1. Blok SPLU Dengan Sel Surya [1].

Perkembangan teknologi energi surya yang maju dan bersih lingkungan akan memberikan keuntungan jangka panjang. Perkembangan ini akan meningkatkan keamanan energi melalui pemanfaatan sumber energi yang sudah ada sehingga terjadi keberlanjutan energi, mengurangi polusi, mengurangi

biaya mitigasi perubahan iklim, dan menjaga kenaikan harga bahan bakar fosil. Keuntungan-keuntungan ini berlaku global, oleh sebab itu biaya insentif tambahan untuk pengembangan awal selayaknya dianggap sebagai investasi untuk pembelajaran. Inventasi ini harus digunakan secara bijak dan perlu dibagi bersama [2].

Pembangkit energi surya masih memiliki kekurangan, yakni saat ini teknologinya masih memiliki nilai investasi awal yang cukup mahal, akan tetapi jika untuk penggunaan jangka panjang energi surya jauh lebih hemat dibandingkan dengan energi listrik konvensional. Hal ini memungkinkan teknologi dan biaya energi listrik tenaga surya dapat bersaing dengan energi listrik konvensional.

Grid parity merupakan istilah yang umum digunakan di antara komunitas sel surya di dunia. *Grid-parity* merupakan titik silang atau *break even point* dari harga pembangkitan sel surya dengan harga pembangkitan konvensional. Setelah memperoleh harga listrik PLTS berdasarkan *levelized cost of energy*, maka dapat menentukan *grid-parity* berdasarkan harga listrik konvensional [3]. *Grid-parity* juga bagian dari usaha mendukung lingkungan hijau dan peluang investasi energi sel surya [4].

Saat ini kendaraan listrik seperti sepeda listrik atau motor listrik menjadi sangat diminati sejak awal tahun 2018, terbukti pemerintah telah melakukan pengembangan roda dua bertenaga listrik dengan memberlakukan Pepres No. 22/2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), walaupun saat ini belum maksimal. Maka dari itu sangat diperlukan Stasiun Pengisian Listrik Umum (SPLU) bagi pengguna kendaraan listrik. SPLU dengan pembangkit diharapkan mampu mendukung ketersediaan tenaga listrik dan dapat memenuhi kebutuhan pelayanan dimasyarakat.

2 METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode atau pendekatan data asumsi biaya pokok penyediaan pembangkitan PLN tahun 2017.

Pengambilan Data

Untuk mendapatkan data rancangan PLTS, perlu ditentukan lokasi terpilih untuk contoh analisa pemodelan desain PLTS ini, berada digaris lintang - 7,4 LS dan garis bujur 108,5 BT pada ketinggian 282 mdpl. Kemudian menentukan intensitas radiasi rata-rata matahari yang dapat dihasilkan pada daerah tersebut menggunakan Global Solar Atlas.

Perhitungan Teknis

SPLU dengan kapasitas 50 kWp, secara teknis menentukan spesifikasi alat yang digunakan dalam perencanaan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Perencanaan Teknis PLTS

No.	Komponen	Nilai	Jumlah
1	Panel Surya Len 200 Wp-24V <i>Monocrystalline</i>	200 Wp	250 unit
2	Baterai VRLA GEL12-200	200 Ah	48 unit
3	<i>olar Charger Control</i> Conext™ MPPT 60 150	3500 W	18 unit
4	<i>Inverter</i>	2000 W	5 unit

Rencana Anggaran Biaya

Data teknis PLTS 50 kWp pada SPLU yang telah ditentukan, kemudian harga dijumlahkan berdasarkan nilai yang berlaku. Anggaran biaya ini yang menjadi acuan untuk nilai investasi awal. Kemudian menentukan biaya operasional dan *maintenance*.

life cycle cost, *levelized cost of energy*, dan studi kelayakan ekonomi dengan menggunakan 2 parameter diantaranya *net present value* dan *profitability index*.

Model *life cycle cost* pada sistem energi pertama dikembangkan oleh Departement of Energy US dan diatur dalam National Bureau of Standards, 1980. Model ini mempertimbangkan total semua biaya yang relevan dari suatu sistem energi dari waktu ke waktu mulai dari biaya desain, bangunan, bahan, operasi sistem, dan komponen. Lebih khusus lagi, termasuk biaya investasi awal, operasi, biaya pemeliharaan, biaya penggantian peralatan dimasa yang akan datang, keamanan, asuransi dan juga nilai jual kembali [3].

Dengan demikian, *life cycle cost* dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$LCC = EC + IC + SV + OM$$

Dimana :

LCC = nilai saat ini dari *life cycle cost*

EC = nilai saat ini dari energy cost

IC = nilai saat ini dari *investation cost*

OM = nilai saat ini dari biaya pemeliharaan

Levelized cost of energy atau LCoE adalah harga dimana energi listrik yang dibangkitkan dari sumber energi tertentu dapat mencapai break even selama jangka waktu tertentu. Biasanya jangka waktunya ditentukan berdasarkan waktu pakai (*life time*) dari sistim pembangkit tersebut [3].

U.S. Energy Information Administration mendefinisikan LCoE sebagai berikut : *levelized cost* mempresentasikan nilai total dari biaya investasi, operasional & perawatan, biaya penggantian peralatan, sewa lahan, asuransi sebuah fasilitas

pembangkit yang di 'present value' kan dalam satu siklus finansial dan siklus kerja, kemudian nilai ini dikonversikan dalam cicilan tahunan dengan menambahkan perhitungan tingkat inflasi [5].

$$LCoE = \frac{1 + \sum_{t=1}^n \frac{LCC}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{Et}{(1+r)^t}}$$

Dimana :

- It = biaya investasi pembangkit perioda tahun ke-t
- LCCt = Life Cycle Cost pembangkit perioda tahun ke-t
- r = nilai suku bunga yang berlaku
- Et = pembangkitan energi listrik yang dihasilkan (dalam kWh) pada tahun ke-t
- n = umur pakai pembangkit

Untuk menganalisa studi kelayakan ekonomi nilai penjualan tarif listrik ini, akan dianalisa dengan mempergunakan 2 persamaan:

a. PI (*Profitability Index*)

PI adalah perbandingan antara nilai sekarang penerimaan arus kas dengan nilai sekarang pengeluaran arus kas. Ini juga dikenal dengan nama parameter *benefit cost ratio*. Sebagai kriteria dalam menentukan penerimaan proyek ditentukan dari nilai PI nya sama atau lebih besar dari 1, sedangkan sebaliknya proyek ditolak apabila nilainya lebih kecil dari 1 [5]. PI sesuai dengan persamaan berikut :

$$PI = \frac{PV \text{ penerimaan}}{PV \text{ pengeluaran}}$$

b. NPV (*Net Present Value*)

NPV adalah sebuah parameter dengan mempergunakan suatu tingkat bunga yang relevan untuk menghitung selisih antara nilai sekarang investasi dengan nilai sekarang penerimaan kas bersih dengan memperhitungkan operasional cash flow [5].

- apabila NPV > 0 : proyek dinyatakan layak
- apabila NPV < 0 : proyek dinyatakan tidak layak
- apabila NPV = 0 : proyek tidak untung & tidak rugi

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

Dimana :

- Bt = keuntungan kotor periode-t
- Ct = biaya investasi kotor periode-t

- n = umur ekonomi proyek
- i = tingkat suku bunga

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengukuran global solar atlas berpotensi menghasilkan intensitas radiasi matahari sebesar 4,86 kWh/m²/hari atau 1777 kWh/m²/tahun. Maka berdasarkan desain, daya yang dapat diserap panel surya dengan kapasitas 50 kWp sebesar 234,7 kWh/m²/hari. Data teknis panel surya mengalami penurunan kemampuan dalam memproduksi energi yang dapat dibangkitkan selama 20 tahun sebesar 20% atau menurun 1% setiap tahunnya. Total energi dibangkitkan selama 20 tahun menghasilkan 1.540.507 kWh.

Perencanaan PLTS 50 kWp, diperoleh biaya investasi awal, biaya operasional & maintenance serta pergantian alat mencapai Rp. 3.260.628.404.- Dengan masa investasi selama 20 tahun dan masa operasi PLTS dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Biaya *life cycle cost*

Deskripsi	Jumlah Harga
Investasi awal	Rp. 1.033.828.115
Operasional dan maintenance	Rp. 1.886.300.289
Pergantian alat	Rp. 340.500.000
Total	Rp. 3.260.628.404

Levelized cost of energy ini menentukan berapa harga pembangkitan listrik yang dapat dijual kepada jaringan nasional atau PLN, besarnya nilai investasi pembangkit PLTS kapasitas 50 kWp diperoleh nilai LCoE sebesar Rp. 3.372/kWh yang dapat dijual melalui kepada PLN. Menurut keputusan menteri energi dan sumberdaya mineral republik Indonesia, menetapkan besaran biaya pokok penyediaan (BPP) pembangkitan PLN tahun 2017, bahwa BPP pembangkitan di Jawa Barat ditetapkan sebesar Rp. 911/kWh atau 0,681 US\$/kWh sedangkan BPP pembangkitan nasional sebesar 1025/kWh [5].

Skenario-1, maka hasil harga LCoE sebesar Rp. 3.372/kWh tidak memenuhi syarat sebagai harga jual pembangkit listrik di Jawa Barat. Dengan demikian artinya harga listrik PLTS ini masih dalam katagori mahal, sehingga perlu adanya regulasi untuk menetapkan harga jual listrik PLTS.

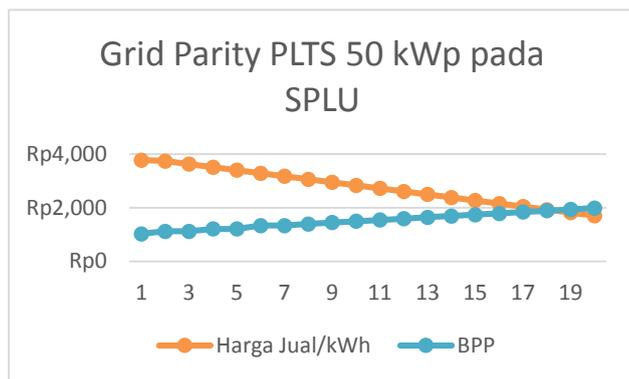
Skenario-2, jika harga penjualan listrik sebesar Rp. 3.372/kWh sebagai bisnis murni yang dikelola oleh swasta atau instansi dengan metode kelayakan ekonomi *net present value* dan *profitability index* menunjukkan hasil yang positif, maka

kemungkinannya memiliki nilai positif dalam masa 20 tahun investasi.

Studi kelayakan ekonomi dapat dihitung menggunakan persamaan :

- a. Berdasarkan harga LCoE sebesar Rp. 3.372/kWh. Maka ditetapkanlah keuntungan penjualan sebesar 12%, maka harga jual mejadi Rp. 3.777/kWh. Dari penetapan LCoE ini dapat menentukan nilai NPV yang dihasilkan adalah positif sebesar 316.800.315, yang atrinya PLTS ini layak dilaksanakan.
- b. Hasil perhitungan *profitability index* sebesar 1,306 adalah lebih besar dari 1 (satu), sesuai kriteria parameter *profitability index* hasil tersebut menunjukkan bahwa harga jual Pembangkitan sebesar Rp. 3.372/kWh layak untuk diterima.

Dari harga yang telah diperoleh sesuai LCoE ditambah dengan margin keuntungan sebesar 12%. Maka diperoleh harga jual sebesar Rp. 3.372/kWh dan harga tersebut kemungkinan akan mengalami penurunan sekitar 5% setiap tahunnya. Pada periode 1 April 2018 hingga 31 Maret 2019, BPP pembangkitan nasional dipatok sebesar Rp 1.025/kWh atau US\$ 7,66 cent/kWh. Sedangkan, besaran BPP pembangkitan nasional pada 1 April 2019 hingga 31 Maret 2020 ditetapkan sebesar Rp 1.119/kWh atau US\$ 7,86 cent/kWh [6]. Sedangkan harga BPP kemungkinan akan terus naik setiap tahunnya dengan asumsi kenaikan 9% (dengan tingkat inflasi nilai mata uang). Sesuai grafik pada Gambar 2 kemungkinan *grid parity* berada pada tahun ke 18 jangka waktu operasi PLTS.



Gambar 1 Persilangan titik temu *grid parity*

4 KESIMPULAN

Hasil pendekatan perancangan PLTS pada SPLU pada kapasitas 50 kWp dengan metode *grid parity* yang mengacu pada referensi dan regulasi standar bahwa :

1. Membutuhkan sebanyak 250 unit panel surya, yang mampu membangkitkan energi sebesar 235 kWh/hari atau 84.600 kWh/tahun.
2. Didapatka nilai *life cycle cost*, sebesar Rp. 2.757.850.000,- dengan nilai *levelized cost of energy* sebesar Rp. 3.372/kWh atau US\$ 0,22/kWh.
3. Methoda Skenario-1, mengacu BPP PLN tahun 2017, bahwa BPP di Jawa Barat ditetapkan sebesar Rp.911/kWh atau 0,681 US\$/kWh. Maka hasil LCoE ini tidak memenuhi syarat sebagai harga jual pembangkit listrik di Jawa Barat.
4. Skenario-2, jika harga penjualan listrik sebesar Rp. 3.372/kWh sebagai bisnis murni yang dikelola oleh swasta dengan metode kelayakan *net present value* dan *profitability index* menunjukkan nilai positif, sehingga kemungkinannya memiliki nilai positif mencapai masa 20 tahun investasi.
5. Pada skenario-2 dapat diperoleh kemungkinan adanya *grid parity* atau break event point pada tahun ke-18 dengan masa investasi 20 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Samir M. Shariff, Mohammad Saad Alam, Furkan Ahmad;Yasser Rafat, M. Syed Jamil Asgha Saadullah Khan, System Design and Realization of a Solar-Powered Electric Vehicle Charging Station IEEE Systems Journal Year: 2020 | Volume: 14, Issue: 2 | Journal Article | Publisher: IEEE.
- [2] Internatioal Energy Agency, 2011. Solar Energy Perspectives: Executive Summary. Pages 19-22. 3 Desember 2011.
- [3] Rosenbaum A., David Wenzhong Gao, Daniel Felix Ritchie, 2016. Understanding grid parity. IEEE. USA : Univercity of Denver.
- [4]. Peter Onu, Charles Mbohwa, Advances in Solar Photovoltaic Grid Parity, International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC) 2019 7th Year: 2019 | Conference Paper | Publisher: IEEE
- [5] Sugirianta I. B. K., Giriantari I. A. D., Kumara I. N. S., 2016. Analisa keekonomian tarif listrik pembangkit listrik tenaga surya 1 MWp Bangli dengan metode life cycle cost. Teknologi Elektro, Vol. 15, No. 2. Juli-Desember 2016.
- [6] Menteri ESDM RI, 2018. Kepmen ESDM tentang besaran biaya pokok penyediaan pembangkitan PT PLN tahun 2017. Jakarta.