

Potensi Energi Surya sebagai Energi Listrik Alternatif berbasis RETScreen di Kota Palopo, Indonesia

Nurfadhilah Arif*, Kastono

Prodi Teknik Sipil, Akademi Teknologi Industri Dewantara Palopo,
Jalan K.H. Ahmad Razak 2 No. 7, Kota Palopo, Indonesia

Email: nurfadilaharif@atidewantara.ac.id

Abstrak

Kebutuhan listrik di Indonesia masih didominasi oleh penggunaan energi fosil yang tidak baik bagi lingkungan. Sehingga, pemerintah membuat komitmen untuk meningkatkan penggunaan energi baru terbarukan dengan target 23% di tahun 2025. Salah satu energi baru terbarukan yang dapat diaplikasikan yaitu energi surya. Potensi Energi Surya di Indonesia cukup besar yaitu 207,8 GWp. Demi mendukung hal tersebut, penelitian ini memanfaatkan energi surya sebagai energi alternatif di Kota Palopo. Sistem yang diterapkan yaitu sistem PLTS dengan menggunakan teknologi Photovoltaik (PV) dengan kapasitas daya sebesar 10 kW. Skenario yang diterapkan yaitu sistem *on grid* dengan menggunakan atap rumah warga sebagai media penyimpanan panel surya (*rooftop*). Palopo termasuk ke dalam daerah yang cukup panas dengan rata-rata penyinaran matahari sebesar 56% tiap bulan. Adapun kebutuhan listrik menurut Badan Pusat Statistik Kota Palopo terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2019 tercatat pelanggan listrik di kota Palopo mencapai 82.909 pelanggan dengan produksi listrik 184.121MWh/Tahun. Hal ini berarti kebutuhan listrik di Kota Palopo sebesar 15.343 MWh/bulan. Data yang digunakan berupa data temperatur udara, data curah hujan, dan data radiasi sinar matahari harian di lokasi penelitian. Data pendukung lainnya yaitu data jumlah kebutuhan energi listrik kota Palopo. Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis potensi energi surya yaitu *RETScreen*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa radiasi sinar matahari di Kota Palopo rata-rata sebesar 4,95 KWh/m²/hari dan dapat membangkitkan listrik rata-rata sebesar 13,347 MWh/bulan dengan faktor kapasitas sebesar 15,27%. Adapun emisi yang dihasilkan dari sistem PLTS ini sebesar 0,8 tCO₂. Pemanfaatan energi surya di Kota Palopo dinilai mampu diaplikasikan sebagai energi alternatif.

Kata Kunci : Energi surya, RETScreen, Palopo

1. Latar Belakang

Penggunaan energi di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan listrik nasional masih didominasi oleh penggunaan energi fosil, di antaranya minyak dan gas bumi serta batubara. Data bauran energi dari KESDM memperlihatkan penggunaan energi fosil di Indonesia masih mencapai 90,82% di tahun 2019 sedangkan penggunaan energi terbarukan baru mencapai 9,18% [1].

Menurunnya produksi energi fosil dan adanya komitmen secara global dalam upaya mengurangi emisi gas rumah kaca yang berbahaya bagi lingkungan hidup telah mendorong pemerintah dan berbagai pihak untuk meningkatkan peran energi terbarukan untuk menjaga ketahanan energi. Target bauran energi baru dan terbarukan minimal 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050. Sebagai negara

yang beriklim tropis, Indonesia memiliki potensi untuk pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Total potensi energi terbarukan mencapai 442 GW untuk pembangkit listrik. Salah satu energi terbarukan yang dapat dikembangkan di Indonesia yaitu energi surya. Potensi energi surya di Indonesia sebesar 207,8 GWp [2].

Pemanfaatan energi surya sebagai pembangkit listrik dapat dilakukan melalui dua penerapan teknologi yaitu photovoltaik (PV) dan fototermik (termal). PV mengkonversi langsung matahari menjadi energi listrik melalui sel surya. Teknologi PV mengkonversi langsung sinar matahari menjadi listrik melalui perangkat semikonduktor yaitu sel surya. Teknologi PV yang dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berupa sistem terpusat (*centralized*), sistem tersebar (*stand-alone*) dan sistem hybrid (*hybrid sistem*). Pada sistem hybrid PLTS digunakan bersama dengan sistem pembangkit listrik lainnya. Sistem hybrid ini disebut juga sistem *on grid* sebab pada umumnya di Indonesia sistem hybrid PLTS disambungkan ke jaringan listrik PLN. Adapun komponen sistem umumnya terdiri dari sel surya yang membentuk panel dan beberapa komponen pendukung lainnya seperti inverter, baterai, dan sistem kontrol, dan komponen lainnya yang terlibat dalam perancangan sistem PLTS[3].

Radiasi matahari di Indonesia diprediksi relatif stabil di tiap tahun [4]. Palopo merupakan salah satu kota di Sulawesi Selatan, Indonesia, memiliki iklim yang umumnya sama dengan daerah lainnya di Indonesia yang memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Pada tahun 2019, bulan April menjadi bulan dengan curah hujan tertinggi yaitu 662 mm³ dengan jumlah hari hujan sebanyak 23 hari. Palopo termasuk ke dalam daerah yang memiliki suhu udara sedang dengan rata-rata suhu udaranya 27,27°C dan rata-rata penyinaran matahari sebesar 56% tiap bulan. Adapun kebutuhan listrik menurut Badan Pusat Statistik Kota

Palopo terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2019 tercatat pelanggan listrik di kota Palopo mencapai 82.909 pelanggan dengan produksi listrik 184.121.010 KWh/Tahun [5]. Jika di masa depan kebutuhan listrik terus meningkat seiring sedangkan jumlah produksi listrik yang dihasilkan oleh PLN tetap, maka diperlukan beberapa sumber listrik alternatif di kota Palopo. hal ini dapat pula menjadi solusi mitigasi terhadap kurangnya pasokan listrik yang dapat memenuhi kebutuhan listrik penduduk Kota Palopo di masa depan

Tabel 1. Penyinaran Matahari tiap tahun di Kota Palopo pada tahun 2020

Bulan	Penyinaran Matahari (%)
Januari	55
Februari	73
Maret	65
April	49
Mei	45
Juni	19
Juli	30
Agustus	58
September	72
Oktober	77
November	82
Desember	43

Sumber : Badan Pusat Statistik [5]

Analisis data potensi energi terbarukan dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai macam metode dan juga dengan berbagai macam aplikasi. Salah satu aplikasi yang dapat digunakan dalam menganalisis potensi energi terbarukan di suatu daerah yaitu dengan aplikasi RETScreen. Aplikasi tersebut merupakan perangkat lunak yang memfasilitasi analisis studi pra-kelayakan dan/atau studi kelayakan proyek energi terbarukan yang bersih dan ramah lingkungan dengan menerapkan langkah-langkah analisa proyek sesuai dengan standar internasional, yaitu analisis kondisi lokasi proyek, penerapan teknologi energi terbarukan, perhitungan energi yang dihasilkan, perhitungan biaya, perhitungan emisi, dan perhitungan resiko [6]. Analisis tersebut

digunakan untuk membantu pada *stakeholder* untuk membuat keputusan. RETScreen didesain oleh RETScreen International Canada, dengan menyediakan fasilitas studi kelayakan untuk berbagai teknologi energi bersih, yaitu: energi angin, energi air, energi surya, energi biomassa dan sebagainya. Output yang dihasilkan aplikasi ini meliputi kapasitas energi, estimasi pengurangan emisi gas karbondioksida, analisis finansial dan resiko [7].

Berdasarkan penjelasan tersebut dan kondisi iklim di Kota Palopo, maka dilakukan penelitian terkait potensi sumber energi surya yang dapat digunakan sebagai pembangkit listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi energi surya yang dapat dijadikan sebagai energi alternatif di Kota Palopo. Tipe pembangkit listrik tenaga surya yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan teknologi photovoltaik (PV). Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam menganalisis data potensi energi surya yaitu perangkat lunak RETScreen.

2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan di kota Palopo, Sulawesi Selatan, Indonesia. Secara geografis terletak pada 3° LS dan 120,2° BT. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2020.

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data iklim. Data iklim tersebut berupa data temperatur udara, data curah hujan, data temperatur bumi, data tekanan udara dan data radiasi sinar matahari harian di lokasi penelitian. Data-data tersebut diperoleh dari aplikasi *RETScreen Expert*. Data ini merujuk pada hasil pengukuran Satelit NASA yang merupakan lembaga antariksa milik Amerika Serikat [6].

Sumber data pendukung lainnya yaitu berupa data tarif listrik untuk PLTS dan data jumlah kebutuhan energi listrik kota Palopo yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik.

Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data dari sumber-sumber

yang telah disebutkan di atas. Langkah selanjutnya yaitu menganalisis output dari perhitungan perangkat lunak RETScreen yang diatur agar berlokasi di Kota Palopo. Data tersebut berupa besar energi yang dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga surya dengan teknologi PV. Tahapan analisis selanjutnya dilakukan untuk mengambil keputusan dengan melakukan analisis kelayakan berdasarkan pada aspek teknologi, aspek lingkungan, dan aspek ekonomi.

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Palopo menunjukkan bahwa listrik yang diproduksi sebesar 184.121.010 kWh/Tahun untuk 82.909 pelanggan. Kebutuhan listrik di Kota Palopo sebesar 15.343 MWh/bulan. Sehingga kebutuhan listrik harian yaitu 7 kWh/pelanggan/hari. Berdasarkan data tersebut maka dibuat rancangan penggunaan PV sebagai energi alternatif. Jenis PV yang dipilih yaitu tipe *monocrystalline* 10 kW yang diprediksi memiliki masa guna selama 30 tahun. Skenario yang digunakan yaitu sistem *on grid*. Pemasangan PV ini berada pada atap rumah warga sehingga tidak memerlukan tambahan biaya alokasi lahan untuk pembangunan PLTS. Jumlah PV yang digunakan yaitu sebanyak 12.660 buah dengan daya 10 kW. Rancangan ini dibuat berdasarkan hasil analisis pada perangkat lunak RETScreen yang menunjukkan rata-rata radiasi matahari harian di Kota Palopo sebesar 4.95 kWh/m²/hari (Tabel 2) dan mempertimbangkan kebutuhan listrik harian. Sehingga tiap rumah penduduk memerlukan 1 buah PV dengan daya 10 kW dengan penyinaran matahari selama 5 jam.

Simulasi model PLTS ini pada RETScreen menghasilkan faktor kapasitas sebesar 15,27%. Ini berarti bahwa kemampuan penerapan PV di kota Palopo berdasarkan pada kondisi iklim mampu menggantikan kapasitas pembangkit listrik utama dari PLN sebesar 15,27%. Berdasarkan pertimbangan ini, ditentukan jumlah unit panel surya yang dapat

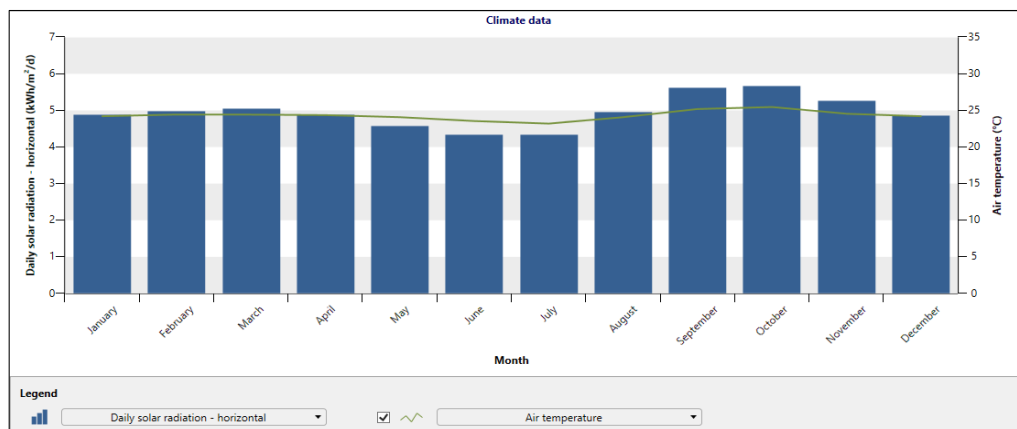
digunakan sebagai pembangkit listrik agar dapat memenuhi kebutuhan listrik harian.

Tabel 2. Data iklim Kota Palopo dari hasil analisis pada aplikasi RETScreen.

Bulan	Suhu Udara (°C)	Presipitasi (mm)	Radiasi matahari (kWh/m ² /hari)
Januari	24,2	186,01	4,89
Februari	24,4	181,34	4,99
Maret	24,4	210,04	5,05
April	24,4	266,97	4,88
Mei	24,1	268,51	4,57
Juni	23,6	179,67	4,34
Juli	23,2	97,73	3,35
Agustus	24,1	68,06	4,95
September	25,2	62,30	5,62
Oktober	24,5	110,75	5,66
November	24,6	166,21	5,26
Desember	24,2	177,99	4,87
Rata-Rata	24,3	175,56	4.95

Hasil pengolahan data berdasarkan pada karakteristik manufaktur PV dan kondisi radiasi matahari diperoleh energi yang dapat dibangkitkan rata-rata sebesar 13,347 MWh/bulan.

Perbandingan energi yang dapat dihasilkan sistem PLTS tersebut memang belum mampu mengganti kebutuhan energi listrik keseluruhan dari PLN. Kebutuhan listrik di Kota Palopo rata-rata sebesar 15.343 MWh/bulan. Terdapat sekitar 1.996 MWh/bulan yang belum dapat dipenuhi oleh sistem PLTS tersebut. Namun, penerapan sistem ini dianggap mampu menjadi energi alternatif dalam memenuhi kebutuhan listrik dan mewujudkan daerah mandiri energi. Selain itu, dapat pula mendorong penggunaan energi baru terbarukan yang ditargetkan akan mencapai 23% pada tahun 2025.



Gambar 1. Diagram radiasi sinar matahari dan temperatur udara bulanan di Kota Palopo berdasarkan hasil analisis pada perangkat lunak RETScreen

Sistem PLTS yang dapat membangkitkan daya listrik sebesar 13,347 MWh/bulan memerlukan biaya Rp483.350.400. Biaya untuk penerapan sistem PLTS ini meliputi biaya pembangunan awal, biaya operasi dan pemeliharaan, dan biaya insentif teknis.

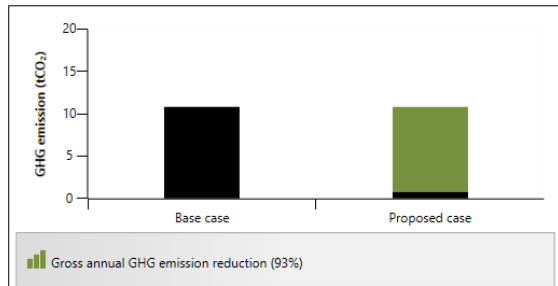
Penerapan sistem PLTS di Kota Palopo dapat mengurangi emisi karbon dioksida sebesar 93%. Pemanfaatan energi surya

sebagai PLTS menghasilkan emisi sebesar 0,8 tCO₂ (tabel 3).

Tabel 3 Analisis Emisi Gas Rumah Kaca pada Penerapan PLTS di Kota Palopo

<i>Based Case</i>	10,9 tCO ₂
<i>Proposed Case</i>	0,8 tCO ₂
<i>Gross Annual GHG emission reduction</i>	10,1 tCO₂

Jumlah emisi yang dihasilkan tersebut lebih rendah dibandingkan pembangkit listrik yang menggunakan energi fosil dan PLTA yang digunakan saat ini di Palopo.



Gambar 2. Diagram perbandingan emisi Gas Rumah Kaca sebelum dan sesudah penerapan sistem PLTS di Kota Palopo.

4. Kesimpulan

1. Radiasi sinar matahari di kota Palopo rata-rata sebesar 4,95 KWh/m²/hari dalam tahun. Nilai ini menunjukkan bahwa Kota Palopo memiliki potensi untuk penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya menggunakan teknologi PV.
2. Energi listrik yang dapat dibangkitkan dari penempatan sistem PLTS tersebut rata-rata sebesar 13,347 MWh/bulan dengan biaya pengaplikasian Rp483.350.400.
3. Penerapan energi surya untuk PLTS memiliki faktor kapasitas sebesar 15,27%. Hal ini berarti bahwa sistem ini dapat mengsubstitusi penggunaan energi listrik dari PLN sebesar 15,27% dari total kebutuhan listrik harian di Kota Palopo.
4. Sistem PLTS ini menghasilkan emisi sebesar 0,8 tCO₂ dan dapat mereduksi emisi gas rumah kaca hingga 93%.

Daftar Pustaka

- [1] ESDM, 2020, www.esdm.go.id, (diakses 11 November 2020).
- [2] Dewan Energi Nasional, Energi Outlook 2019, National Energy Council, hal. 1-5, 2019.
- [3] Nafeh E.-S. A. (2009), Design and Economic Analysis of a Stand- Alone

PV Sistem to Electrify a Remote Area Household in Egypt. The open renewable energy journal.

- [4] Hermawan, H., Wahid, A. The Use of solar Energy (Solar PV) to Meet The Increase in Electricity Demand in South Sulawesi from 2019 to 2025: Development Analysis, 2020.
- [5] Badan Pusat Statistik, Palopo dalam Angka 2020, BPS Kota Palopo, hal. 1-13, 2020.
- [6] Kementerian Sumber Daya Alam Canada, RETScreen Software Online User Manual, Ressources Naturalles Canada, hal. 4-5, 2005.
- [7] Suyuti, A., Syarifuddin, Studi Potensi Energi Matahari Berbasis Analisis RETScreen Internasional di Sulawesi Selatan, 2012.