

PERBANDINGAN ENERGI LUARAN PLTS ATAP TERHADAP KONSUMSI ENERGI SKALA RUMAH TANGGA DENGAN DAYA LISTRIK 1300 VA

Riyani Prima Dewi^{1*}, Fadhilah Hazrina², dan Betti Widianingsih³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektronika, Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Cilacap, Cilacap

^{1,2,3}Jl. Dr. Soetomo No 1, Sidakaya, Cilacap

email: ¹riyanipd@pnc.ac.id, ²fadhillahazrina@pnc.ac.id, ³bettiwidianingsih@pnc.ac.id

Abstract – Solar energy is one option that can be used to reduce the use of fossil energy sources whose supplies are dwindling and global warming caused by its usage. The Indonesian government has sought to utilize solar power plants (PLTS) through various policies. Nowadays, all PLN customers are allowed to install rooftop PLTS. Before installing a rooftop PLTS, there must be a question of how efficient the electricity bill is if the electricity needs are combines of rooftop PLTS and PLN. The other question is how efficient is the installation of rooftop PLTS to save the electricity bill. This paper discusses the capacity optimization of PV mini-grid (rooftop) for a household refers to the current government policy on PV mini-grid. Studies The case was carried out on a house with an estimated installed PLN load of 1300 VA and the need for electrical energy of about 9.5 kWh/day, which is in Cilacap. The PLTS system output energy is simulated with PVSpot and SolarGIS software. To meet household electricity needs in the case study, the installed PV mini-grid system is about 1 kWp with a suitable inverter system. The monthly average output energy of the PLTS system is 124 kWh with the lowest and highest ranges respectively 145 kWh and 103 kWh per month. This energy can meet 42% of the energy needs of homes simulated.

Keywords: photovoltaic, pv rooftop, PVsopt, SolarGIS, solar energy

Abstrak – Untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan menanggulangi isu pemanasan global pada bumi kita maka energi surya atau matahari adalah pilihan sumber energi terbarukan yang bisa menjadi solusi. Pemerintah Indonesia telah mengusahakan pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) melalui berbagai kebijakan. Saat ini seluruh kalangan pelanggan PLN boleh memasang PLTS atap. Sebelum memasang PLTS atap pasti muncul pertanyaan seberapa hemat tagihan listrik jika kebutuhan listrik ditanggung sebagiannya oleh PLTS atap atau seberapa efisien pemasangan PLTS atap untuk memenuhi kebutuhan harian listrik. Dalam artikel ini akan dibahas suatu studi kasus mengenai perbandingan kebutuhan listrik harian suatu rumah dengan daya listrik yang dibangkitkan oleh PLTS atap. Studi kasus dilakukan di perumahan dengan kapasitas daya terpasang 1300 VA di Cilacap. Perhitungan dilakukan dengan simulasi menggunakan software SolarGIS dan PVSpot. Sistem PLTS atap yang diinstall adalah sebesar 1 Kwp untuk asumsi kebutuhan listrik 9,5 kW/hari. Hasil penelitian menunjukkan energi keluaran rerata bulanan dari sistem PLTS yang terpasang adalah sebesar 124 kWh dan dapat memenuhi sekitar 42% kebutuhan listrik satu rumah yang disimulasikan.

Kata Kunci – energi matahari, PLTS atap, PVsopt, sel surya, SolarGIS

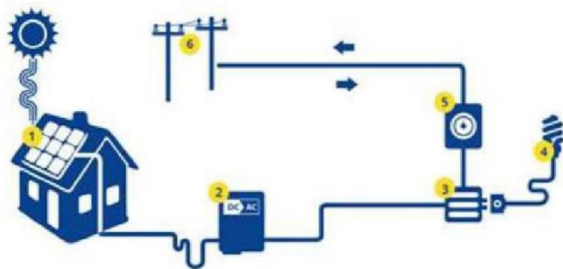
I. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas tidak terjamin akan selalu ada di beberapa tahun kedepan. Selain isu keterediaan, isu kerusakan alam akibat bahan bakar fosil yang digunakan juga semakin meluas. Pemerintah selalu berupaya untuk meningkatkan penggunaan *renewable* energi dan perlahan meninggalkan bahan bakar fosil di semua bidang tak terkecuali dengan pembangkit listrik.

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi energi terbarukan yang sangat besar, mulai dari air untuk pembangunan PLTA yang penggunaannya masih sangat sedikit [1][2], panas bumi, dan energi surya atau matahari yang bersinar sepanjang tahun. Energi surya adalah energi terbarukan yang utama dan tengah populer saat ini [3]. Pemanfaatan energi surya sangat penting dan telah di terapkan dalam berbagai bidang [4][5][6]. Indonesia yang letak geografisnya dilewati oleh garis khatulistiwa mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. Dalam Peraturan Presiden No.79 tahun 2014, Indonesia menargetkan peningkatan energi terbarukan pada tahun 2025 sebesar 23% [7]. Untuk mewujudkan rencana tersebut, beberapa kebijakan teknis telah dibuat dan ditetapkan yang salah satunya adalah kebijakan mengenai pemanfaatan energi surya melalui Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No.49 tahun 2018, jo. Permen ESDM No.13 tahun 2019, jo. Permen ESDM No.16 tahun 2019. Dalam peraturan tersebut di jeaskan mengenai aturan-aturan penggunaan PLTS khususnya PLTS atap bagi pelanggan PLN [8].

Lebih rinci lagi dijelaskan dalam peraturan diatas bahwa PLN memberikan kesempatan kepada seluruh pelanggannya untuk dapat menginstall PLTS dirumah, kantor, atau bangunan pribadi lainnya. Hal ini merupakan upaya untuk mendorong masyarakat dapat berperan serta dalam upaya meningkatkan pemanfaatan energi baru terbarukan. Harapan ini kemudian dikuatkan melalui Surat Edaran Menteri ESDM No. 363/22/MEM.L/2019 sebagai imbauan untuk menginstall PLTS atap pada gedung/bangunan yang meliputi perkantoran, rumah dinas, gudang, tempat parkir dan fasilitas umum lainnya [9].

Ada dua konfigurasi utama dalam instalasi PLTS yaitu konfigurasi sistem terpusat dan konfigurasi sistem tersebar. Masing-masing konfigurasi tersebut dapat bersifat *ongrid* atau *offgrid* [10]. Sesuai aturan yang berlaku di Indonesia, semua pelanggan PLN dapat memasang PLTS atap dengan menggunakan konfigurasi ongrid atau konfigurasi yang terhubung ke jaringan PLN. Dalam peraturan teknisnya, secara garis besar gambaran umum PLTS atap yang diijinkan oleh PLN adalah seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1 [8].



Sumber: ISSN 2341-5670

Gambar 1. Mekanisme dan komponen PLTS Atap

Keterangan gambar :

- (1) : Panel surya
- (2) : Inverter
- (3) : AC breaker panel
- (4) : peralatan elektronik rumah tangga
- (5) : kWh meter exim (export import)
- (6) : Jaringan PLN

Gambar 1 menjelaskan mekanisme PLTS atap yang diijinkan dipasang oleh pelanggan PLN. Arus listrik yang dihasilkan panel surya merupakan arus searah yang nantinya akan dikonversi oleh inverter menjadi arus AC. Arus listrik inilah yang dimanfaatkan oleh pelanggan masuk ke dalam rumah mereka melalui AC breaker panel. Dalam konfigurasi ini, pelanggan akan dilengkapi dengan kWh meter yang berbeda. kWh meter yang digunakan adalah kWh meter jenis exsim yang sekaligus menghubungkan sistem PLTS atap kita ke jaringan PLN. Dengan menggunakan Meter exim baik ekspor listrik maupun impor listrik dari pelanggan PLTS dan ke jaringan PLN akan terbaca. Berdasarkan data inilah nantinya tagihan nilai jual beli listrik antar pelanggan dan PLN akan dihitung.

Dari latar belakang yang telah dijabarkan, dalam artikel ini akan dibahas mengenai simulasi energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS atap di suatu rumah di Cilacap, dengan kapasitas daya terpasang adalah 1300 VA. Analisis perbandingan jumlah energi harian anatar kebutuhan rumah dan energi terbangkitkan PLTS juga akan dibahas dan pertanyaan mengenai berapa persen PLTS atap dapat mengcover kebutuhan listrik rumah pengguna.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Pada penelitian sebelumnya[11] perhitungan potensi energi listrik dari PLTS atap di perumahan GreenSmart Living Cilacap dilakukan pada rumah dengan daya terpasang 2200 VA. Simulasi dikerjakan dengan SolarGIS PV. Hasil dari penelitian tersebut yaitu satu rumah yang kebutuhan energi hariannya sebesar 13 kWh kemudian menginstall PLTS atap 3 kWp maka kebutuhan energi listrik yang diimport dari PLN ke rumah hanya sebesar 7,8% dalam satu tahun.

Prian Gagani dkk[12] melakukan suatu perancangan PLTS pada atap gedung fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. Sebanyak 570 modul PV dengan kapasitas masing-masing 500 Wp digunakan dalam penelitian ini. Inverter yang dipakai sebanyak 21 unit. Hasil penelitiannya menunjukkan dengan radiasi matahari yang baik sekitar 4.76 kWh/m²/hari estimasi energi yang diperoleh sebesar 285 kWp. Terdapat 2 gedung utama yang diinstall PLTS atap yaitu gedung A B C

dan D Fakultas Teknik dan gedung Sipil. Beban tahunan gedung pertama adalah sebesar 629,739 kWh/tahun dan sekitar 50.7% kebutuhannya dapat terpenuhi oleh rancangan PLTS atap. Sedangkan di gedung kedua, kebutuhan energi tahunan nya sebesar 63,337 kWh/tahun dan PLTS yang dirancang akan mampu mengakomodir sekitar 43.3% dari kebutuhan total.

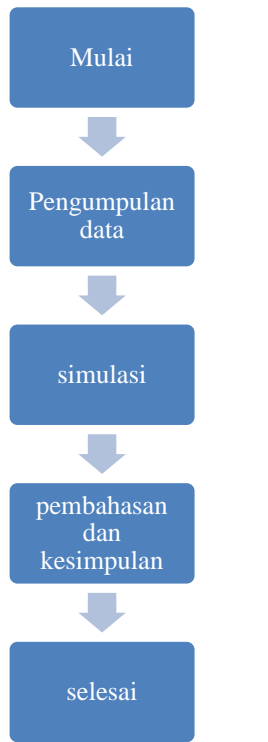
Di kota Denpasar, H. Kristiawan dkk[12] melakukan penelitian tentang potensi pembangkit listrik tenaga surya atap gedung sekolah SD Negeri 5 Pedungan, Denpasar. Dengan menggunakan *software* Helioscope diperoleh data bahwa potensi energi matahari di wilayah tersebut adalah sebesar 1912,8kWh/m²/tahun atau rata-rata sebesar 5,2kWh/m²/hari. Listrik dapat mulai dihasilkan oleh PLTS mulai pukul 07.00 – 18.30 WITA. Sebesar 3214.6 kWh listrik berpotensi dihasilkan dengan sudut pemasangan PLTS atap sebesar 30.9°. jika dibandingkan dengan sudut pemasangan optimal yaitu 15°, maka potensi listrik yang dihasilkan akan semakin besar (3407kWh).

Dengan *software* yang sama yaitu Heliospoce, I Gede Civavisna Brahma dkk[13] melakukan simulasi unjuk kerja PLTS atap 1 kWp. Sistem PLTS atap 1 kWp yang dirancang pada lokasi yang penulis gunakan menggunakan panel Canadian Solar 195 Wp sebanyak 7 buah, 1 buah inverter AEC 1 kW, dipasang pada atap bangunan menghadap utara, dan terhubung dengan jaringan pln melalui net meter. PLTS atap 1 kWp ini mampu menghasilkan energi listrik rata-rata harian 5,48 kWh, mingguan 41,07 kWh, bulanan 164,29 kWh, dan tahunan 1971,5 kWh. Produksi energi bervariasi sebesar rata-rata 8% tiap bulan dengan produksi minimum pada bulan Januari sebesar 135,1 kWh dan tertinggi pada bulan Juli sebesar 184,5 kWh. PLTS atap 1 kWp yang dirancang menghasilkan *performance ratio* 73,6% dengan Iradiasi yang diterima dalam setahun mencapai 1859,2 kWh/.

III. METODE PENELITIAN

Gambar 2 menjelaskan tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini. Secara garis besar ada 3 langkah utama dalam penelitian ini yaitu pengumpulan data, simulasi, dan penarikan kesimpulan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data iklim lokasi perumahan yaitu Cilacap. Data seperti radiasi matahari, temperatur rata-rata, dan lama penyinaran matahari dibutuhkan untuk menghitung potensi listrik yang dapat dibangkitkan oleh PLTS atap yang akan diinstall. Data-data tersebut didapatkan dari BMKG kota Cilacap. Data lain yang dibutuhkan adalah total kebutuhan energi listrik harian dari satu rumah dengan kapasitas daya terpasang sebesar 1300 VA. Data ini diperoleh dari hasil observasi langsung ke rumah yang menjadi objek penelitian.

Tahapan kedua dari penelitian ini adalah melakukan simulasi. Simulasi dilakukan dengan *software* SolarGIS dan PVSpot untuk menghitung energi listrik yang dibangkitkan oleh PLTS di daerah atau wilayah yang telah dipilih. Data hasil simulasi kemudian dievaluasi untuk menarik kesimpulan pada tahap terakhir penelitian ini. Beberapa pembahasan yang dilakukan sebelum penarikan kesimpulan adalah mengenai potensi energi listrik dari PLTS atap, perbandingan anatar kebutuhan energi dan energi yang dihasilkan baik harian maupun tahunan, dan berapa persen PLTS atap dapat mengakomodir kebutuhan listrik bulanan rumah yang menjadi objek penelitian.

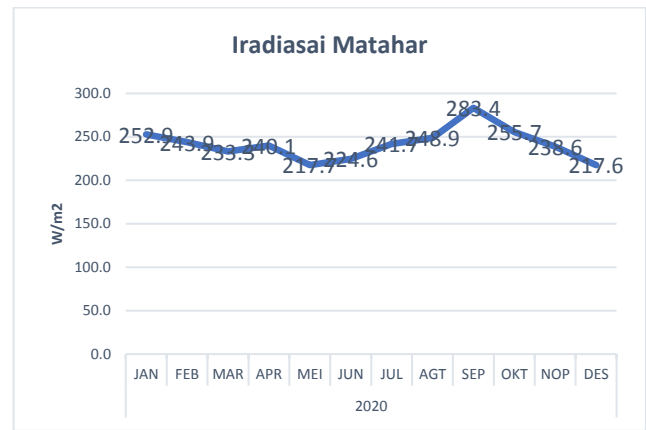


Gambar 2. Flowchart penelitian

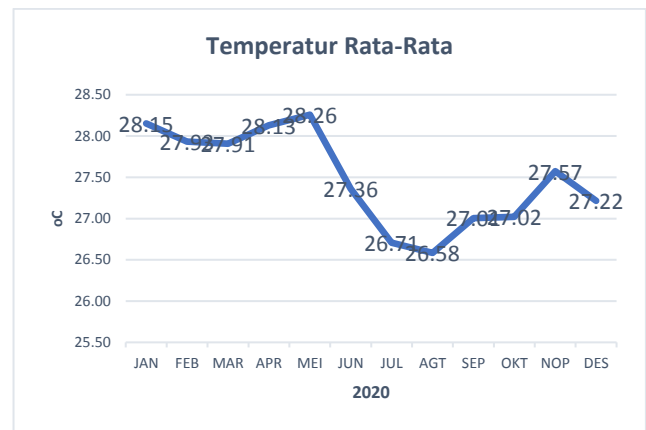
A. Kondisi Iklim Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah di suatu rumah yang berada di perumahan GreenSmart Living Cilacap. Data iklim yang digunakan adalah data iklim kabupaten Cilacap pada tahun 2020. Ada 2 data iklim yang digunakan yaitu data iradiasi matahari dan temperatur rata-rata. Besarnya iradiasi matahari merupakan salah satu faktor yang berpengaruh pada efisiensi produksi energi listrik disusul faktor lainnya seperti derajat kemiringan dan pengaruh bayangan saat pengoperasian[15]. Nilai radiasi berpengaruh langsung pada efisiensi produksi karena radiasi matahari menentukan besarnya arus dan tegangan yang dihasilkan oleh suatu panel surya[16]. Akan tetapi hanya sebesar 20% saja dari total radiasi yang diserap oleh modul surya yang akan diknversi menjadi listri, dan sisanya dikonversi menjadi panas. Panas merupakan hal yang harus dihindari oleh panel surya karena dapat menurunkan efisiensi. Oleh karena itu parameter temperature lingkungan menjadi penting karena faktor lingkungan dan *Nominal Operating Cell Temperature* (NOCT) juga dapat mempengaruhi temperatur panel surya[17][18].

Data parameter iklim kabupaten Cilacap tahun 2020 dapat dilihat pada Gamabr 3 dan Gambar 4. Dalam gambar 3 dapat kita lihat bahwa kabupaten Cilacap selalu disinari matahari setiap harinya dalam setahun. Radiasi matahari di kabupaten Cilacap selalu diatas 200 W/m² setiap bulannya, dengan nilai puncak maksimumnya terjadi di bulan September sebesar 283,4 W/m². Berdasarkan grafik pada Gambar 4, Cilacap memiliki temperatur rata-rata sekitar 26 – 28°C. Temperature rata-rata tertinggi terjadi di bulan Mei dengan nilai 28,26°C dan yang terkecil 26,58°C pada bulan Agustus.



Gambar 3. Grafik nilai radiasi matahari rata-rata kabupaten Cilacap tahun 2020[19]



Gambar 4. Grafik nilai temperature rata-rata matahari kabupaten Cilacap tahun 2020[19]

B. Asumsi Listrik Harian

Rumah tinggal yang akan dibangun di perumahan GreenSmart Living Cilacap dengan fasilitas PLTS atap adalah rumah *type* 50 dan 70. Dalam penelitian ini, rumah *type* 50 yang dijadikan objek penelitian. Rumah *type* 50 menggunakan daya listrik PLN sbesar 1300 VA. Kebutuhan listrik harian untuk 1 rumah *type* ini diasumsikan sebesar 9,5 kWh per hari dengan rincian peralatan listrik, rata-rata lama pemakaian, serta perkiraan kebutuhan energinya dalam studi kasus ini ditampilkan dalam Tabel 1. Peralatan elektronik yang umum dimiliki oleh sebuah rumah tangga diantaranya AC, lampu, kulkas, *rice cooker*, TV, mesin cuci, dan peralatan elektronik lainnya seperti *charger* hp, *hair dryer*, dan lain-lain. Penjabaran jumlah kebutuhan peralatan elektronik ini ada yang berdasarkan survey ke lokasi lapangan ada juga yang berdasarkan asumsi hasil dari survey ke rumah-rumah pelanggan PLN dengan daya teroasang yang sama yaitu 1300 VA. Data yang berdasarkan survey adalah jumlah lampu dan AC. Ada 12 titik lampu pada denah rumah *type* dan 1 AC untuk kamar utama. Sedangkan peralatan lainnya seperti kulkas, *rice cooker*, TV, dan mesin cuci merupakan peralatan umum pemenuh kebutuhan harian rumah tangga yang didapatkan dari survey rumah-rumah sekitar. Lamanya penggunaan peralatan-peralatan elektronik ini menentukan besarnya daya yang dikonsumsi oleh peralatan. Daya dalam satuan Watt pada satu peralatan elektronik dapat kita temukan pada spesifikasi peralatan itu sendiri. Satu buah AC misalnya memerlukan daya sebesar 400 W untuk beroperasi. Jika AC ini dalam satu hari digunakan selama 8

jam, maka daya listrik yang di konsumsi selama pemakaian tersebut setara dengan perkalian antara daya AC dengan lama penggunaan yaitu sekitar 3200 Wh. Untuk peralatan elektronik lainnya, daya perlatan, lama pemakain, dan konsumsi energi perhari ditunjukkan dalam Tabel 1. Kebutuhan total harian merupakan penjumlahan dari semua peralatan elektronik selama 24 jam. Dalam tabel 1. Dapat kita ketahui bahwa total energi perhari dari rumah yang disimulasikan ini adalah sebesar 9,2 kWh.

TABEL 1
KEBUTUHAN LISTRIK HARIAN

Peralatan Elektronik	Jumlah	Daya (W)	Lama Pemakaian rata-rata	Energi perhari (kWh)
AC	1	400	8	3,2
Lampu	12	10	8	0,96
Kulkas	1	80	24	1,92
Rice cooker	1	300	4	1,20
TV	1	100	5	0,50
Mesin Cuci Elektronik	1	500	1	0,50
lainnya	-	-	-	0,92
Total				9,2

C. Data Input

Parameter input dalam simulasi ini diantaranya adalah meliputi lokasi penelitian, koordinat lokasi, ketinggian lokasi, temperatur rata-rata, jenis sistem PV yang dipilih, sampai pada efisiensi dari sistem ini. Lokasi penelitian yang di masukkan sesuai dengan koordinat perumahan yaitu $-07^{\circ} 68' S, 109^{\circ} 03' E$. Saat koordinat ini di inputkan pada simulator maka otomatis nilai-nilai dari loksai koordinat ini diataranya nama lokasi (biasanya terdeteksi sampai unit desa), elevasi, dan temperatur rata-rata ditampilkan oleh simulator. Untuk parameter kedua yang dimasukkan dalam simulasi adalah mengenai sistem PLTS dan spesifikasi panel surya. Dari tabel 2 dapat kita lihat bahwa sistem PLTS ini diinstall untuk perumahan (*small residential*), dengan sudut azimuth untuk pemasangannya 0° dan kemiringan pemasangan panel surya adalah 12° . panel surya yang digunakan adalah jenis *crystalline silicon*. Sistem terpasang pada PLTS atap sebesar 1 kWp, karena berdasarkan Permen ESDM No.49 Tahun 2019 pemasangan PLTS atap maksimal sebesar daya terpasang (pada rumah *type 50* daya terpasang adalah 1300 VA). DC/AC losses yang dimaksud pada tabel 2. Adalah rugi-rugi yang ada pada inverter dan *availability* adalah kemampuan atau nilai efisiensi dari sistem keseluruhan.

TABEL 2.
PARAMETER INPUT SIMULASI

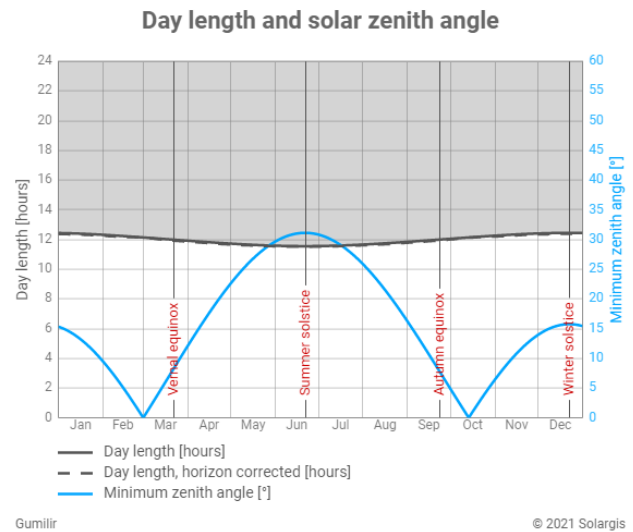
Parameter	Nilai Input
Site name	Gumilir
Coordinates	$07^{\circ} 68' S, 109^{\circ} 03' E$
Elevation	2 m
Temperature	$26.3^{\circ}C$
PV System	Small Residential
Azimuth of PV Panel	0°
Tilt od PV Panel	12°
Type modules	c-Si – crystalline silicon (mono or polycrystalline)
Installed Capacity	1 kAp
DC/AC losses	5.5% / 1.5%
Availability	97%

IV.HASIL DAN PEMBAHASAN

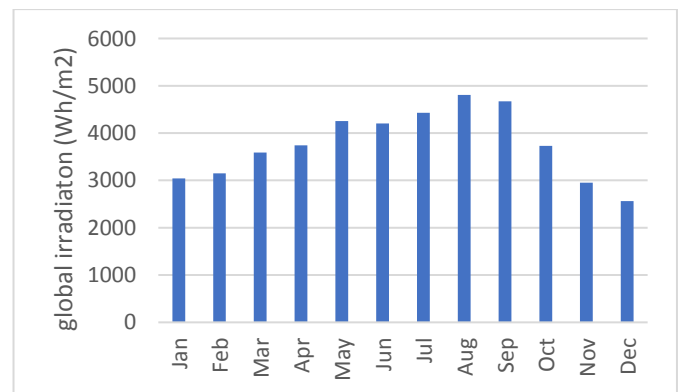
Dari hasil simulasi yang diperoleh maka dilakukan beberapa pembahasan diantaranya pembahasan mengenai energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS atap, perbandingan antara kebutuhan energi dan energi terbangkitkan PLTS baik harian maupun tahunan, dan pembahasan berapa persen PLTS atap dapat mengakomodir kebutuhan listrik bulanan rumah yang menjadi objek penelitian.

A. Potensi Energi Listrik PLTS Atap

Dari data iklim yang dibahas sebelumnya dan digunakan sebagai parameter input dalam simulasi, diperoleh nilai radiasi matahari global di Cilacap yang ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Lamanya matahari bersinar di Cilacap dan nilai *Minimum solar zenith angle* [20]



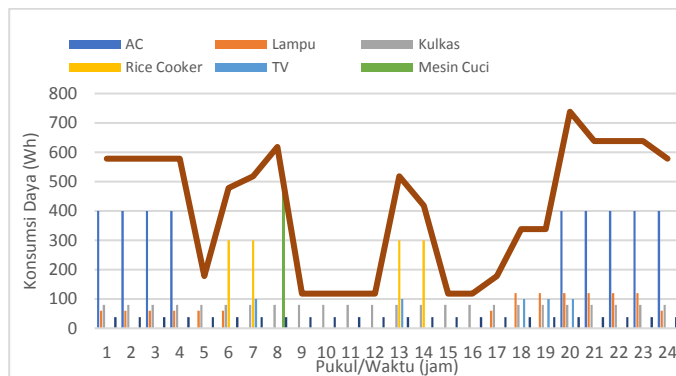
Gambar 6. Nilai radiasi matahari global Kabupaten Cilacap [17]

Radiasi global di Kabupaten Cilacap adalah sebesar 2,5 kWh/hari.m² - 4,6 kWh/hari.m² dengan rata-rata 3,6 kWh/hari.m² dengan nilai sudut zenith minimum 0° dan maksimum 30° . Adapun nilai radiasi global sepanjang tahun di Cilacap dapat dilihat pada Gambar 6. Dari grafik diketahui bahwa nilai radiasai maksimum ada di bulan Agustus sedangkan nilai minimum terjadi di bulan Desember. Secara umum nilai radiasai matahari akan bergantung pada musim dalam setiap tahun. Pada musim kemarau nilai radiasai akan lebih besar dibandingkan dengan bulan pada musim penghujan. Perbedaan musim juga mempengaruhi lamanya matahari bersinar yang sekaligus mempengaruhi nilai radiasai matahari. Akibatnya listrik yang dihasilkan akan terpengaruh pula sehingga efisiensi PLTS berubah. Perbedaan dan

pergantian musim pada bulan-bulan sepanjang tahun tidak termasuk dalam cakupan pembahasan dalam penelitian ini.

B. Perbandingan Kebutuhan Energi Listrik terhadap Energi Keluaran PLTS Atap

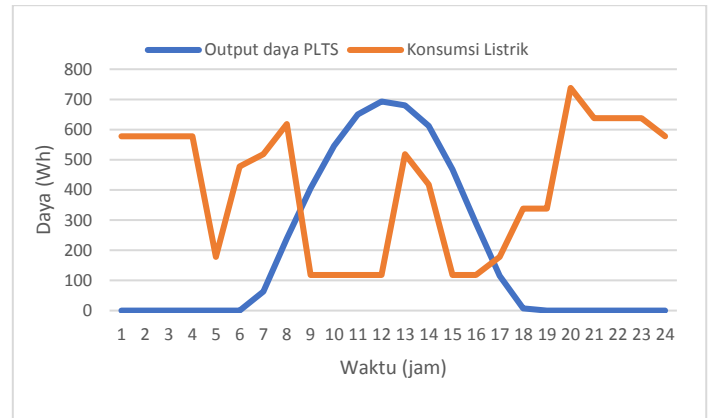
Gambar 7 menunjukkan gambaran pola penggunaan daya listrik harian selama 24 jam berdasarkan pada tabel kebutuhan listrik yang disebutkan sebelumnya di Tabel 1. Dari grafik dapat kita lihat bahwa terdapat 2 kategori peralatan listrik rumah tangga yaitu penggunaan yang kontinyu dan tidak kontinyu. Peralatan listrik yang kontinyu misalnya kulkas yang dihidupkan 24 jam dalam sehari. Akan tetapi daya yang dikonsumsi oleh kulkas tidak menunjukkan nilai yang terlalu signifikan jika dibandingkan dengan peralatan yang penggunaannya di jam-jam tertentu. Beban puncak dari rumah ini terjadi pada pukul 20.00 WIB, dan beban terendah terjadi pada siang hari sekitar pukul 9.00 – 12.00 WIB. Sebagian besar konsumsi listrik di rumah memang umum terjadi di malam hari karena beberapa peralatan yang membutuhkan daya besar mulai dihidupkan, misalnya AC yang merupakan peralatan dengan daya terbesar yang ada di rumah ini. Pada pagi hari, di jam-jam tertentu juga mengalami kenaikan beban yang merupakan pengoperasian mesin cuci dan *rise cooker* yang bersamaan. Secara keseluruhan pada kondisi normal (kondisi ideal pada grafik tanpa memperharikan perubahan kebiasaan pengguna rumah per hari nya) daya maksimum adalah sebesar 1.400 Watt per hari.



Gambar 7. Gambaran pola penggunaan daya listrik harian selama 24 jam

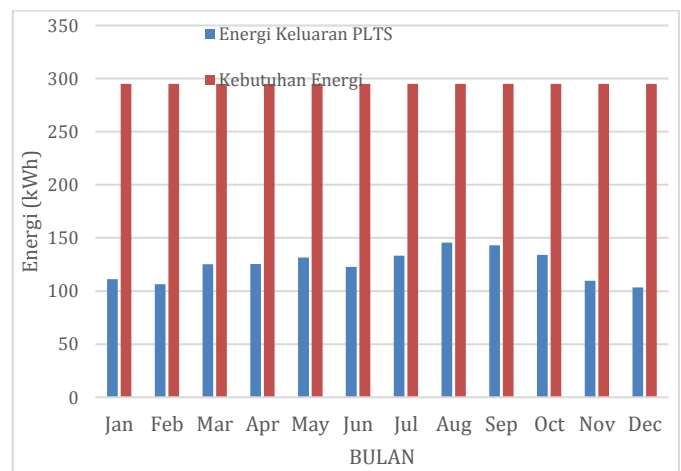
Untuk rumah objek penelitian ini yang memiliki kapasitas daya terpasang 1300 VA, maka desain PLTS yang direncanakan akan diinstall sebesar 1 kWp dengan pertimbangan bahwa kebijakan PLN mewajibkan pembatasan instalasi PLTS dengan maksimal sebesar daya terpasang di rumah pelanggan. Hasil simulasi ditunjukkan dalam grafik pada Gambar 8. Pada kondisi ideal, daya keluaran dari PLTS atap dengan kapasitas 1 kWp dalam satu hari ditunjukkan oleh grafik berwarna biru. Kemudian data ini dibandingkan dengan grafik pola penggunaan listrik harian yang sebelumnya telah dibahas pada Gambar 7. Jika kita perhatikan, PLTS atap mulai menghasilkan daya listrik dari pukul 07.00 – 17.00 WIB setiap harinya. Berdasarkan luasan grafiknya, antara pukul 08.00 – 17.00 WIB, garis biru berada di atas garis jingga. Ini menunjukkan bahwa produksi listrik dari PLTS atap melebihi kebutuhan listrik rumah pada jam tersebut. Jika demikian, maka pada jam tersebut kebutuhan listrik rumah akan diambil dari PLTS dan selisih dayanya akan dicatat oleh kWh meter exim sebagai total energi listrik yang di ekspor ke jaringan PLN. Sedangkan di jam lainnya, saat grafik jingga berada di

atas grafik biru, terutama di malam hari saat PLTS atap tidak menghasilkan listrik maka kebutuhan listrik rumah akan disuplay oleh PLN. Saat inilah kWh meter exim akan mencatat jumlah impor energi listrik dari jaringan PLN. Hasil pencatatan ekspor dan impor energi listrik ini menjadi dasar perhitungan jual beli listrik dan juga tagihan listrik yang akan ditanggung pelanggan perbulan. Pembahasan mengenai biaya listrik berdasarkan kWh meter exim tidak dibahas lebih lanjut dalam artikel ini.



Gambar 8. Perbandingan penggunaan listrik harian terhadap energi keluaran PLTS atap

Pada Gambar 9. Grafik penggunaan energi listrik dalam satu tahun dalam kondisi ideal dibandingkan terhadap grafik produksi listrik tahunan dari PLTS atap dengan kapasitas 1 kWp. Dari grafik tersebut dapat kita lihat bahwa produksi energi listrik PLTS tiap bulannya tidak lebih dari 295 kWh yang menunjukkan bahwa instalasi PLTS atap ini belum bisa sepenuhnya mengakomodir kebutuhan listrik rumah dalam setiap bulannya. Produksi listrik dari PLTS atap dalam satu tahun sebesar 1491 kWh. Nilai ini setara dengan 42% kebutuhan listrik rumah dalam 1 tahun. Sehingga dapat disimpulkan bahwa memasang PLTS atap berkapasitas 1 kWp di rumah yang diteliti dengan kebutuhan listrik perhari nya sebesar 9,2 kWh dapat menghemat energi listrik sebesar 42% dari jaringan PLN.



Gambar 9. Perbandingan total penggunaan energi listrik tahunan terhadap energi keluaran PLTS atap

V.KESIMPULAN

Modul surya dalam menghasilkan listrik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor iklim dan faktor cuaca. Simulasi produksi listrik diperlukan sebelum menginstall PLTS atap dengan tujuan untuk melihat seberapa efisien pemasangan PLTS dan mempengaruhi nilai perkiraan investasi.

Dari hasil penelitian yang telah dikerjakan, sebuah rumah yang membutuhkan energi listrik harian sebesar 9,3 kWh per hari dalam kondisi ideal tanpa memperhatikan perubahan pola kebiasaan menyalakan dan menggunakan peralatan elektronik rumah tangga dapat dihitung energi listrik bulanan yang dikonsumsi sebesar 295 kWh per bulan. Produksi listrik PLTS atap kapasitas 1 kWh dalam satu tahun adalah sebandar 42% dari total kebutuhan listrik rumah dalam satu tahun. Hal ini memiliki arti bahwa dengan memasang PLTS atap kapasitas 1 kWp, konsumsi listrik yang dapat kita hemat dari jaringan PLN adalah sebesar 42%. Yang perlu digaris bawahi adalah angka 42% ini bukan merujuk langsung pada total penghematan biaya tagihan listrik bulanan karena harga jual dan beli listrik diatur lebih lanjut dalam UU. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk melihat berapa rupiah yang bisa dihemat dari kegiatan menginstall PLTS atap di rumah-rumah pelanggan PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Dewi, "Analisis Potensi Daya Listrik Aliran Sungai Cibuni," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 9, no. 2, pp. 25–29, Jul. 2020, doi: 10.30591/polektro.v9i2.1989.
- [2] R. P. Dewi, B. Anggoro, and B. Halimi, "Francis Turbine Design on Malabar Mini Hydropower Plant," in *2018 Conference on Power Engineering and Renewable Energy (ICPERE)*, Oct. 2018, pp. 1–4, doi: 10.1109/ICPERE.2018.8739449.
- [3] P. Manikandan, S. Karthick, S. Saravanan, and T. Divya, "IRJET-Role of Solar Powered Automatic Traffic Light Controller for Energy Conservation Role of Solar Powered Automatic Traffic Light Controller for Energy Conservation," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, p. 989, 2008, [Online]. Available: www.irjet.net.
- [4] R. Nandika and P. Gunoto, "Pemanfaatan Sel Surya 50 Wp Pada Lampu Penerangan Rumah Tangga Di Daerah Hinterland," *Sigma Tek.*, vol. 1, no. 2, p. 185, 2018, doi: 10.33373/sigma.v1i2.1516.
- [5] Jatmiko, H. Asy'ari, and M. Purnama, "Pemanfaatan Sel Surya Dan Lampu Led Untuk Perumahan," *Semantik*, vol. 2011, no. Semantik, pp. 1–6, 2011.
- [6] A. Rahardjo, Herlina, and H. Safruddin, "Optimalisasi Pemanfaatan Sel Surya Pada Bangunan Komersial," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. II*, vol. 2, no. Universitas Indonesia, pp. 978–979, 2007.
- [7] K. ESDM, *Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)*. 2016.
- [8] Permen, *Peraturan Menteri ESDM Nomor 49 Thn 2018 Tentang Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap oleh Konsumen PT. PLN (Persero)*. Jakarta, 2018.
- [9] K. ESDM, *Surat Edaran Menteri ESDM No. 363/22/MEM.L/2019*. Jakarta, 2019.
- [10] D. Rizkari, W. Wilopo, and M. K. Ridwan, "Potensi Pemanfaatan Atap Gedung Untuk Plts Di Kantor Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan Dan Energi Sumber Daya Mineral (Pup-Esdm) Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta," *J. Appropriate Technol. Community Serv.*, vol. 1, no. 2, pp. 104–112, 2020, doi: 10.20885/jattec.vol1.iss2.art7.
- [11] R. P. Dewi, F. Hazrina, and B. Widianingsih, "Optimalisasi Kapasitas Rooftop PV System Skala Rumah Tangga di Perumahan," *Infotekmesin*, vol. 13, no. 1, pp. 67–73, Jan. 2022, doi: 10.35970/infotekmesin.v13i1.937.
- [12] P. G. Chamdareno, A. F. P. Sasongko, and B. Budiyanto, "Perencanaan Plts Pada Roof Top Gedung Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta Dengan Menggunakan Simulasi Program Pv*Sol," *Technologic*, vol. 11, no. 2, Dec. 2020, doi: 10.52453/t.v11i2.297.
- [13] H. Kristiawan, I. N. S. Kumara, and I. A. D. Giriantari, "Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Gedung Sekolah di Kota Denpasar," *J. SPEKTRUM*, vol. 6, no. 4, pp. 66–70, 2019.
- [14] P. Dan et al., "Perancangan dan simulasi plts atap 1 kwp menggunakan helioscope," vol. 8, no. 2, pp. 249–256, 2021.
- [15] K. Yakin and A. Rajagukguk, "Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Tipe Rooftop on Grid – System Pada Gedung Laboratorium Teknik Elektro Universitas Riau," *Fteknik*, vol. 7, pp. 1–11, 2020.
- [16] B. Winardi, A. Nugroho, and E. Dolphina, "Perencanaan Dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat Untuk Desa Mandiri," *J. Tekno*, vol. 16, no. 2, pp. 1–11, Oct. 2019, doi: 10.33557/jtekn.v16i1.603.
- [17] A. Asrori and E. Yudiyanto, "Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal," *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 1, no. 1, p. 68, Oct. 2019, doi: 10.36055/fwl.v1i1.7134.
- [18] A. STEFANIE and F. C. SUCI, "Analisis Performansi PLTS Off-Grid 600 Wp menggunakan Data Akuisisi berbasis Internet of Things," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 9, no. 4, p. 761, Oct. 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i4.761.
- [19] BMKG, *Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Stasiun Tunggul Wulung Cilacap. Cilacap: BMKG*, 2020.
- [20] Solargis;Info, *SolarGIS PV Planer. SolarGis*, 2021.