

Kinerja PV On-Grid pada Kondisi Iradiasi, Jenis dan Daya Beban

By Usman Usman

Kinerja PV *On-Grid* pada Kondisi Iradiasi, Jenis dan Daya Beban

6
Abstract – The purpose of this study is to analyze the performance of On-grid PV under various conditions of irradiation variation, type, and load power to power factor, grid frequency, and load. To measure the performance of On-grid PV, parameter calculations are carried out in the form of PV efficiency, final yield, reference yield, and performance ratio and observing the results of measurements of power factor, grid frequency, and load due to variations in irradiation, type, and load power. The results show that the performance of On-grid PV is good, low irradiation can result in a decrease in the grid power factor, while the grid and load frequencies are in normal conditions for various variations of irradiation, type, and load power.

Keywords: performance of On-grid PV, performance ratio, power factor, frequency.



7
Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

I. PENDAHULUAN

Photovoltaic (PV) merupakan sebuah perangkat yang terbuat berasal bahan semikonduktor yang dapat mengubah secara langsung sinar matahari menjadi listrik. Perubahan tadi terjadi dengan memanfaatkan efek *photovoltaic* [1]–[3]. Efisiensi modul PV dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu iradiasi, suhu modul surya/ambient, jumlah sel dan hubungan sel modul PV [4], [5].

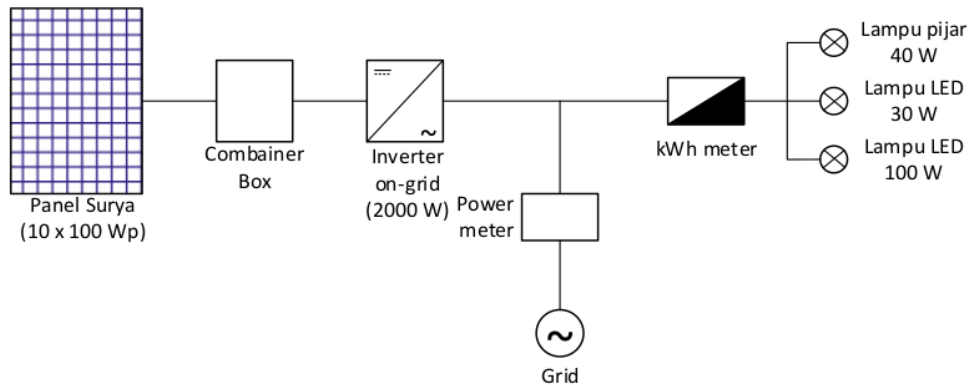
Terdapat berbagai macam konfigurasi PV untuk menyalurkan energi listrik yaitu PV off-grid, PV on-grid dan PV Hybrid. Menurut IEEE standard 929-2000 sistem PV terbagi dalam tiga kategori yaitu sistem PV skala kecil (<10 kW atau kurang), skala menengah (10 kW - 500 kW) dan skala besar (>500 kW). Masing-masing konfigurasi tersebut memiliki

karakteristik kinerja yang berbeda-beda. PV On-grid merupakan suatu konfigurasi PV, yang mana PV dihubungkan langsung dengan jaringan/grid pada sebuah inverter [3], [4], [6]. PV On-grid solusi merupakan sebuah solusi energi ramah lingkungan untuk penduduk perkotaan yang dapat digunakan untuk perumahan ataupun perkantoran. Adanya sistem PV On-grid ini dapat mengurangi tagihan listrik ataupun dapat memberikan nilai tambah bagi pemiliknya [3].

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sehubungan dengan kinerja PV On-grid yaitu [3] yang menganalisis keandalan sistem grid tied inverter (GTI) pada On-gr⁵ solar PV 9X 80 WP. Kemudian [6] yang membahas perancangan dan analisis pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 10 MW On-grid di Yogyakarta. Selanjutnya adalah [7] yang membahas kinerja pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan Sistem On Grid di BPR BKK Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten Banjarnegara. Penelitian lain dalam [4] analisis unjuk kerja sistem Fotovoltaik on-grid pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) Gili Trawangan. Penelitian oleh [8] melakukan evaluasi kinerja PV On-grid 100 MW di India. Penelitian-penelitian tersebut membahas kinerja PV On-grid yang meliputi efisiensi PV dan sistem, produksi energi, energi matahari dan efek keseluruhan dari kerugian sistem, *final yield* (Yf), referensi yield (YR) dan rasio kinerja.

Penelitian-penelitian yang disebutkan sebelumnya belum membahas bagaimana kinerja PV On-grid yang berhubungan dengan iradiasi terhadap faktor daya, frekuensi dari grid dan beban. Sehingga tujuan penelitian ini adalah menganalisis kinerja PV On-grid pada berbagai variasi iradiasi, jenis dan daya beban terhadap faktor daya, frekuensi dari grid dan beban.

Kinerja PV On-Grid pada Kondisi Iradiasi, Jenis dan Daya Beban



Gambar 1. Rangkaian pengujian PV On-grid.

Tabel 1. Komponen dan spesifikasi yang digunakan.

No.	Komponen	Spesifikasi
1.	Panel surya	Monokristal dan polikristal Model: Staryu-100Wp, Pmax: 100Wp, Vmp: 17.6v, Imp: 5.71A, Voc:21V, Isc: 6.4A
2.	Combiner Box	Fuse: 1000Vdc, 32A, MCB 2P: 400Vdc, 10A, DS: 1500Vdc, 60A SPD DC: Un 1000Vdc, Uc 1200 Vdc, In 20KA, Imax 40KA, Up<3.2 Vdc
3.	Inverter on-grid	Model: MIC 2000TL-X Vmax PV: 500 Vdc, PV Voltage range: 50 – 500 Vdc, PV Isc: 13 Adc, Imax: 13 Adc, Max Output power: 2000W, Vnom: 230 Vac, Iout max: 9.5 Aac, fnom output: 50/60Hz, class I, IP65
4.	kWh meter 1P	DDS238-2 SW, standar IEC: 62035-21, Vnom: 230 Vac, Fnom: 50Hz, Imax/Imin: 65A/0.04A, class 1, display: LCD 5+1 digit
5.	Power Meter	V: 80-260 Vac, I: 0-100 Aac, foperation 45-65 Hz, class 1
6.	Solar Power Meter	Spec 81 response: 400-1100 nm, measuring unit: W/m ² , BTU/(ft ² h), range mesurment: 0.1 W/m ² < 1000 W/m ² , 1 W/m ² ≥ 1000 W/m ² , accuracy: ± 10 W/m ² , ±3 BTU/(ft ² h)

II. METODE

A. Analisis Kinerja PV On-grid

Parameter kinerja yang dilakukan dalam menganalisis kinerja PV On-grid dalam makalah meliputi

- Efisiensi PV merupakan sebagai fraksi penyinaran sinar matahari yang dapat diubah menjadi listrik [2]. Berdasarkan [10] efisiensi PV ada 2 jenis yaitu efisiensi konversi PV/efisiensi sistem instalasi (*module conversion efficiency*) dan efisiensi daya normalisasi (*normalized power output efficiency*). Kedua parameter tersebut diberikan oleh

$$\eta_p = \frac{P_{act}}{G \times A} \times 100\% \quad (1)$$

$$\eta_n = \frac{P_{act}}{P_{STC}} \times 100\% \quad (1)$$

- *Final yield* (Yf) adalah energi yang diekspor ke jaringan (E) dibagi dengan daya ke jaringan (Po) dari sejumlah PV yang terinstal. Parameter ini mempresentasikan jumlah jam yang PV perlu beroperasi pada daya nominalnya untuk menyediakan energi yang sama dan diberikan oleh [5], [6], [8]

$$YF = \frac{E}{P_{out}} \quad (3)$$

- Referensi yield (YR) adalah jumlah iradiasi dalam bidang PV dibagi dengan iradiasi referensi PV (G).

parameter ini mempresentasikan jumlah jam ekuivalen pada iradiasi global. YR menjelaskan sumber daya radiasi matahari untuk sistem PV yang dihitung dengan [5], [8].

$$YR = \frac{H}{G} \quad (4)$$

- Rasio kinerja adalah hasil akhir dibagi dengan hasil referensi. Rasio kinerja dapat didefinisikan sebagai perbandingan output tanaman dibandingkan dengan output tanaman yang dapat dicapai dengan memperhitungkan iradiasi, suhu panel, ketersediaan grid, area PV, output daya nominal, nilai koreksi suhu

$$PR = \frac{Y_F}{Y_R} \quad (5)$$

Selain parameter di atas, hal lain yang digunakan untuk melihat kinerja PV On-grid dalam makalah ini adalah pengaruh iradiasi terhadap faktor daya grid, pengaruh jenis beban yang digunakan terhadap faktor daya grid maupun beban ataupun frekuensi. Dengan demikian skenario yang dilakukan dalam pengujian ini adalah memvariasikan jenis beban serta daya beban. Jenis beban yang digunakan adalah lampu pijar dan lampu LED dengan daya yang berbeda-beda yaitu 40 W (lampu pijar), 30 W (lampu LED) dan 100 W (lampu LED)

Kinerja PV On-Grid pada Kondisi Iradiasi, Jenis dan Daya Beban

B. Layout pengujian dan spesifikasi komponen

Rangkaian pengujian yang dilakukan dalam proses pengumpulan data disajikan pada xxx. Pengujian kinerja PV On-grid ini kapasitas PV yang digunakan adalah 1 kWp dan kapasitas inverter adalah 2 kW. Secara rinci komponen dan spesifikasinya yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

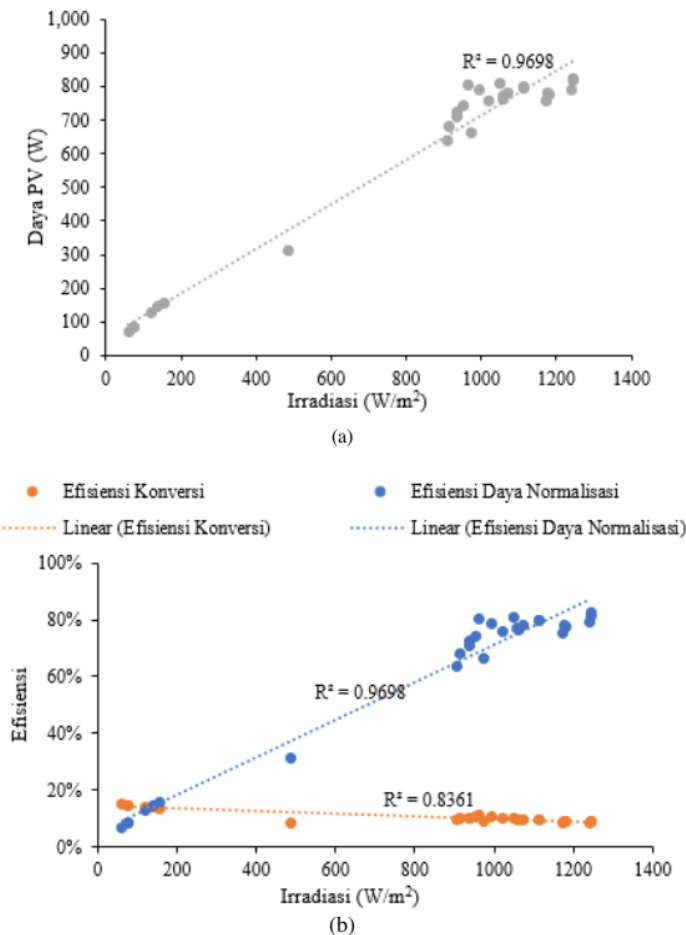
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik PV (daya) umumnya sangat bergantung pada 2 parameter yaitu iradiasi dan suhu. Iradiasi ini pula akan mempengaruhi efisiensi sebuah PV. Perbandingan iradiasi terhadap daya dan efisiensi PV berdasarkan pengambilan data yang dilakukan pada 3 Desember 2022 selama 4 jam disajikan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2(a), daya yang dihasilkan oleh PV akan cenderung naik seiring dengan meningkatnya iradiasi. Kondisi ini telah diungkapkan sebelumnya dalam [2], [11]. Selain itu, dapat dilihat juga dari koefisien R^2 dari Gambar 2(a) tersebut adalah 0.9698. Nilai menunjukan bahwa linearitas antara iradiasi dengan daya PV sangat tinggi. Efisiensi konversi energi aktual rata-rata yang diperoleh adalah 10.50%.

Efisiensi konversi energi rata-rata ini lebih rendah dari efisiensi standar dari modul PV yang digunakan yaitu 14% untuk jenis monokristal dan 12% untuk polikristal.

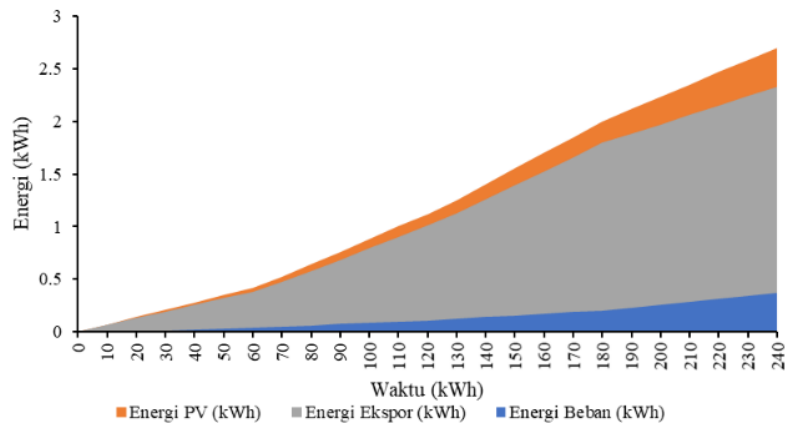
Berbeda halnya dengan efisiensi konversi daya pada PV, efisiensi konversi ini berbanding terbalik dengan iradiasi, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2(b). Fenomena ini telah terkonfirmasi dengan penelitian sebelumnya dalam [5], [11]. Hal ini terjadi sebagai akibat meningkatnya iradiasi akan meningkatkan suhu permukaan PV. Sementara suhu itu sendiri dapat mengakibatkan penurunan tegangan.

Sedangkan untuk efisiensi normalisasi sebanding dengan iradiasi, hal ini disebabkan nilai ini didapatkan antara perbandingan daya aktual yang dibangkitkan terhadap daya PV pada kondisi STC, dengan demikian peningkatan iradiasi akan menyebabkan peningkatan efisiensi normalisasi. Nilai koefisien R^2 pada kedua efisiensi ini adalah 0.8361 untuk efisiensi konversi, sedangkan efisiensi normalisasi adalah 0.9698. Nilai memberikan gambaran bahwa korelasi antara iradiasi dengan daya PV sangat tinggi

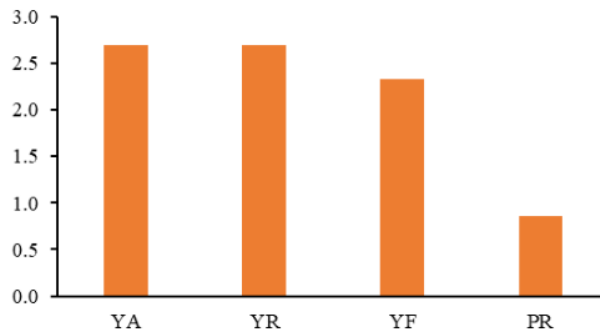


Gambar 2. Perbandingan iradiasi terhadap, (a) daya, dan (b) efisiensi PV.

Kinerja PV On-Grid pada Kondisi Iradiasi, Jenis dan Daya Beban



Gambar 3. Energi yang dihasilkan oleh PV dan energi yang di ekspor ke Grid selama 4 jam.



(a)

Gambar 4. Perbandingan YA, YR, YF dan PR.

Produksi energi dan energi yang diekspor ke jaringan (grid) selama 4 jam pengujian dapat dilihat pada Gambar 3. Total energi yang dihasilkan adalah 2.7 kWh dan energi yang di ekspor ke Grid adalah 2.3 kWh. PV menghasilkan energi rata-rata sebesar 0.675 kWh setiap jamnya, sedangkan energi yang diekspor ke grid adalah 0.582 kWh per jamnya. Produksi energi dari PV mengalami peningkatan yang tinggi serta energi yang diekspor ke grid tinggi pula, terjadi pada menit ke 120 hingga menit ke 180 atau pada jam ke 3 pengukuran. Pada periode tersebut energi yang dihasilkan oleh PV meningkat 0.9 kWh hal ini disebabkan karena pada periode ini iradiasi mencapai nilai maksimalnya yaitu pada jam 12.30 – 13.30. Sedangkan peningkatan terendah untuk produksi energi oleh PV terjadi pada periode jam pertama yaitu sebesar 0.4 kWh. Kondisi ini disebabkan karena cuaca pada saat pengukuran periode ini berawan, sehingga nilai iradiasi berada pada kondisi minimal hingga sebesar 60.6 W/m². Sedangkan pada jam ke 3 pengukuran rata-rata iradiasi mencapai 1169.86 W/m². Untuk energi yang diekspor ke grid polanya sama dengan energi yang diproduksi oleh PV, dengan periode ke 3 pengujian, peningkatannya dapat

mencapai 0.8 kWh. Sedangkan pada periode pertama pengujian peningkatannya hanya sebesar 0.4 kWh.

Gambar 4a menampilkan YA, YR dan YF dengan waktu pengujian yang dilakukan selama 4 jam. YA, YR dan YF masing-masing didapatkan 2.7, 2.7 dan 2.3. Berdasarkan gambar tersebut nilai YA dan YR memiliki nilai yang sama, hal ini dikarenakan kapasitas nominal yang PV yang terpasang adalah 1 kWp. YA memberikan gambaran bahwa waktu dimana pembangkit PV harus beroperasi dengan daya PV nominal untuk menghasilkan energi hanya 2.7 jam selama pengujian. Sama halnya dengan YA, YR memberikan gambaran waktu yang ideal untuk menghasilkan energi listrik dari PV. Sedangkan YF merupakan energi yang keluar dari inverter kapasitas PV dalam kondisi STC. Nilai YF ini mempunyai ketergantungan pada iradiasi. Nilai PR yang dihasilkan selama pengoperasian PV dalam waktu 4 jam, yang nilainya masing-masing 86%. PR menunjukkan persentase energi yang benar-benar tersedia setelah dikurangi kehilangan energi [5]. Nilai ini akan dipengaruhi oleh iradiasi, suhu PV, ketersediaan jaringan, ukuran area, keluaran daya nominal, dan nilai koreksi suhu.

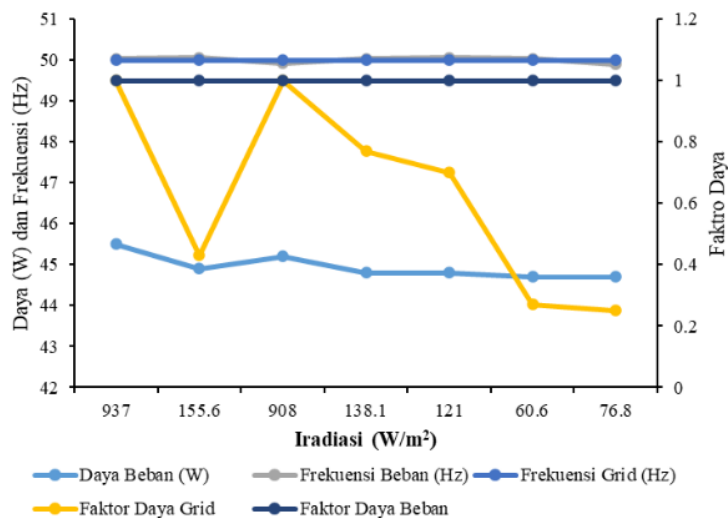
Kinerja PV On-Grid pada Kondisi Iradiasi, Jenis dan Daya Beban

Gambar 5 merupakan kondisi daya beban, frekuensi grid dan beban, faktor daya Grid dan beban pada berbagai kondisi iradiasi dan beban. Pada kondisi iradiasi yang rendah (kondisi berawan) akan menyebabkan faktor daya pada grid akan menjadi rendah Gambar 5a), sedangkan faktor daya beban nilainya mendekati 1. Untuk frekuensi baik grid ataupun beban pada berbagai kondisi iradiasi maupun beban nilainya pada kondisi normal yaitu berada pada rentan 49.96 – 50.03 Hz. Dengan kondisi beban lampu LED (Gambar 5b, Gambar 5c dan Gambar 5d), faktor daya pada beban akan menurun. Nilainya rata-rata selama pengukuran pada masing-masing beban adalah 0.89, 0.93 dan 0.93. Berkurangnya nilai faktor daya yang terukur pada beban ini, disebabkan oleh adanya komponen yang tidak linear pada lampu LED. Fenomena ini telah diungkapkan dalam [12] yang menyebutkan bahwa komponen non linear dapat

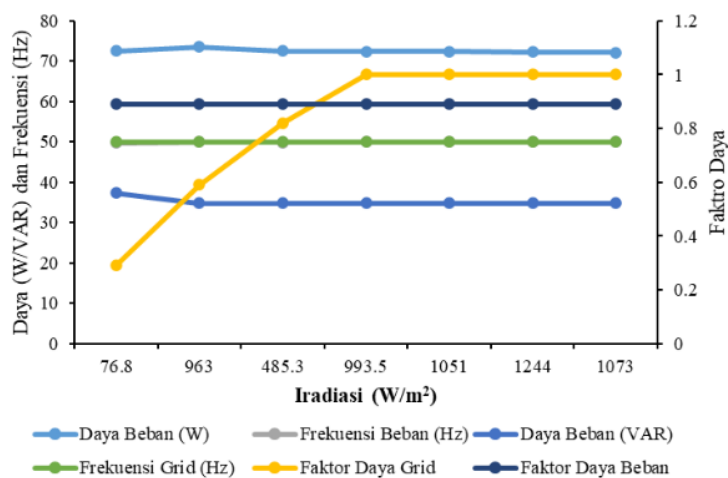
menyebabkan menurunnya nilai faktor daya. Hal ini ditandai pula dengan adanya daya reaktif yang terukur pada beban (perhatikan Gambar 5b, Gambar 5c dan Gambar 5d).

IV. CONCLUSION

Sistem PV On-grid telah menunjukkan kinerja yang baik, hal ini dapat dilihat dari PR yang dihasilkan adalah sebesar 86%. Sedangkan pada kondisi iradiasi yang rendah (kondisi berawan) akan menyebabkan faktor daya pada grid akan menjadi rendah dan faktor daya beban nilainya berada pada kondisi normal. Untuk frekuensi baik grid ataupun beban pada berbagai kondisi iradiasi maupun beban nilainya pada kondisi normal yaitu berada pada rentan 49.96 – 50.03 Hz.

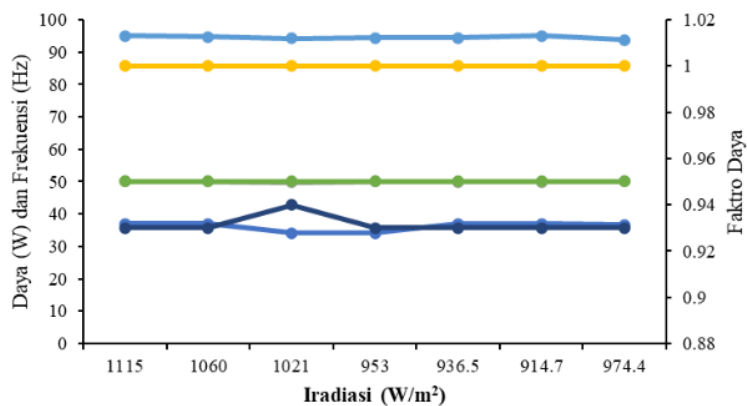


(a)

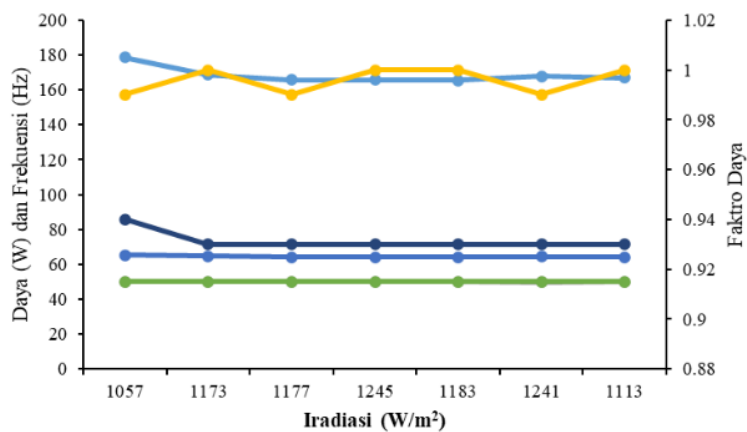


(b)

Kinerja PV On-Grid pada Kondisi Iradiasi, Jenis dan Daya Beban



(c)



(d)

Gambar 5. Kondisi daya PV, daya beban, frekuensi beban, faktor daya Grid dan beban pada berbagai kondisi iradiasi dengan beban (a) 40 W (lampu pijar), (b) 70 W (lampu pijar dan lampu LED), (c) 100 W (lampu LED) dan (d) 170 W (lampu pijar dan lampu LED).

12

UCAPAN TEIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi atas pendanaan pelaksanaan kegiatan Matching Fund 2022 melalui kedaireka, sesuai dengan perjanjian kerjasama dengan nomor: 406/PKS/D.D4/PPK.01.APTV/VIII/2022.

REFERENCES

Kinerja PV On-Grid pada Kondisi Iradiasi, Jenis dan Daya Beban

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	eprints.unram.ac.id Internet	61 words — 3%
2	attractivejournal.com Internet	18 words — 1%
3	ejournal2.undip.ac.id Internet	18 words — 1%
4	123dok.com Internet	15 words — 1%
5	ejournal.ft.unsri.ac.id Internet	15 words — 1%
6	scienceon.kisti.re.kr Internet	12 words — 1%
7	pdfs.semanticscholar.org Internet	11 words — 1%
8	ureruzo.com Internet	11 words — 1%
9	danielstephanus.wordpress.com Internet	10 words — < 1%

10	ejournal.forda-mof.org Internet	9 words — < 1%
11	id.scribd.com Internet	8 words — < 1%
12	prosidingsemnasmipadanaplikasinya16-17nov2009.000webhostapp.com Internet	8 words — < 1%

EXCLUDE QUOTES OFF
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE SOURCES OFF
EXCLUDE MATCHES OFF