

PEMANFAATAN PANEL SURYA ON GRID PADA RUMAH TINGGAL BERDASARKAN JUMLAH BEBAN

Simon Patabang¹

¹ Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Atma Jaya Makassar

Email : spatambang@gmail.com

Abstrak

Penghematan konsumsi energi listrik pada saat sekarang ini merupakan hal yang perlu diperhatikan karena pertumbuhan beban listrik di perkotaan sangat cepat sementara pertumbuhan pembangkit daya listrik cenderung lambat. Salah satu cara untuk menghemat konsumsi energi listrik PLN adalah dengan memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi alternatif, dimana sebagian atau semua beban listrik dapat dialihkan ke pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *on grid*. Penelitian dilakukan dengan metode perancangan beban dan simulasi pembebanan daya listrik. Daya yang dihasilkan PLTS *on grid* dihitung berdasarkan tingkat radiasi matahari, mulai dari jam 06.30 sampai 18.00. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa dengan menggunakan PLTS *on grid* sebagai sumber energi alternatif pada rumah tinggal, dapat memberikan penghematan konsumsi energi listrik PLN sebesar 34,78% hingga 89,54%. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan PLTS *on grid* sangat cocok untuk dikembangkan penggunaannya di wilayah perkotaan dalam rangka mendukung kebijakan penghematan energi listrik.

Kata kunci : penghematan, energi listrik, PLTS *on grid*, perkotaan

Abstract

Savings in electricity consumption at this time is something to note because the growth of electricity load in urban areas is very fast while the growth of power plants tends to be slow. One way to save PLN electricity consumption is to utilize solar panels as an alternative energy source, where some or all of the electricity load can be transferred to solar power plants (PLTS) on the grid. The research was conducted by load design methods and simulations of the loading of electrical power. The power generated by PLTS on grid is calculated based on the level of solar radiation, ranging from 06:30 to 18:00. Based on the results of the analysis obtained that by using PLTS on grid as an alternative energy source in residential homes, it can provide savings in PLN electricity consumption of 34.78% to 89.54%. These results show that the use of PLTS on grid is very suitable for its use in urban areas in order to support electricity saving policies.

Keywords: savings, electrical energy, PLTS *on grid*, urban

PENDAHULUAN

Sebagian besar masyarakat perkotaan masih mengandalkan energi listrik dari PLN sebagai sumber utama energi listrik untuk memenuhi kebutuhan daya listrik setiap hari. Salah satu cara untuk menghemat pemanfaatan energi listrik PLN adalah dengan memanfaatkan panel surya *on grid* sebagai sumber energi alternatif. Dengan menggunakan panel surya *on grid*, maka sebagian atau semua beban listrik PLN dapat dialihkan ke panel surya.

Dengan PLTS *on grid*, daya listrik yang dihasilkan panel surya dapat dikirim secara langsung ke beban tanpa menggunakan baterai. PLTS *on grid* dapat diaplikasikan di perkotaan karena daya listrik dari PLN sudah stabil.

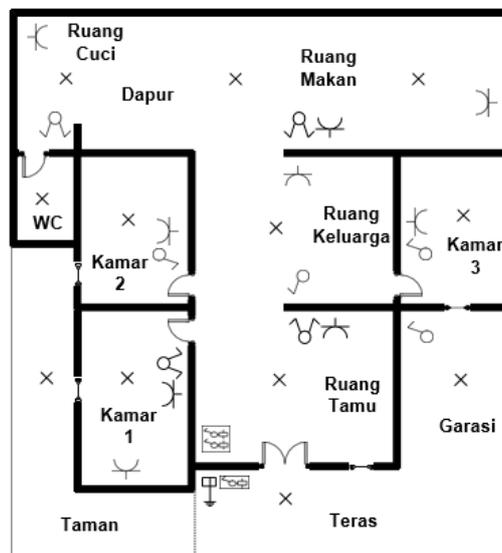
METODE PELAKSANAAN

Penelitian dilaksanakan dengan melakukan perancangan beban dan simulasi pembebanan dengan sumber daya dari PLTS *on grid* dan PLN. Simulasi pembebanan dilakukan dengan menghitung daya keluaran panel setiap jam berdasarkan data radiasi matahari. Daya keluaran PLTS, langsung dikirim ke titik beban kemudian dibandingkan dengan daya kebutuhan beban. Jika daya listrik dari PLTS lebih besar atau sama dengan daya kebutuhan beban, maka beban hanya dilayani oleh PLTS. Jika daya listrik dari PLTS lebih kecil daripada daya kebutuhan beban, maka beban akan dilayani oleh PLTS dan PLN.

HASIL DAN PEMBAHASAN PELAKSANAAN

1. Rancangan Beban Listrik

Jumlah beban listrik ditentukan berdasarkan rancangan denah rumah seperti pada Gambar 2. Perencanaan beban dimulai dari analisa jumlah beban hingga perencanaan dari sumber energi listrik.



Gambar 1. Rancangan Denah Rumah

Perencanaan beban dilakukan berdasarkan standar pencahayaan ruangan dan pendingin ruangan. Menurut Standar SNI, tingkat pencahayaan untuk ruangan dalam sebuah rumah ditunjukkan dalam tabel 1. Dengan teknologi baru, berbagai jenis lampu hemat energi diciptakan dengan tingkat pencahayaan yang sama tetapi konsumsi dayanya semakin kecil.

Tabel 1. Standar Pencahayaan Ruangan

Jenis Kamar	Tingkat Pencahayaan (Lux)
Teras	60
Ruang Tamu	120 - 150
Ruang Kerja	120 - 150
Ruang Makan	120 - 150
Kamar Tidur	120 - 150
Kamar Mandi	250
Dapur	250
Garasi	60

Tabel 2. menunjukkan daftar perbandingan tingkat cahaya (lumen) dan watt antara lampu led, lampu CFL dan lampu pijar.

Tabel 2. Tingkat Pencahayaan Jenis Lampu

Lumen	LED	CFL	Pijar
450	4-5 W	9-13 W	40 W
800	6-8 W	13-15 W	60 W
1100	9-13 W	18-25 W	75 W
1600	16-20 W	23-30 W	100 W
2600	25-28 W	30-55 W	150 W

Setiap ruangan memiliki sumber panas yang berbeda-beda sehingga memiliki suhu panas yang berbeda pula. Kebutuhan panas BTU tiap ruangan dihitung dengan persamaan 1.

$$BTU = \frac{p.l.t. I.E}{60} \quad (1)$$

dimana :

p = panjang ruang (feet/kaki)

t = tinggi ruang (feet/kaki)

l = lebar ruang (feet/kaki)

1 meter = 3,28 Feet

I = Insulasi

nilai I = 10 jika berada dilantai bawah

nilai I = 18 jika berada di lantai atas

E = Posisi ruangan ke arah mana menghadap

E = 16 jika dinding terpanjang menghadap Utara

E = 17 jika dinding terpanjang menghadap Timur

E = 18 jika dinding terpanjang menghadap Selatan

E = 20 jika dinding terpanjang menghadap Barat

Standar kebutuhan panas berdasarkan daya PK ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Besaran BTU Untuk Setiap Ukuran AC

Suhu/m ² (BTU)	Daya (PK)
5000	1/2
7000	3/4
9000	1
12000	1,5
18000	2
24000	2,5

2. Radiasi Matahari

Radiasi matahari adalah faktor utama yang akan menentukan besarnya daya yang akan dihasilkan oleh sebuah panel surya. Tabel 4. adalah data hasil pengukuran radiasi matahari di kota Makassar (Triyatni M., dkk., 2016). Daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya selalu berubah-ubah karena tingkat penyinaran radiasi matahari selalu berubah-ubah.

Tabel 4. Data Tingkat Radiasi di Kota Makassar

Jam	Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²)			
	Max	Min	Rata-rata	STD
6.01 - 6.30	31.74	2.85	17.30	8.79
6.31 - 7.00	84.64	29.17	56.91	16.17
7.01 - 7.30	155.27	67.92	111.60	24.94
7.31 - 8.00	238.31	116.41	177.36	35.28
8.01 - 8.30	343.38	155.09	249.24	56.47
8.31 - 9.00	399.52	209.95	304.74	53.88
9.01 - 9.30	482.14	265.56	373.85	60.30
9.31 - 10.00	612.60	256.40	434.50	103.59
10.01 - 10.30	679.08	263.70	471.39	124.20
10.31 - 11.00	685.57	243.10	464.34	128.88
11.01 - 11.30	653.48	232.49	442.99	125.75
11.31 - 12.00	719.04	243.17	481.11	137.40
12.01 - 12.30	702.89	245.76	474.33	138.16
12.31 - 13.00	640.65	234.64	437.65	123.75
13.01 - 13.30	611.03	208.16	409.60	115.13
13.31 - 14.00	536.09	190.49	363.29	101.92
14.01 - 14.30	453.49	162.86	308.18	81.43
14.31 - 15.00	415.76	166.61	291.19	69.29
15.01 - 15.30	363.42	129.02	246.22	65.24
15.31 - 16.00	277.29	100.35	188.82	52.10
16.01 - 16.30	204.87	77.13	141.00	36.18
16.31 - 17.00	144.19	66.99	105.59	22.77
17.01 - 17.30	86.95	35.69	61.32	14.80
17.31 - 18.00	46.50	13.63	30.07	9.87

3. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On Grid

PLTS on grid hanya melayani beban listrik pada siang hari sedangkan pada malam hari beban dilayani oleh PLN karena PLTS on grid tidak menggunakan baterai. Komponen-komponen utama PLTS *on grid* adalah Panel Surya, Inverter Tie Grid (ITG) , dan KWh Exim.

Pada siang hari, panel surya akan menghasilkan energi listrik yang akan dialirkan ke dalam rumah untuk memenuhi kebutuhan beban daya listrik. Jika energi listrik dari panel surya lebih kecil dari pada energi yang dibutuhkan beban, maka beban akan menarik (mengimpor) energi listrik dari jaringan PLN. Sebaliknya, jika energi listrik dari panel surya lebih besar dari pada energi yang dibutuhkan beban, maka kelebihan daya dari PLTS akan dikirim atau diekspor ke jaringan PLN sebagai “deposit energi listrik”. Deposit energi listrik ini akan dicatat oleh KWh Exim dan akan dihitung pada akhir bulan dengan rumus perhitungan:

$$\text{Tagihan Listrik Pelanggan (KWh)} = \text{Jumlah KWh Impor} - 65\% \text{ Jumlah KWh Ekspor}$$

dimana :

- Jumlah KWh Ekspor adalah daya KWh yang dikirim dari PLTS ke jaringan PLN.
- Jumlah KWh Impor adalah daya KWh yang diimpor pelanggan dari jaringan PLN.
- Jumlah KWh ekspor yang dapat diimpor oleh pelanggan sebesar 65% dari jumlah KWh ekspor.

4. Analisa Kebutuhan Beban Listrik

Perencanaan pemanfaatan daya listrik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui berapa besar kebutuhan daya listrik dalam setiap ruangan. Analisis kebutuhan beban penerangan dan pendingin ruangan dilakukan dengan menggunakan standar pencahayaan pada Tabel 1 dan standar pendingin ruangan pada Tabel 2. Jumlah beban penerangan ditampilkan pada Tabel 5 dan beban pendingin ruangan ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 5. Perhitungan Daya Penerangan Dalam Ruangan

Jenis Ruangan	Ukuran Ruangan	Standar Pencahayaan	Kuat Pencahayaan Ruang	Daya Lampu
	(m ²)	(Lux)	Lumen	(Watt)
Teras	10	60	600	6
Garasi	12	60	720	7.2
R. Tamu	9	200	1800	18
K. Tidur 1	12	200	2400	24
K. Tidur 2	12	200	2400	24
K. Tidur 3	12	200	2400	24
R. Kelrg	18	200	3600	36
R. Makan	28	200	5600	56
Dapur	12	200	2400	24
R. Cuci	4	250	1000	10
Taman	2	60	120	1.2
K. Mandi	2.5	200	500	5
Total daya Pencahayaan				235.4

Tabel 6. Perhitungan Kapasitas Pendingin Ruangan

Ruangan	P	L	T	I	E	BTU	PK	Watt
K. Tidur 1	4	3	3.5	10	17	4199.22	1/2	367.75
K. Tidur 2	4	3	3.5	10	17	4199.22	1/2	367.75
K. Tidur 3	4	3	3.5	10	17	4199.22	1/2	367.75
R. Kelrga	4	4	3.5	10	17	5598.96	3/4	551.62
Total Daya AC								1,654.87

Jumlah beban peralatan listrik lainnya ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Data KKB Dalam Ruangan

Ruangan	Jumlah KKB	Daya (Watt)	Total Daya
Ruang Tamu	1	50	50
Ruang Kelrga	2	200	400
Ruang Makan	2	200	400
Kamar Tidur 1	2	50	100
Kamar Tidur 2	2	50	100
Kamar Tidur 3	2	50	100
Dapur	2	200	400
Total Daya Peralatan Listrik			1550

Rekapitulasi daya beban ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Daya Beban

Jenis Beban	Jumlah Daya (Watt)
Penerangan	235,4
Pendingin Ruangan	1.654,87
Peralatan Listrik	1.550
Total Daya Beban	3.440,27

Dengan faktor daya beban sebesar 0,85, maka besarnya daya semu (VA) dibutuhkan beban dari jaringan PLN adalah sebesar 4047,38 VA. Daya tersebut dapat dilayani oleh PLN dengan daya terpasang sebesar 4500 VA.

5. Analisis Rancangan PLTS

Berdasarkan besarnya daya terpasang, kemudian menghitung jumlah unit solar panel. Dengan daya terpasang sebesar 4500 VA, maka jumlah unit solar panel 300 WP yang dibutuhkan yang dibutuhkan adalah :

$$n = \frac{4500}{300} = 15 \text{ unit}$$

Spesifikasi solar panel yang digunakan adalah Monocrystalline kapasitas 300WP dengan data parameter sebagai berikut :

$$Voc = 44,4 \text{ Volt}$$

$$I_{cs} = 8,99 \text{ A}$$

Ukuran solar panel adalah :

$$\text{Panjang} = 1959 \text{ mm} = 1,959 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 992 = 0,992 \text{ m}$$

Jadi luas permukaan solar panel (A) adalah $1,943328 \text{ m}^2$

Daya keluaran (Poutput) maksimum panel surya adalah:

$$P_{max} = V_{oc} \times I_{sc}$$

$$P_{max} = 44,4 \times 8,99 = 399 \text{ Watt}$$

$$P_{in} = 1000 \times A = 1000 \text{ Watt/m}^2 \times 1,943328 \text{ m}^2 = 1943,328 \text{ Watt}$$

maka besarnya efisiensi solar panel adalah :

$$\eta_{max} = \frac{399}{1943,328} \times 100\% = 20,3\%$$

Artinya bahwa panel surya yang digunakan dapat mengkonversi sekitar 20,3% dari seluruh energi matahari yang diterima, sedangkan sisanya dipantulkan kembali ke udara.

6. Simulasi Beban PLTS

Simulasi konsumsi daya listrik dilakukan dengan menggunakan data pengukuran tingkat radiasi matahari di kota Makassar pada tabel 4. PLTS terdiri dari 15 unit solar panel yang bekerja mulai dari jam 06.30 sampai dengan 17.30. Efisiensi solar panel adalah 20,3%. Data beban ditentukan dengan meramalkan bahwa beban selalu berfluktuasi dimana pada pagi hari, beban mulai naik hingga siang hari, kemudian turun lagi pada sore hari.

Hasil simulasi beban ditunjukkan pada Tabel 9 dan Tabel 10.

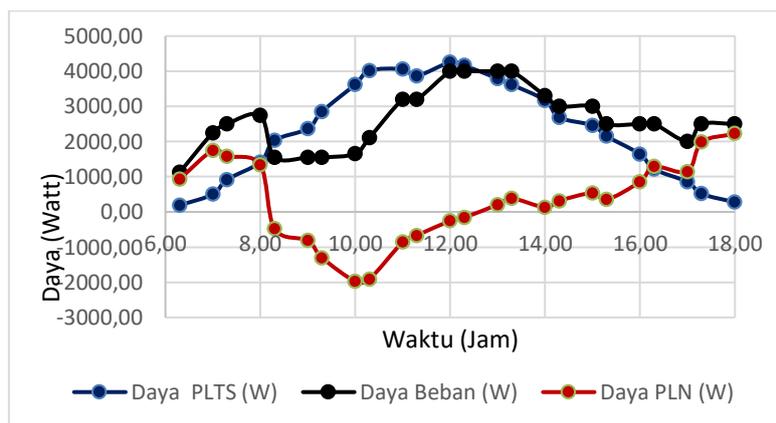
Tabel 9. Daya Solar Panel Pada Tingkat Radiasi Maksimum

Waktu (Jam)	Daya PLTS (Watt)	Daya Beban (Watt)	Daya PLN (Watt)
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
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

Tabel 9 dan Tabel 10 menggambarkan simulasi sistem PLTS on grid dimana PLTS dan PLN melayani beban secara bersama-sama. Ketika daya PLN bernilai positif, menunjukkan bahwa beban menarik daya dari PLN sebagai tambahan daya. Ketika daya PLN bernilai negatif, menunjukkan bahwa PLN menerima kiriman daya dari PLTS.

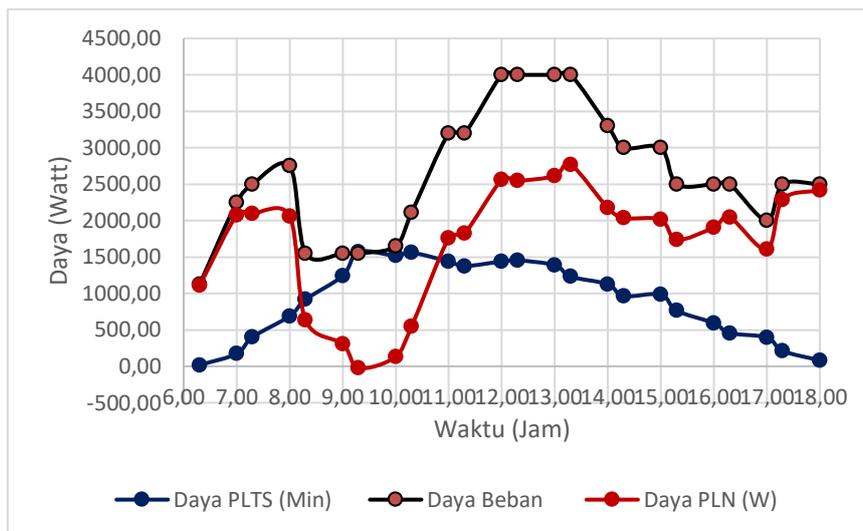
Tabel 10. Daya Panel Surya Pada Radiasi Minimum

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



Gambar 5. Grafik Daya PLTS, Beban, dan PLN Pada Radiasi Minimum

Gambar 5 dan Gambar 6 memperlihatkan bahwa pada saat PLN mengirim daya ke beban, grafik daya PLN bernilai positif dan ketika menerima kiriman daya dari PLTS, bernilai negatif.



Gambar 6. Grafik Daya PLTS, Beban, dan PLN Pada Radiasi Maksimum

Besarnya konsumsi daya beban adalah sebesar 63,235.00 Watt dengan penghematan konsumsi daya listrik PLN ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengehematan Daya Listrik PLN

Radiasi	Daya PLTS	Daya PLN	Penghematan
Maksimum	56,617.41	6,617.59	89,54%.
Minimum	21,995.93	41,239.07	34,78%

Hasil simulasi ini memperlihatkan bahwa penggunaan PLTS on grid dapat memberikan keuntungan penghematan daya listrik PLN sebesar 34,78% hingga 89,54%. Besarnya penghematan daya listrik PLN ini menunjukkan bahwa pemanfaatan PLTS on grid untuk wilayah perkotaan perlu dikembangkan.

KESIMPULAN

PLTS On Grid merupakan jenis PLTS yang tidak menggunakan baterai untuk menyimpan energi listrik dari matahari. Oleh karena itu, penggunaan PLTS on grid bertujuan menghemat penggunaan daya listrik pada siang hari. Daya yang dihasilkan oleh PLTS on grid langsung dikirim ke beban. Ketika daya beban lebih besar daripada daya yang dihasilkan PLTS, maka kekurangan daya akan ditambahkan dari sumber PLN. Sebaliknya, ketika daya PLTS lebih besar dari daya beban, maka kelebihan daya dari PLTS akan dikirim (diekspor) ke jaringan PLN.

Berdasarkan hasil analisa yang diperoleh dari simulasi PLTS on grid, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- PLTS on grid dapat melayani kebutuhan beban secara maksimal ketika panel surya mendapatkan radiasi matahari yang maksimal yang pada siang hari sekitar jam 08.30 sampai 13.30
- Kelebihan daya dari PLTS on grid tidak disimpan pada baterai tetapi langsung dikirim ke jaringan listrik PLN dan dicatat sebagai deposit daya pada KWh Exim.
- Penggunaan PLTS on grid dapat memberikan manfaat penghematan konsumsi daya listrik PLN sekitar 34,78% sampai dengan 89,54%

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2020, Plts On Grid, <https://rekasurya.com/sistem/plts-on-grid>, diakses 20 Juli 2021
- _____, Kinerja-Panel-Surya-Efisiensi-Versus-Daya-Maksimum, <https://suryautamaputra.co.id/blog/2016/05/30/kinerja-panel-surya-efisiensi-versus-daya-maksimum/>, 20 Juli 2021
- _____, Pembangkit Listrik Tenaga Surya On Grid, Aswar, dkk, 2018, "Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Panel Surya (Photovoltaic) Dan Generator Pada Floating Platform". <https://eng.unhas.ac.id/arsitektur/files/5ae7014ea7b17.pdf>, diakses 20 Juli 2021
- <https://ibnux.net/2017/02/pembangkit-listrik-tenaga-surya-on-grid.html>, diakses 20 Agustus 2021
- Martosenjoyo, Triyatni, dkk., 2016, Pengukuran Dan Pengolahan Data Komponen Iklim Di Makassar, Prosiding Temu Ilmiah IPLBI, UNHAS.
- Rif'an, M.. 2012, Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari Di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Jurnal EECCIS Vol. 6, No. 1.
- Subekti, Yuliananda, 2015, Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya, Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya, Vol. 01, No. 02, hal 193 – 202
- Sulistiawati, Eka, 2019, Analisis Tingkat Efisiensi Energi Dalam Penerapan Solar Panel Pada Atap Rumah Tinggal, Prosiding Seminar Intelektual Muda #2, Peningkatan Kualitas Hidup dan Peradaban Dalam Konteks IPTEKSEN, hal: 325-330, ISBN 978-623-91368-1-9, FTSP, Universitas Trisakti.
- Viantus, Indra, 2016, Analisis Efisiensi Pada Rancang Bangun Solar Home System. Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura, Pontianak.