

Analisa Potensi Penggunaan PLTS On Grid di Kota Makassar

Simon Patabang¹, Limbran Sampebatu², Aries Kamolan³

¹⁾²⁾³⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Atma Jaya Makassar, Indonesia
e-mail: s-patabang@gmail.com, elsampebatu@gmail.com, arieskamolan@gmail.com

ABSTRAK

Kota Makassar merupakan pusat pemerintahan dan pusat bisnis di propinsi Sulawesi Selatan. Masyarakat kota Makassar memiliki ketergantungan yang sangat tinggi terhadap penggunaan energi listrik untuk melakukan kegiatan baik di rumah maupun di tempat kerja. Penggunaan energi listrik yang cukup tinggi akan menyebabkan bertambahnya tagihan rekening pelanggan setiap bulan. Oleh karena itu, masalah tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkan sumber energi alternatif seperti PLTS on grid untuk mengurangi ketergantungan energi listrik dari PLN. Penelitian dilakukan dengan metode simulasi beban berdasarkan tingkat radiasi matahari di Kota Makassar pada daya terpasang 4500 VA. Jika menggunakan PLTS on grid, maka pelanggan akan memiliki dua sumber energi listrik yaitu PLTS selain PLN. Sumber utama energi listrik pada siang hari adalah PLTS on grid dan pada malam hari adalah PLN. Apabila daya listrik PLTS pada siang hari tidak mencukupi untuk melayani kebutuhan beban maka PLN secara otomatis akan menambah kekurangan daya listrik pada beban. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penggunaan PLTS on grid memberikan penghematan konsumsi energi listrik PLN sebesar 34,78% hingga 89,53%. Hasil ini menggambarkan bahwa potensi penggunaan panel surya on grid di kota Makassar sangat besar.

Kata Kunci: panel surya, PLTS on grid, energi listrik, Makassar

Analysis of Potential Use of PLTS On Grid in Makassar City

ABSTRACT

Makassar is the center of government and business center in the province of South Sulawesi. The people of Makassar has a very high dependence on the use of electrical energy to meet their daily needs, both at home and at offices. The use of electrical energy which is quite high will cause an increase in customer bills every month. Therefore, this problem needs to be reduced by utilizing alternative energy sources. PLTS on grid is one of the solutions to reduce dependence on electrical energy from PLN. This research was carried out using a load simulation method based on the level of solar radiation in Makassar City at an installed power of 4500 VA. By using PLTS on grid the customer has two sources of electrical energy, from solar power and PLN line. The main source of electrical energy during the day is from on grid solar power and at night is from PLN line. If the power from the on grid solar power the day is insufficient to serve the load needs, PLN will automatically responsible for the electric power of the load. The simulation results show that the use of on-grid PLTS saves PLN's electricity consumption by 34.78% to 89.53%. These results illustrate that the potential for using on grid solar panels in the city of Makassar is very large.

Keywords: solar panels, PLTS on grid, energy, Makassar

Correspondence author : Simon Patabang, Prodi Teknik Elektro Universitas Atma Jaya Makassar

E-mail : elsampebatu@gmail.com

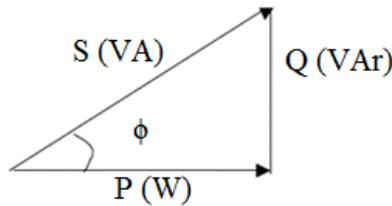


I. PENDAHULUAN

Kota Makassar sebagai salah satu kota besar di Indonesia memiliki suplay daya listrik yang stabil dan kontinu dari PLN [1]. Hampir semua kegiatan masyarakat baik di rumah maupun di kantor sangat mengandalkan energi listrik dari PLN. Dengan semakin bertambahnya penggunaan daya listrik maka tentu saja akan meningkatkan besar tagihan rekening listrik yang harus dibayarkan setiap bulannya. [2]

Penelitian ini melakukan kajian untuk mengetahui potensi penggunaan PLTS on grid sebagai salah satu solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan daya listrik PLN. [2]. Penelitian ini menggunakan metode simulasi dengan melayani beban listrik dari 2 sumber yaitu dari PLN dan PLTS. Dalam sistem tenaga listrik, beban listrik dibedakan atas 3 jenis yaitu beban resistif, beban induktif, dan beban kapasitif. Jenis beban yang banyak digunakan di rumah tangga adalah beban resistif dan beban induktif. Beban resistif berupa lampu dan seterika sedangkan beban induktif berupa peralatan listrik yang menggunakan kumparan atau lilitan seperti kulkas, pompa air, AC, dan kipas angin. [3]

Peralatan listrik dalam rumah tangga mengkonsumsi energi listrik sesuai dengan kebutuhannya masing-masing. Pada beban resistif mengkonsumsi daya aktif P (Watt) dan beban induktif mengkonsumsi daya aktif dan induktif Q (VAr). Besarnya daya yang tersedia untuk mensuplay kebutuhan daya aktif dan induktif adalah sebesar daya nyata S dengan satuan VA. Hubungan antara ketiga jenis daya tersebut merupakan hubungan segitiga daya seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Segitiga Daya

Dari Gambar 1, diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$s = \frac{P}{\cos \phi} = \frac{Q}{\sin \phi} \dots\dots\dots 1)$$

Persamaan di atas memperlihatkan bahwa daya aktif P dan daya reaktif Q berbanding lurus dengan daya nyata S. Pada beban rumah tangga, besarnya daya nyata S adalah daya maksimum yang terpasang sedangkan besarnya daya P dan Q adalah daya beban yang dapat berubah-ubah sesuai dengan waktu penggunaan peralatan listrik.[4]

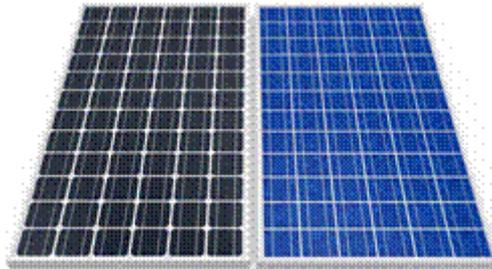
Pada beban perumahan, konsumsi daya aktif P diukur dengan KWH meter sedangkan besarnya konsumsi daya reaktif Q (VAr) tidak dikenai biaya sehingga tidak diukur dengan KVARh meter.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

PLTS adalah sebuah sistem pembangkit tenaga listrik yang akan mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya adalah komponen yang berfungsi untuk mengubah energi



matahari menjadi energi listrik. Pemanfaatan panel surya tidak menghasilkan polusi udara seperti asap, gas, atau emisi karbon sehingga udara tetap terjaga kebersihannya.[5].



Gambar 2. Panel Surya

Waktu rata-rata kerja panel setiap hari adalah 4 jam dimana matahari bersinar penuh (peak). Besarnya kapasitas panel surya yang dibutuhkan untuk mensuplai daya listrik sebesar daya terpasang tiap hari selama 4 jam dapat dihitung dengan persamaan : [6]

$$P_{surya} = \frac{\text{Kebutuhan Daya}}{4 \text{ Jam}} (Wp)$$

Panel surya akan mengkonversi energi radiasi matahari (E) menjadi daya listrik DC dengan persamaan :

$$P_i = E \cdot A \quad 3)$$

Besarnya daya output maksimum dinyatakan dengan persamaan :

$$P_o = \eta P_i \quad \dots\dots\dots 4)$$

$$P_o = \eta E \cdot A \quad \dots\dots\dots 5)$$

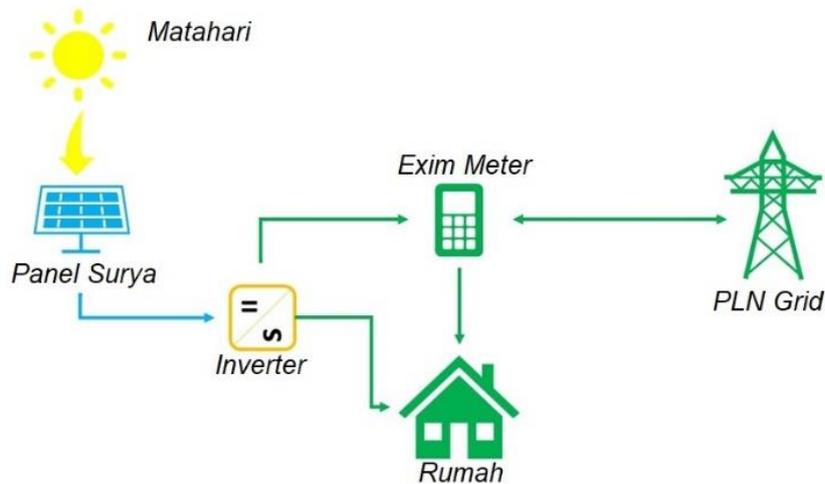
Dimana :

- P_i = daya hasil konversi oleh panel
- P_o = daya keluaran dari panel
- E = intensitas matahari
- A = luas permukaan panel
- η = efisiensi panel

PLTS On Grid

PLTS on grid tidak menggunakan baterai sebagai penyimpan energi. Energi listrik dikirim dari PLTS ke inverter kemudian langsung dikirim ke beban listrik. Oleh karena itu, PLTS on grid hanya bekerja pada siang hari sedangkan pada malam hari[7], semua beban akan dilayani oleh PLN Diagram panel surya on grid ditunjukkan pada Gambar 3.





Gambar 3. Diagram Panel Surya On Grid

Pada PLTS on grid, beban listrik dapat dilayani oleh 2 sumber yaitu dari PLTS dan PLN secara bergantian ataupun secara bersama-sama. Tujuan dari penggunaan PLTS on grid adalah untuk melakukan penghematan penggunaan daya listrik PLN.[8]

Daya PLTS on grid diutamakan untuk melayani kebutuhan beban dengan keadaan sebagai berikut :

1. Ketika daya beban lebih besar dari daya PLTS, maka kekurangannya akan disuplay oleh PLN lewat KWhExim. Ketika PLN mengirim daya ke beban, maka daya PLN pada tabel bernilai positif.
2. Ketika daya PLTS lebih besar dari pada daya beban, maka kelebihan daya dari PLTS akan dikirim ke jaringan PLN lewat KWhExim dan dicatat sebagai deposit daya dari pelanggan. Ketika PLN menerima daya dari PLTS, maka daya PLN pada tabel bernilai negatif.
3. Daya yang diterima PLN dari PLTS akan dicatat oleh KWhExim sebagai deposit daya. Ketika suatu saat, beban menarik daya dari PLN, maka deposit dayanya akan dikurangi secara otomatis.

Dengan sistem deposit daya, maka pelanggan PLN seolah-olah menggunakan PLN sebagai baterai untuk menyimpan kelebihan energi yang diproduksi oleh PLTS pada siang hari. Ketika pelanggan menggunakan deposit daya pada malam, maka PLN mengembalikan ke pelanggan sebanyak 65% dari total deposit daya. [9]

Dengan demikian, maka pelanggan PLN tidak akan membayar rekening listrik ke PLN jika pelanggan menggunakan daya PLN sebesar 65% dari jumlah KWh deposit pelanggan. Jika pelanggan menggunakan daya PLN yang jumlahnya lebih besar dari 65% daya deposit, maka kelebihanannya akan dikenai tarif berdasarkan tarif yang berlaku. [10]

Faktor Gangguan Panel Surya

Penggunaan PLTS dapat memberikan hasil yang kurang maksimal karena adanya beberapa faktor yang dapat mengganggu kinerja panel. Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja panel surya adalah sebagai berikut :

1. Cuaca

Curah hujan adalah salah faktor yang mengganggu kinerja panel solar sel karena akan mengurangi pancaran sinar matahari terhadap panel. Normal curah hujan ini terbagi menjadi 3 kategori, yaitu rendah (0 – 100 mm), menengah (100 – 300 mm), tinggi (300 – 500 mm), dan sangat tinggi (>500 mm).

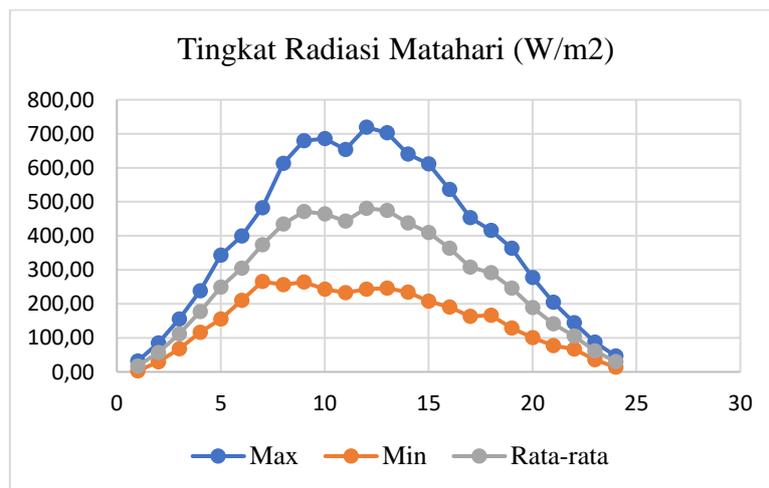
2. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja panel surya. Kenaikan suhu mengakibatkan tegangan rangkaian terbuka (Voc) mengalami penurunan dan daya yang dihasilkan oleh panel surya menurun.

3. Intensitas Radiasi Matahari

Radiasi matahari adalah faktor utama yang akan menentukan besarnya daya yang akan dihasilkan oleh sebuah solar panel. Semakin besar radiasi penyinaran matahari, maka akan semakin tinggi pula kinerja panel surya.

Gambar 4 menunjukkan bahwa tingkat radiasi matahari selalu berubah-ubah. Radiasi matahari semakin lama semakin besar dari pagi hingga mencapai titik tertinggi pada siang hari kemudian turun pada sore hari. Keadaan ini terjadi karena bumi berputar pada sumbunya sehingga posisi matahari mengalami perubahan terhadap permukaan bumi.



Gambar 4. Tingkat Radiasi Matahari Kota Makassar

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menganalisis potensi PLTS on Grid di Makassar, di mana kebutuhan beban dan data intensitas radiasi matahari yang diperlihatkan pada Tabel 1 digunakan untuk membuat simulasi beban pada radiasi maksimum. Data pada Tabel 1 tersebut merupakan hasil pengukuran tingkat radiasi matahari di Kota Makassar yang dilakukan oleh Lab. Sains dan Teknologi Bangunan, Departemen Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar. Penelitian ini melakukan simulasi beban pada beban terpasang sebesar 4500 VA yang mulai dari jam 06.30–18.00. Data radiasi maksimum dan minimum digunakan untuk menghitung

besarnya output daya PLTS untuk mensuplay daya beban pada setiap jam. Besarnya daya output PLTS dihitung dengan menggunakan persamaan 3 di atas.

Tabel 1. Data Tingkat Radiasi di Kota Makassar

Jam		Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²)		
		Max	Min	Rata-rata
6:01	6:30	31,74	2,85	17,30
6:31	7:00	84,64	29,17	56,91
7:01	7:30	155,27	67,92	111,60
7:31	8:00	238,31	116,41	177,36
8:01	8:30	343,38	155,09	249,24
8:31	9:00	399,52	209,95	304,74
9:01	9:30	482,14	265,56	373,85
9:31	10:00	612,60	256,40	434,50
10:01	10:30	679,08	263,70	471,39
10:31	11:00	685,57	243,10	464,34
11:01	11:30	653,48	232,49	442,99
11:31	12:00	719,04	243,17	481,11
12:01	12:30	702,89	245,76	474,33
12:31	13:00	640,65	234,64	437,65
13:01	13:30	611,03	208,16	409,60
13:31	14:00	536,09	190,49	363,29
14:01	14:30	453,49	162,86	308,18
14:31	15:00	415,76	166,61	291,19
15:01	15:30	363,42	129,02	246,22
15:31	16:00	277,29	100,35	188,82
16:01	16:30	204,87	77,13	141,00
16:31	17:00	144,19	66,99	105,59
17:01	17:30	86,95	35,69	61,32
17:31	18:00	46,50	13,63	30,07

Sumber : Triyatni M., dkk., 2014

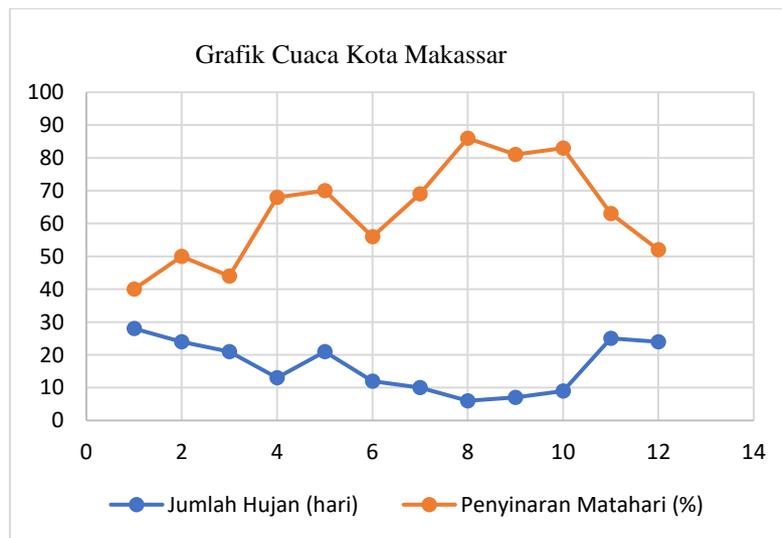
Pada PLTS on grid, beban dapat dilayani oleh dua sumber yaitu PLTS dan PLN. Sumber utama pada siang hari adalah PLTS dan sumber pendukung adalah PLN yang bekerja mulai dari jam 06.00 sampai 18.00. Ketika daya beban lebih besar dari daya PLTS, maka kekurangannya akan disuplay atau diimport dari PLN lewat KWhExim. Ketika PLN mengirim daya ke beban, maka daya PLN pada tabel bernilai positif.

Ketika daya PLTS lebih besar dari pada daya beban, maka kelebihan daya dari PLTS akan dikirim ke jaringan PLN lewat KWhExim dan dicatat sebagai deposit daya dari pelanggan. Ketika PLN menerima daya dari PLTS, maka daya PLN pada tabel bernilai negatif. Daya yang diterima

PLN dari PLTS akan dicatat oleh KWhExim sebagai deposit daya. Ketika suatu saat, beban menarik daya dari PLN, maka deposit dayanya akan dikurangi secara otomatis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

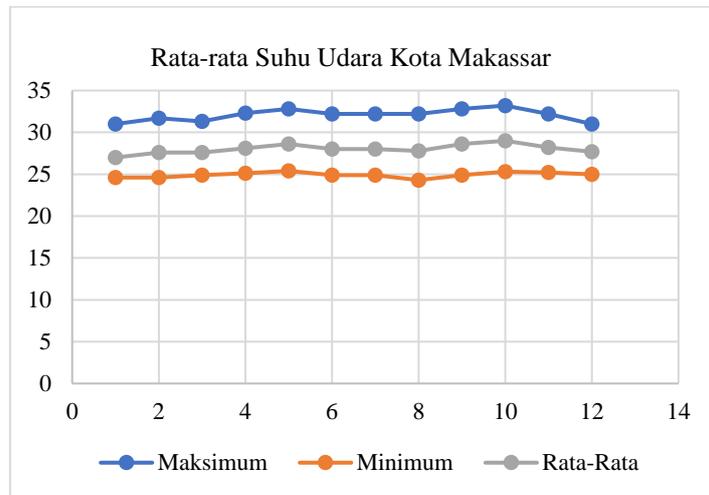
Dalam keadaan berawan, mendung dan hujan, panel surya masih tetap bekerja mengkonversi energi listrik akan tetapi kinerja panel tidak seoptimal ketika matahari dalam keadaan terik [10]. Berdasarkan data BMKG Wilayah IV, Stasiun Meteorologi Maritim Paotere Makassar bahwa rata-rata cuaca di kota Makassar adalah 200 mm yang termasuk kategori menengah. Keadaan curah hujan dan penyinaran matahari di kota Makassar ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Cuaca Kota Makassar

Gambar 5 menunjukkan bahwa cuaca tiap bulan mempengaruhi prosentase penyinaran matahari. Jika jumlah turunnya hujan semakin banyak, maka prosentasi penyinaran matahari semakin berkurang. Sebaliknya jika jumlah turunnya hujan semakin sedikit, maka prosentasi penyinaran matahari semakin besar. Besarnya rata-rata prosentase penyinaran matahari di kota Makassar adalah sebesar 64%.

Jika suhu panel semakin meningkat, maka efisiensi kinerja panel surya juga akan menurun. Berdasarkan data BMKG Wilayah IV, Stasiun Meteorologi Maritim Paotere Makassar diperoleh bahwa suhu rata-rata di kota Makasar adalah 28°C. Gambar 6. memperlihatkan bahwa suhu di kota Makassar adalah antara 24,9°C sampai 32,1°C, dimana suhu rata-rata per tahun adalah 28,4° C. Keadaan suhu tersebut sesuai dengan spesifikasi panel surya bahwa kinerja panel surya bekerja dengan baik pada range 28°C hingga 30°C



Gambar 6. Suhu Udara Kota Makassar

Simulasi Beban

Simulasi beban dilakukan pada beban terpasang sebesar 4500 VA mulai dari jam 06.30 – 18.00 dan dikombinasikan dengan menggunakan data radiasi matahari pada Tabel 1. Hasil simulasi beban pada intensitas radiasi matahari maksimum dan minimum ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 secara berurutan.

Tabel 2. Simulasi Beban Pada Radiasi Maksimum

Waktu (Jam)	Daya PLTS (W)	Daya Beban (W)	Daya PLN (W)
6:30	187,82	1125	937,18
7:00	500,85	2250	1749,15
7:30	918,80	2500	1581,20
8:00	1410,18	2750	1339,82
8:30	2031,93	1550	-481,93
9:00	2364,13	1550	-814,13
9:30	2853,03	1550	-1303,03
10:00	3625,02	1650	-1975,02
10:30	4018,41	2110	-1908,41
11:00	4056,82	3200	-856,82
11:30	3866,92	3200	-666,92
12:00	4254,87	4000	-254,87
12:30	4159,31	4000	-159,31
13:00	3791,00	4000	209,00
13:30	3615,73	4000	384,27
14:00	3172,28	3300	127,72
14:30	2683,50	3000	316,50
15:00	2460,23	3000	539,77



Lanjutan tabel 2....

Waktu (Jam)	Daya PLTS (W)	Daya Beban (W)	Daya PLN (W)
15:30	2150,51	2500	349,49
16:00	1640,85	2500	859,15
16:30	1212,30	2500	1287,70
17:00	853,23	2000	1146,77
17:30	514,52	2500	1985,48
18:00	275,16	2500	2224,84
Total	56.617,41	63.235,00	6.617,59

Hasil simulasi pada intensitas radiasi matahari minimum ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Simulasi Beban Pada Radiasi Minimum

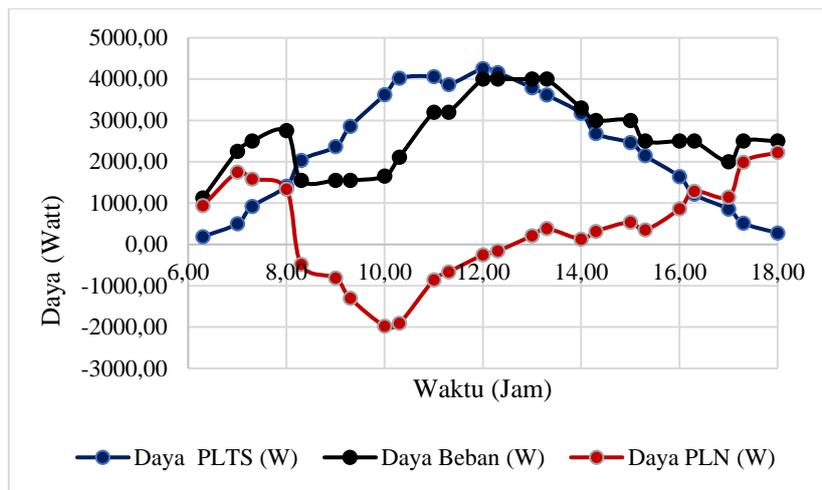
Waktu (Jam)	Daya PLTS (W)	Daya Beban (W)	Daya PLN (W)
6:30	16,86	1125	1108,14
7:00	172,61	2250	2077,39
7:30	401,91	2500	2098,09
8:00	688,85	2750	2061,15
8:30	917,73	1550	632,27
9:00	1242,37	1550	307,63
9:30	1571,43	1550	-21,43
10:00	1517,23	1650	132,77
10:30	1560,43	2110	549,57
11:00	1438,53	3200	1761,47
11:30	1375,74	3200	1824,26
12:00	1438,94	4000	2561,06
12:30	1454,27	4000	2545,73
13:00	1388,47	4000	2611,53
13:30	1231,77	4000	2768,23
14:00	1127,21	3300	2172,79
14:30	963,71	3000	2036,29
15:00	985,90	3000	2014,10
15:30	763,47	2500	1736,53
16:00	593,81	2500	1906,19
16:30	456,41	2500	2043,59
17:00	396,41	2000	1603,59
17:30	211,19	2500	2288,81
18:00	80,65	2500	2419,35
Total	21.995,93	63.235,00	41.239,07

Pada PLTS on grid, daya PLTS diutamakan untuk melayani kebutuhan beban dengan keadaan sebagai berikut :



1. Ketika daya beban lebih besar dari daya PLTS, maka kekurangannya akan disupplay oleh PLN. Ketika PLN mengirim daya ke beban, maka daya PLN pada tabel bernilai positif.
2. Ketika daya PLTS lebih besar dari pada daya beban, maka kelebihan daya dari PLTS akan dikirim ke jaringan PLN lewat KWh Exim. Ketika PLN menerima daya dari PLTS, maka daya PLN pada tabel bernilai negatif.

Gambar 10 memperlihatkan bahwa PLN mengirim daya ke beban ketika grafik daya PLN bernilai positif dan menerima kiriman daya dari PLTS ketika bernilai negatif.



Gambar 10. Grafik Daya PLTS, Beban, dan PLN

Analisis Penghematan Daya

Tabel 2 dan Tabel 3 memperlihatkan besarnya total konsumsi daya beban adalah sebesar 63.235 Watt dengan adanya penghematan konsumsi daya listrik PLN baik pada radiasi maksimum dan minimum. Adapun besarnya penghematan pada konsumsi daya listrik PLN diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Penghematan Daya Listrik PLN

Radiasi	Daya PLTS	Daya PLN	Penghematan
Minimum	21,995.93	41,239.07	34,78%
Maksimum	56,617.41	6,617.59	89,53%.

Dari Tabel 4 di atas terlihat bahwa penggunaan PLTS on grid di kota Makassar dapat memberikan keuntungan penghematan daya listrik PLN sebesar 34,78% hingga 89,53%.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini memperlihatkan bahwa potensi pemanfaatan panel surya on grid di kota Makassar sangat besar. Simulasi beban berdasarkan tingkat radiasi matahari di kota Makassar menunjukkan bahwa penggunaan panel surya on grid pada daya terpasang 4500 VA dapat memberikan penghematan konsumsi energi listrik PLN sebesar 34,78% hingga 89,53%. Faktor

cuaca dan suhu di kota Makassar juga sesuai dengan kebutuhan kinerja panel solar sel di mana tingkat penyinaran matahari cukup baik yaitu sebesar 64%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Suyanto, “Kajian Potensi Energi Surya Di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB,” *J. Energi Kelistrikan*, vol. 8, no. 2.
- [2] M. Triyatni, *Pengukuran Dan Pengolahan Data Komponen Iklim Di Makassar, Prosiding Temu Ilmiah IPLBI*. UNHAS.
- [3] D. Septiadi, “Proyeksi Potensi Energi Surya Sebagai Energi Terbarukan,” *J. Meteorol. Dan Geofis.*, vol. 10, pp. 22 – 28,.
- [4] S. Patabang and J. Leda, “Analisis Manfaat Alat Penghemat Listrik Rumah Tangga,” *Pros. Semin. Has. Penelit.*, vol. 2018, pp. 97–102, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/snp2m/article/viewFile/774/663>
- [5] A. Prastawa, *PLTS sebagai Sumber Daya Listrik Alternatif*. Jakarta: Pusat Konservasi Teknologi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- [6] Suryana, “Deny dkk, 2016, Pengaruh Temperatur / Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin,” *J. Teknol. Proses Dan Inov. Ind.*, no. 1, Vol. 2.
- [7] S. Patabang, “Pemanfaatan Panel Surya on Grid Pada Rumah Tinggal Berdasarkan Jumlah Beban,” *Batara Wisnu Indones. J. Community Serv.*, vol. 2, no. 1, pp. 85–96, 2022, doi: 10.53363/bw.v2i1.72.
- [8] U.S.A.I.D., “Matahari Untuk PLTS di Indonesia.” [Online]. Available: <http://www.litbang.esdm.go.id>
- [9] U.S.A.I.D., “Panduan Perencanaan dan Pemanfaatan PLTS ATAP DI INDONESIA,” *Indones. Clean Energy*, [Online]. Available: <https://drive.esdm.go.id/wl/?id=XOegh8pXO9FMjeb14x0joDD6hIZe94Fm&fbclid=IwAR3QqukFxECEuyMyDwwjtvJSRqzWGkW5ajYZkIB-nxI3nADqFY3wtPt-kuU>
- [10] K. Tiyas and Puteri, “Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya,” *J. Tek. Elektro*, vol. 09.

