



STUDI KELAYAKAN POTENSI PENYINARAN MATAHARI 34 PROVINSI DI INDONESIA UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MATAHARI SKALA RUMAH TANGGA



Olnes Y. Hutajulu¹, B.M. Siregar², M.D Mendoza³

¹²³ Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur Universitas Negeri Medan
Teknik Elektro

Olnes.hutajulu@unimed.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya saat ini menjadi pilihan alternatif sumber energi listrik, baik oleh lembaga pemerintah terkait maupun masyarakat di Indonesia. Namun terdapat permasalahan dimana ditemukan perbedaan perhitungan biaya untuk menginstalasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dari beberapa forum komunitas pengguna tenaga surya. Artikel ini menyajikan bahwa penyebab utama dari perbedaan perhitungan biaya tersebut adalah terdapat perbedaan potensi radiasi matahari yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik setiap daerah di Indonesia. Alasannya karena Indonesia memiliki wilayah yang sangat luas dan terbagi ke dalam 3 zona waktu dan pastinya berpengaruh pada penyinaran matahari di setiap daerah. Pada artikel ini akan dilakukan studi literatur dan perhitungan dengan model matematis untuk mengukur potensi energi matahari yang tersebar di 34 provinsi di Indonesia. Fokus lokasi yang akan diukur adalah ibu kota dari tiap-tiap provinsi tersebut. Data potensi penyinaran matahari tersebut kemudian akan dimasukkan ke dalam formula perhitungan kapasitas modul surya yang diperlukan untuk membangun sebuah PLTS. Berdasarkan data tersebut akan di lihat apakah terdapat perbedaan kapasitas modul surya yang dibutuhkan jika ingin membangun PLTS. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diketahui potensi penyinaran matahari rata-rata di Indonesia adalah 4,95 kwh/m²/hari dengan kota Kupang menjadi kota dengan potensi tertinggi yaitu 6,36 kwh/m²/hari atau 28,40% lebih tinggi dari nilai rata-rata. Sedangkan kota Banda Aceh menjadi kota dengan potensi terendah yaitu 4,12 kwh/m²/hari atau 16,82% lebih rendah dari nilai rata-rata. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka kota Banda Aceh memerlukan kapasitas modul surya lebih besar 22,66% dari kapasitas rata-rata pemasangan PLTS di Indonesia

Kata kunci: Potensi matahari, pembangkit listrik tenaga surya, modul surya, kapasitas modul surya.

ABSTRACT

The use of solar power plant systems is currently an alternative choice for electrical energy sources, both by government agencies and individual users in Indonesia. However, there are problems obtained from several community forums of solar power plant users where there are differences in the calculation of costs for installing solar power plants. This article presents that there are differences in the potential for solar radiation that can be converted into electrical energy in each region in Indonesia that causes cost difference. Indonesia has a very wide area and divided into 3 time zones that affect the solar radiation in each area. In this article, literature studies and calculations with mathematical models will be carried out to measure the potential of solar energy spread across 34 provinces in Indonesia and focused at the capital city of each of these provinces. The solar radiation potential data will then be entered into the formula for calculating the capacity of the solar module needed to build a Solar Plant. Based on these data, user can decide whether there is a difference in the capacity of the solar modules needed if you want to build a solar power plant. Based on the results of calculations that have been carried out, it is known that the average solar radiation potential in Indonesia is 4.95 kwh/m²/day with the city of Kupang being the city with the highest potential of 6.36 kwh/m²/day or 28.40% higher than average value. Meanwhile, the city of Banda Aceh is the city with the lowest potential, which is 4.12 kwh/m²/day or 16.82% lower than the average value. Based on the results of these calculations, the city of Banda Aceh requires a solar module capacity greater than 22.66% of the average Solar Plant installation capacity in Indonesia.

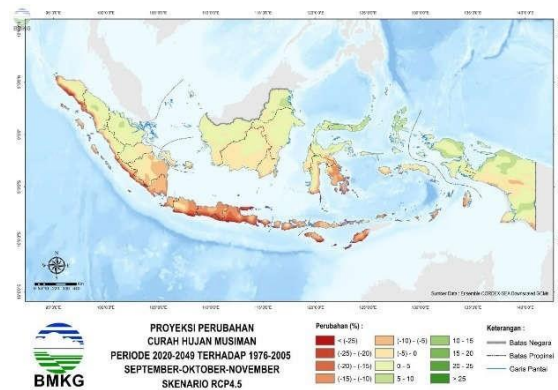
Keywords: Solar potential, Solar power plant, Solar module, Solar module capacity.

1. Pendahuluan

Potensi pembangkit listrik tenaga surya saat ini menjadi salah satu pilihan masyarakat dunia guna mendapatkan energi gratis dan bersih ditengah kekhawatiran akan terjadinya krisis energi fosil dan pemanasan global di beberapa tahun mendatang. Masyarakat di Indonesia juga terlihat memiliki minat untuk menggunakan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Melalui siaran pers Nomor: 132.Pers/04/SJI/2021, Kementerian Energi dan Sumber Daya Manusia (ESDM) melalui Direktur Jendral Energi Baru dan Terbarukan (Ditjen EBTK) turut merekomendasikan penggunaan PLTS dengan program PLTS atap sebagai kunci bauran energi dimasa mendatang (Pribadi, 2021). Namun, implementasi PLTS ini tidak dapat dilakukan dengan mudah, terutama bagi masyarakat yang awam untuk menghitung kebutuhan perlengkapan dan biaya dari sistem PLTS. Adapun informasi yang tersebar di forum-forum komunitas pengguna PLTS diketahui terdapat perbedaan hasil perhitungan. Informasi ini tentunya menambah kebingungan bagi pemula yang ingin mengimplementasikan sistem PLTS sebagai sumber energi listrik untuk keperluan rumah tangga mereka. Ketidakpastian perhitungan ini akan memberatkan pemula apabila ternyata terdapat kesalahan dalam hasil hitung, yang mana diketahui bahwa biaya untuk membangun sistem PLTS tergolong cukup besar.

Terdapat beberapa kemungkinan penyebab perbedaan hasil hitung yang disampaikan dalam forum-forum pengguna PLTS. Salah satunya adalah lokasi pengguna yang berbeda. Wilayah Indonesia diketahui sangat luas dan memiliki 3 zona waktu lokal tentunya memiliki karakteristik iklim yang berbeda pula. Perbedaan iklim ini walaupun tidak terlalu jauh berbeda, namun akan mempengaruhi potensi penyinaran matahari yang menjadi faktor penentu perhitungan kapasitas modul surya yang diperlukan untuk membangun PLTS. Oleh karena itu, diperlukan studi kelayakan dan perhitungan dengan model matematis untuk melihat apakah terdapat perbedaan

potensi penyinaran matahari di setiap kota yang ada di Indonesia.



Gambar 1. Peta iklim Indonesia (BMKG, 2021).

Pada artikel ini akan disajikan data potensi penyinaran matahari dari 34 provinsi yang ada di Indonesia. Fokus utama adalah ibu kota dari ke 34 provinsi tersebut. Data potensi matahari dari ke 34 provinsi akan dihitung rata-ratanya dan di tentukan kota dengan potensi tertinggi dan terendah. Data potensi tersebut kemudian akan dimasukkan kedalam model matematis yang digunakan pada penelitian (Hutajulu, 2017) untuk melihat kebutuhan kapasitas modul surya yang dibutuhkan tiap kota tersebut untuk membangun PLTS. Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas modul surya tersebut maka akan terjawab apakah potensi penyinaran matahari menjadi penyebab terjadinya perbedaan perhitungan perlengkapan dan biaya pemasangan yang terjadi pada forum komunitas pengguna PLTS.

Hasil dari penelitian ini nantinya akan dapat digunakan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) atau masyarakat yang ingin membangun PLTS untuk keperluan layanan perusahaan atau memenuhi kebutuhan listrik di rumah masyarakat sebagai salah satu referensi dalam menghitung kapasitas modul surya dan biaya sistem secara keseluruhan.

2. Kajian Literatur

Potensi penyinaran atau dikenal dengan istilah asing sebagai *solar radiation* merupakan paparan sinar matahari yang dapat diubah menjadi energi listrik (Stoffel, 2013). Alat untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik disebut dengan modul surya atau photovoltaic

(Nallapaneni Manoj Kumar, 2020). Tinggi dan rendahnya potensi penyinaran ini akan berpengaruh terhadap energi listrik yang akan dihasilkan. Sehingga diperlukan studi kelayakan dan ekonomi sebelum dilakukan pemasangan.

Penelitian terhadap penggunaan pembangkit listrik tenaga surya telah banyak dilakukan baik untuk sistem hibrida maupun terpisah atau *standalone* (Jihane Kartite, 2019). Penelitian terhadap sistem PLTS umumnya berkaitan dengan studi kelayakan (Kristiawan, et al., 2018) maupun studi ekonomi (Cucchiella, 2017). Sedangkan yang menjadi perbedaan dari setiap penelitian yang ada adalah lokasi dari pemasangan sistem PLTS tersebut. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa lokasi penelitian menentukan besar kapasitas modul surya yang diperlukan pada suatu sistem PLTS untuk menghasilkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan maksimal penggunaannya. Sehingga, wilayah Indonesia yang luas menjadi faktor penyebab perbedaan hasil hitung kapasitas modul surya di setiap kota yang berbeda.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Universitas Negeri Medan. Waktu penelitian adalah 2 bulan dengan pembiayaan internal perguruan tinggi. Fokus penelitian adalah mendata potensi penyinaran matahari pada 34 provinsi yang ada di Indonesia. Data potensi penyinaran tersebut kemudian akan diolah dengan menggunakan model matematis seperti yang terdapat pada penelitian (Olnes, 2017).

Tahap awal dalam memulai penelitian ini adalah mengumpulkan data potensi penyinaran matahari dan kelayakan pemasangan PLTS. Perlengkapan yang diperlukan untuk mengumpulkan data tersebut terdiri dari data letak geografis setiap ibu kota provinsi dan piranti lunak khusus energi terbarukan produksi *National Renewable Energy Laboratory* (NREL) yang dikenal dengan *Hybrid Optimization of Multiple Energi Resources* (HOMER) versi versi percobaan.

Data letak geografis setiap provinsi dimasukkan ke dalam HOMER untuk

kemudian dapat diunduh data potensi penyinaran matahari kota tersebut. Data yang diambil adalah potensi rata-rata penyinaran matahari tahunan dari kota yang ditentukan.

Sebelum melakukan perhitungan kapasitas modul surya, terlebih dahulu ditentukan energi maksimal yang akan dikonversi ke PLTS. Pada artikel ini energi yang akan dikonversikan diasumsikan adalah energi maksimal dari golongan beban rumah tangga dengan daya R1-450, R1-900 dan R1-1200 berdasarkan klasifikasi dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) (Indonesia, 2016). Tahap selanjutnya adalah menghitung energi listrik maksimum, luas area panel surya, dan terakhir kapasitas modul surya.

Energi listrik maksimum setiap golongan beban rumah tangga pada artikel ini dapat dihitung menggunakan persamaan 1 dengan asumsi faktor daya ($\cos \varphi$) dari sumber terpasang adalah 0.85.

$$E_{NAS} = P \cdot \cos \varphi \cdot t \quad (1)$$

E_{max} merupakan energi maksimal yang akan dikonversikan ke PLTS, P adalah daya terpasang dan t adalah waktu dalam satuan hari atau 24 jam. Energi maksimal kemudian disubstitusikan pada persamaan 2 untuk menghitung luas area pemasangan modul surya agar diperoleh energi listrik yang mencukupi.

$$PV_{area} = \frac{E_L}{G_{AV} \cdot \eta_{pv} \cdot TCF} \quad (2)$$

G_{AV} merupakan potensi penyinaran matahari setiap provinsi, η_{pv} adalah efisiensi modul surya dengan asumsi tingkat asumsi umum adalah 19% dan TCF adalah faktor koreksi suhu untuk modul surya yaitu 0,97. Terakhir, untuk menghitung kapasitas modul surya dilakukan berdasarkan persamaan 3.

$$KPM = PV_{area} \cdot STC \cdot \eta_{pv} \quad (3)$$

Pada persamaan 3, KPM adalah kapasitas modul surya yang dibutuhkan, sedangkan STC merupakan *standart test condition* untuk modul

surya sebesar 1000 kWh/m² (Niclas, 2017). Potensi energi matahari dari 34 provinsi di Indonesia akan dimasukkan pada persamaan 1, 2 dan 3 untuk kemudian ditemukan kapasitas modul surya yang dibutuhkan untuk membangun sistem PLTS di masing-masing Provinsi. Berdasarkan informasi yang dihasilkan, dilakukan perhitungan rata-rata kebutuhan kapasitas modul surya tiap provinsi. Langkah selanjutnya adalah

menentukan provinsi dengan kapasitas modul surya terendah dan provinsi dengan kebutuhan kapasitas modul surya tertinggi.

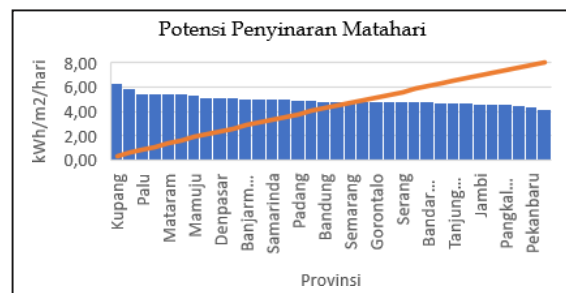
4. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil

Kapasitas modul surya merupakan fokus informasi yang akan dihitung pada penelitian ini. Hal ini dikarenakan kapasitas modul surya merupakan bagian utama pada sistem PLTS dan penentu kecukupan energi yang dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan listrik maksimum suatu beban rumah tangga. Komponen lainnya seperti baterai, inverter, *solar charger controller* dan keperluan lainnya umumnya memiliki kapasitas yang sama untuk kebutuhan energi yang sama. Potensi matahari suatu lokasi umumnya hanya tersedia rata-rata 5-6 jam setiap hari []. Potensi penyinaran matahari rata-rata dari 34 provinsi diperlihatkan pada Gambar 2.

Nilai potensi penyinaran matahari dari tiap provinsi kemudian disubstitusikan pada persamaan 1 untuk memperoleh luas area pemasangan modul surya yang dibutuhkan pada instalasi sebuah sistem PLTS. Hasil

perhitungan luas area modul surya sistem PLTS dari 34 provinsi di Indonesia dirangkum dan disajikan pada Tabel 1. Informasi pada tabel tersebut berdasarkan kapasitas daya listrik rumah tangga kelas R1 450, R1 900, R1 1300 menurut pengelompokan beban rumah tangga oleh PLN []. Data tersebut merupakan perhitungan dengan kapasitas energi maksimum yang dapat dipergunakan dari sumber listrik sesuai kapasitas daya terpasang selama 24 jam. Kapasitas ini nantinya dapat disesuaikan dengan pemakaian sehari-hari yang diperoleh dengan melakukan audit energi sederhana.



Gambar 2. Potensi penyinaran Matahari 34 provinsi Indonesia.

Kapasitas modul surya rata-rata yang diperlukan sebuah sistem PLTS berdasarkan data pada Tabel 1 yang dimasukkan pada persamaan 3 kemudian dapat di lihat pada Tabel 2.

B. Pembahasan

Studi kelayakan pemasangan sistem PLTS pada artikel ini dibatasi hanya pada 34 provinsi

Tabel 1. Luas area modul surya yang diperlukan untuk konversi 100% sumber listrik PLN ke PLTS.

No	Ibu Kota Provinsi	PVarea (m ² /hari) untuk Baban			No	Ibu Kota Provinsi	PVarea (m ² /hari) untuk Baban		
		450VA	900VA	1200VA			450VA	900VA	1200VA
1	Banda Aceh	12,09	24,18	32,24	18	Mataram	9,22	18,45	24,60
2	Medan	11,17	22,34	29,78	19	Kupang	7,83	15,66	20,88
3	Padang	10,14	20,29	27,05	20	Pontianak	9,86	19,73	26,30
4	Pekanbaru	11,45	22,90	30,53	21	Palangkaraya	10,23	20,46	27,27
5	Tanjung Pinang	10,85	21,70	28,94	22	Banjarmasin	9,82	19,65	26,20
6	Jambi	10,83	21,66	28,88	23	Samarinda	10,00	20,00	26,67
7	Palembang	10,67	21,33	28,44	24	Tanjung Selor	10,60	21,20	28,26
8	Pangkal Pinang	10,97	21,94	29,26	25	Manado	10,38	20,75	27,67
9	Bengkulu	10,40	20,80	27,73	26	Gorontalo	10,40	20,80	27,73
10	Bandar Lampung	10,46	20,93	27,90	27	Palu	9,14	18,28	24,37
11	Jakarta	10,46	20,93	27,90	28	Mamuju	9,28	18,55	24,73
12	Serang	10,46	20,93	27,90	29	Makasar	8,49	16,97	22,63
13	Bandung	10,36	20,71	27,61	30	Kendari	9,77	19,53	26,04
14	Semarang	10,38	20,75	27,67	31	Ambon	9,17	18,35	24,46
15	Yogyakarta	10,38	20,75	27,67	32	Sofifi	10,51	21,02	28,02
16	Surabaya	9,63	19,27	25,69	33	Manokwari	9,22	18,45	24,60
17	Denpasar	9,63	19,27	25,69	34	Jayapura	10,02	20,04	26,73

Tabel 2. Kapasitas modul surya yang dibutuhkan untuk memasang sistem PLTS.

No	Ibu Kota Provinsi	KPM (kWp) untuk Baban			No	Ibu Kota Provinsi	KPM (kWp) untuk Baban		
		450VA	900VA	1200VA			450VA	900VA	1200VA
1	Banda Aceh	2,297	4,594	6,126	18	Mataram	1,753	3,505	4,674
2	Medan	2,122	4,244	5,659	19	Kupang	1,488	2,976	3,968
3	Padang	1,928	3,855	5,140	20	Pontianak	1,874	3,748	4,997
4	Pekanbaru	2,176	4,351	5,802	21	Palangkaraya	1,943	3,887	5,182
5	Tanjung Pinang	2,062	4,124	5,498	22	Banjarmasin	1,867	3,733	4,978
6	Jambi	2,057	4,115	5,486	23	Samarinda	1,900	3,801	5,068
7	Palembang	2,027	4,053	5,404	24	Tanjung Selor	2,014	4,027	5,370
8	Pangkal Pinang	2,085	4,169	5,559	25	Manado	1,972	3,943	5,258
9	Bengkulu	1,976	3,952	5,269	26	Gorontalo	1,976	3,952	5,269
10	Bandar Lampung	1,988	3,976	5,302	27	Palu	1,736	3,473	4,631
11	Jakarta	1,988	3,976	5,302	28	Mamuju	1,762	3,525	4,700
12	Serang	1,988	3,976	5,302	29	Makasar	1,612	3,225	4,299
13	Bandung	1,968	3,935	5,247	30	Kendari	1,856	3,711	4,948
14	Semarang	1,972	3,943	5,258	31	Ambon	1,743	3,486	4,648
15	Yogyakarta	1,972	3,943	5,258	32	Sofifi	1,997	3,993	5,324
16	Surabaya	1,831	3,661	4,881	33	Manokwari	1,753	3,505	4,674
17	Denpasar	1,831	3,661	4,881	34	Jayapura	1,904	3,808	5,078

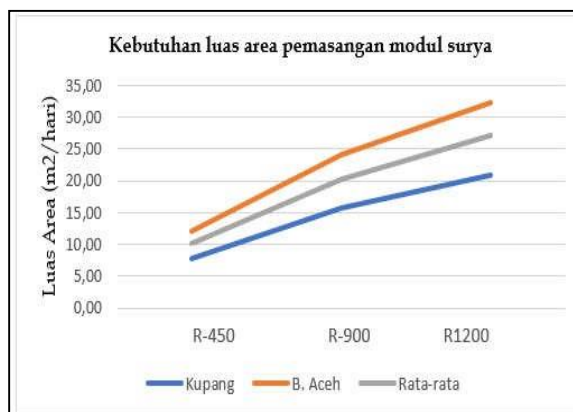
di Indonesia. Khususnya pada ibu kota provinsi yang umumnya memiliki penduduk dengan pendapatan tertinggi dibanding daerah lain yang ada di provinsi yang sama. Selain itu, pembatasan ini didasari oleh lokasi ibu kota mwmiliki indeks kecerahan yang lebih tinggi karena hamper tidak memiliki hutan alami dengan jumlah pohon yang banyak sehingga dapat menghalangi jatuhnya cahaya matahari. Selain itu, jumlah penduduk umumnya jauh lebih banyak berada di ibu kota dibandingkan kota atau desa lainnya pada sebuah provinsi.

Berdasarkan data potensi penyinaran matahari seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1. Dapat dinyatakan bahwa potensi penyinaran matahari rata-rata secara nasional adalah 4,95 kwh/m²/hari. Potensi penyinaran tertinggi berada di kota Kupang dengan besaran potensi matahari mencapai 6,36 kwh/m²/hari. Nilai ini 1,41 kwh/m²/hari atau 28,40% lebih tinggi dari potensi penyinaran rata-rata. Kota Sedangkan Banda Aceh menjadi kota dengan potensi penyinaran terendah yaitu 4,12 kwh/m²/hari. Nilai tersebut lebih kecil 0,83 kwh/m²/hari atau 16,82% lebih rendah dari potensi penyinaran rata-rata. Secara keseluruhan terdapat 14 kota dengan potensi penyinaran diatas rata-rata secara berurutan dari tertinggi yaitu Kupang, Makasar, Palu, Ambon, Mataram, Manokwari, Mamuju, Surabaya, Denpasar, Kendari, Banjarmasin, Pontianak, Samarinda, dan Jayapura. Kemudian terdapat 14 kota dengan potensi penyinaran lebih kecil dari nilai rata-rata nasional secara berurutan

yaitu kota Padang, Palangkaraya, Bandung, Semarang, Yogyakarta, Manado, Bengkulu, Gorontalo, Bandar Lampung, Jakarta, Serang, Sofifi, Tanjung Selor, Palembang, Jambi, Tanjung Pinang, Pangkal Pinang, Medan, Pekanbaru dan Banda Aceh.

Tinggi dan rendahnya potensi penyinaran matahari tersebut memiliki pengaruh terhadap luas area yang diperlukan untuk memasang modul surya. Berdasarkan hasil perhitungan luas area dan kapasitas modul surya yang diperlukan seperti yang diperlihatkan pada data di Tabel 1 dan 2. Potensi penyinaran matahari berbanding terbalik terhadap luas area dan kapasitas pemasangan modul surya yang diperlukan untuk memasang sebuah sistem PLTS. Kota Kupang dengan potensi penyinaran matahari tertinggi diketahui hanya memerlukan luas area masing-masing 7,83 m²/hari, 15,66 m²/hari, dan 20,88 m²/hari dengan kelompok golongan beban R1-450, R1-900, R1-1200. Nilai ini merupakan nilai yang diperoleh apabila kebutuhan listrik dialihkan seluruhnya atau 100% dari sumber PLN ke sistem PLTS. Luas area pemasangan di kota Kupang tersebut lebih kecil 22,66% dibandingkan luas area pemasangan rata-rata nasional yaitu 10,13 m²/hari, 20,25 m²/hari dan 27 m²/hari untuk masing-masing golongan beban R1 yang dibahas. Banda Aceh dengan potensi terendah memerlukan luas area masing-masing 12,09 m²/hari, 24,18 m²/hari, dan 32,24 m²/hari untuk tiap golongan beban atau lebih tinggi 19,39% dari nilai rata-rata secara nasional. Perbandingan kebutuhan luas

area modul surya untuk kota Kupang, nasional dan Banda Aceh secara jelas dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Perbandingan kebutuhan luas area pemasangan modul surya.

Hubungan antara luas area yang berbanding terbalik dengan kapasitas modul surya yang dibutuhkan kemudian diperlihatkan dari paparan Tabel 3. Kebutuhan kapasitas modul surya pada artikel ini dihitung dalam satuan *kilo watt peak* (kWp) berdasarkan luas area dan persamaan 3. kota Kupang sebagai kota dengan potensi penyinaran tertinggi membutuhkan kapasitas modul surya sebesar 1,49 kWp, 2,98 kWp dan 3,97 kWp untuk masing-masing golongan beban. Nilai tersebut lebih kecil 22,66% dari kebutuhan kapasitas modul surya rata-rata secara nasional yang diketahui sebesar 1,92 kWp, 3,85, dan 5,13 kWp. Banda Aceh memerlukan kapasitas modul surya lebih besar 19,39% dari kebutuhan rata-rata yaitu 2,30 kWp, 4,59 kWp dan 6,13 kWp seperti yang diperlihatkan Gambar 3.



Gambar 4. Perbandingan kebutuhan luas area pemasangan modul surya.

5. Penutup

A. Kesimpulan

Berdasarkan data dan informasi yang telah disajikan dan di bahas pada bagian hasil dan pembahasan. Secara umum pemasangan sistem PLTS layak/dapat diterapkan diseluruh provinsi yang ada di Indonesia. Hal ini dikarenakan kota Banda Aceh sebagai provinsi dengan potensi penyinaran matahari terendah memiliki potensi sebesar 4,12 kwh/m²/hari. Nilai ini lebih besar 3,12 kwh/m²/hari lebih besar dibandingkan nilai *standar test condition* (STC) yang merupakan nilai standar uji modul surya yang dilakukan di laboratorium untuk memutuskan modul layak untuk dipasarkan. Nilai dari potensi penyinaran ini berbanding terbalik terhadap kebutuhan luas area pemasangan dan kapasitas modul surya yang diperlukan. Semakin tinggi potensi penyinaran, maka semakin kecil kebutuhan lahan dan kapasitas modul surya untuk pemasangan sebuah PLTS. Sebaliknya, semakin kecil potensi penyinaran akan menyebabkan semakin besar kebutuhan lahan dan kapasitas modul. Perbedaan nilai potensi penyinaran di 34 provinsi di Indonesia ini terbukti sebagai salah satu dasar adanya perbedaan biaya dalam hal pemasangan PLTS di kota yang berbeda. PLN atau masyarakat yang ingin mengimplementasikan sistem PLTS perlu memperhatikan lokasi pemasangan dalam perencanaan sebuah PLTS. Pemasangan PLTS di kota Kupang dan 13 kota dengan potensi penyinaran di atas nilai rata-rata nasional memerlukan kapasitas yang lebih kecil agar menghasilkan energi listrik kapasitas daya dan konsumsi energi yang sama dengan kota Banda Aceh beserta 13 kota lainnya dengan potensi penyinaran di bawah nilai rata-rata nasional.

B. Saran

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa masyarakat yang ingin memasang PLTS guna memenuhi kebutuhan energi mereka sehari-hari harus mempertimbangkan lokasi tempat tinggal. Namun demikian, penelitian ini belum sepenuhnya dapat mempermudah masyarakat dalam menghitung perlengkapan PLTS seutuhnya. Diperlukan pengembangan dari penelitian ini, salah satunya adalah suatu alat

atau aplikasi yang dapat membantu mereka memperkirakan kebutuhan peralatan dan biaya pemasangan PLTS di kotanya. Hal ini dikarenakan banyaknya masyarakat yang antusias ingin mandiri energi listrik dari matahari ini belum mampu melakukan perhitungan yang tepat dan tidak dapat menjangkau informasi yang akurat sehingga nantinya akan merugikan mereka. Kerugian yang terjadi tentunya akan menghambat pertumbuhan jumlah pengguna pembangkit listrik energi terbarukan dari matahari ini. Kemudian pilihan pembangkit hibrida dan dukungan pemerintah dengan skema pertukaran jual-beli energi dari masyarakat ke PLN tentunya perlu untuk diteliti lebih jauh agar masyarakat dapat memiliki berbagai opsi-opsi mewujudkan keinginannya untuk memasang sistem PLTS.

6. Referensi

- BMKG, 2021. *Proyeksi Perubahan Iklim II BMKG*. [Online] Available at: <https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=proyeksi-perubahan-iklim> [Accessed 10 Juni 2021].
- Cucchiella, F. & D. I. & G. M., 2017. Economic analysis of a photovoltaic system: A resource for residential households. *Energies*, 10(814), pp. 1-15.
- Hutajulu, O. Y., 2017. Potensi Pembangkit PV-Baterai Sebagai Sumber Listrik Daerah Rural. *Teknika Sains*, 02(02), pp. 75-86.
- Indonesia, M. E. d. S. D. M. R., 2016. *Permen ESDM No 28 Tahun 2016*. [Online] Available at: <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2017/06/Permen-ESDM-No.-28-Tahun-2016.pdf> [Accessed 13 Juni 2021].
- Jihane Kartite, M. C., 2019. Study of the different structures of hybrid systems in renewable energies: A review. *Energy Procedia*, Volume 157, pp. 323-330.
- Kristiawan, R. . B., Widiastuti, I. & Suharno, S., 2018. *Technical and economical feasibility analysis of photovoltaic*. Bandung, MATEC Web of Conferences.
- Nallapaneni Manoj Kumar, S. S. C. A. K. V. d. O. H. A. S. V. U. E. M. J. M. C., 2020. Chapter 3 - Solar PV module technologies. In: A. S. Shiva Gorjian, ed. *Photovoltaic Solar Energy Conversion*. Cambridge: Academic Press, pp. Pages 51-78.
- Niclas, 2017. *Standard Test Conditions (STC): definition and problems*. [Online] Available at: <https://sinovoltaics.com/learning-center/quality/standard-test-conditions-stc-definition-and-problems/> [Accessed 13 Juni 2021].
- Pribadi, A., 2021. *PLTS Atap: Kaya Potensi, Amankan Investasi, Kunci Bauran Energi*. [Online] Available at: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/04/15/2840/plts.atap.kaya.potensi.amankan.investasi.kunci.bauran.energi?lang=en> [Accessed 10 Juni 2021].
- Stoffel, T., 2013. Chapter 1 - Terms and Definitions. In: J. Kleissl, ed. *Solar Energy Forecasting and Resource Assessment*. Cambridge: Academic Press,, pp. 1-19.