

Analisis Manajemen Energi dan Dampak Kualitas Daya dari Sistem PLTS On-Grid Terhadap Instalasi Listrik Gedung

Aditya Nugraha¹

¹ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Siliwangi, Jl. Mugarsari, Kec. Tamansari, Kota Tasikmalaya, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Received: November 25, 2025
Reviewed: June 10, 2026
Available online: June 30, 2026

KORESPONDEN

E-mail: 217002022@student.unsil.ac.id

ABSTRACT

The integration of on-grid Photovoltaic (PV) systems in government office buildings is crucial for the energy transition, yet it poses challenges related to power quality. This study aims to analyze the energy management and power quality impacts of an 8.45 kWp PV system implementation at the Office Building. Data was collected over a 24-hour period using a Kyoritsu 6315 *Power Quality Analyzer*. The energy management analysis shows that the PV system successfully covered 100% of the energy consumption during the day (active period) and exported a surplus energy of approximately 25 kWh, changing the building's status to that of a prosumer. Power quality analysis proves that the PV system's operation did not cause negative impacts. No voltage rise phenomena were identified; conversely, the voltage harmonic distortion (THD-V) actually improved (decreased) while the *inverter* was active. The power factor was also maintained exceptionally well, approaching unity when exporting power. It is concluded that all measured power quality parameters remained within the safe limits stipulated by IEEE 1547 and IEEE 519 standards.

KEYWORD:

Energy Management, Harmonic Distortion, IEEE 519, On-Grid PV, Power Quality, Voltage Stability.

ABSTRAK

Integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *on-grid* di Gedung Perkantoran Pemerintahan krusial untuk transisi energi, namun menimbulkan tantangan terkait kualitas daya. Penelitian ini bertujuan menganalisis manajemen energi dan dampak kualitas daya dari implementasi sistem PLTS berkapasitas 8,45 kWp di Gedung Perkantoran Pemerintahan. Pengambilan data dilakukan selama 24 jam menggunakan *Power Quality Analyzer* Kyoritsu 6315. Hasil analisis manajemen energi menunjukkan PLTS berhasil menutupi 100% konsumsi energi pada siang hari (periode aktif) dan mengekspor surplus energi sekitar 25 kWh, yang mengubah status gedung menjadi prosumer. Analisis kualitas daya membuktikan bahwa operasi PLTS tidak menimbulkan dampak negatif. Tidak teridentifikasi adanya fenomena kenaikan tegangan (*voltage rise*); sebaliknya, distorsi harmonik tegangan (THD-V) justru mengalami perbaikan (penurunan) saat *inverter* aktif. Faktor daya juga terjaga sangat baik, mendekati unity saat mengekspor daya. Disimpulkan bahwa seluruh parameter kualitas daya yang terukur tetap berada dalam batas aman sesuai standar IEEE 1547 dan IEEE 519.

KATA KUNCI:

Distorsi Harmonik, IEEE 519, Kualitas Daya, Manajemen Energi, PLTS On-Grid, Stabilitas Tegangan.

PENDAHULUAN

Transisi menuju energi terbarukan menjadi salah satu agenda utama dalam sektor ketenagalistrikan Tenaga

Surya (PLTS) *on-grid* merupakan salah satu teknologi yang semakin berkembang dan di implementasikan di berbagai fasilitas, termasuk gedung perkantoran pemerintahan, karena mampu menyuplai energi listrik

secara langsung sekaligus menyalurkan kelebihan energi ke jaringan distribusi PLN[8]. Namun, integrasi PLTS dalam jaringan distribusi membawa tantangan baru terkait kualitas daya, kestabilan tegangan, dan distorsi harmonik [1][2]. Masalah ini penting diteliti dalam konteks perencanaan sistem tenaga listrik modern, karena penetrasi energi terbarukan yang tinggi dapat mengubah karakteristik sistem distribusi konvensional, terutama akibat beban non-linear yang umum di gedung perkantoran [2]. Gap penelitian yang muncul adalah bagaimana memastikan kualitas daya tetap sesuai dengan standar meskipun terdapat penetrasi PLTS yang signifikan, khususnya dalam hal pengendalian tegangan, arus, dan harmonisa [1].

Permasalahan tersebut berhubungan langsung dengan tujuan penelitian kerja praktik yang telah dilakukan, yaitu menganalisis manajemen energi dan karakteristik injeksi daya [3] dari PLTS *on-grid* yang terpasang di Gedung perkantoran pemerintahan. Melalui pengukuran kualitas daya menggunakan *Power Quality Analyzer*, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, faktor daya dan distorsi harmonik (THD), serta membandingkannya dengan standar IEEE 1547 dan IEEE 519 [1]. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan strategi manajemen energi yang lebih efisien [5] dan mendukung optimalisasi integrasi energi terbarukan dengan jaringan distribusi PLN. Pertanyaan penelitian yang diangkat adalah bagaimana pengaruh operasi PLTS *on-grid* terhadap kualitas daya dan bagaimana sistem manajemen energi dapat meningkatkan efisiensi serta menjaga keandalan sistem distribusi listrik.

Penelitian ini didasarkan pada konsep manajemen energi yang didefinisikan sebagai proses sistematis untuk memantau, mengendalikan dan mengoptimalkan penggunaan energi agar lebih efisien dan berkelanjutan. Dalam konteks PLTS, *Energy Management System* (EMS) berfungsi sebagai pengatur injeksi daya [3], pengalihan beban, dan pemanfaatan energi secara optimal. Teori utama lainnya adalah prinsip kerja fotovoltaiik yang memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan energi melalui efek fotovoltaiik. Selain itu, standar interkoneksi *Distributed Energy Resource* (DER) yang tercantum dalam IEEE 1547-2018 menekankan pentingnya sinkronisasi tegangan, frekuensi serta proteksi anti-islanding. Teori kualitas daya listrik juga menjadi dasar penting, khususnya dalam pengendalian harmonisa dan ketidakseimbangann tegangan sesuai rekomendasi IEEE 519-2014 [1][2].

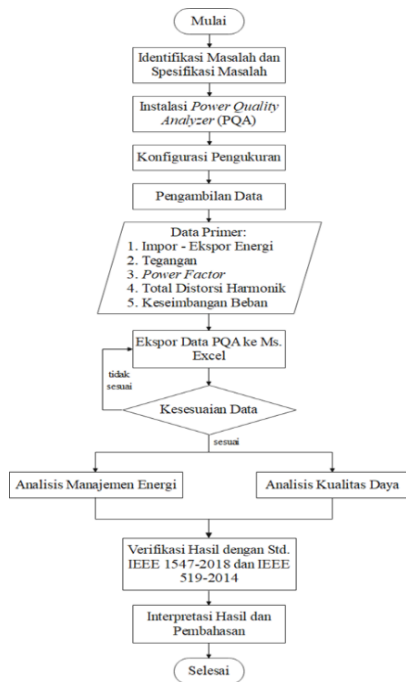
Beberapa penelitian terdahulu telah membahas integrasi PLTS *on-grid* dengan jaringan distribusi. Penelitian menilai potensi aplikasi PLTS Grid-Tied di wilayah perkotaan, seperti pada gedung komersial [4], sementara studi lain membahas analisis kinerja dan efektivitas produksi energinya dalam konteks kelembagaan di Indonesia [5],[9]. Penelitian lain menunjukkan bahwa

integrasi PLTS dapat mempengaruhi stabilitas tegangan sistem distribusi. Namun, keterbatasan penelitian sebelumnya adalah kurangnya analisis mendalam terhadap kualitas daya di level instalasi gedung dengan kapasitas menengah, khususnya di Indonesia. Penelitian ini mengisi gap tersebut dengan melakukan studi langsung di Gedung perkantoran pemerintahan, mengukur parameter secara *real-time*, serta mengevaluasinya berdasarkan dengan standar internasional IEEE 1547-2018 dan IEEE 519-2014, sehingga hasilnya lebih aplikatif bagi implementasi PLTS skala gedung pemerintah.

Penelitian ini disusun menjadi beberapa bagian utama. Bagian pertama adalah metodologi penelitian yang menjelaskan prosedur pengukuran kualitas daya menggunakan *Power Quality Analyzer* serta standar acuan yang digunakan. Bagian kedua menyajikan hasil pengukuran kualitas daya, termasuk analisis tegangan, arus, faktor daya, dan distorsi harmonik pada kondisi operasi normal, peralihan sumber, serta beban puncak. Selanjutnya, bagian pembahasan menafsirkan hasil pengukuran dalam konteks standar IEEE dan SPLN, serta implikasinya bagi integrasi PLTS dengan jaringan distribusi. Terakhir, artikel ini ditutup dengan kesimpulan yang merangkum temuan penelitian dan rekomendasi untuk penerapan sistem manajemen energi yang lebih efisien di masa mendatang.

METHOD

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus teknis dengan pendekatan observasi kuantitatif longitudinal, yang berfokus pada analisis performa instalasi PLTS *on-grid* berkapasitas 8,45 kWp di gedung perkantoran pemerintahan. Prosedur akuisisi data primer dilakukan melalui pengukuran lapangan (*field measurement*) selama 24 jam penuh, dengan interval pencatatan setiap 30 menit. Sebuah instrumen *Power Quality Analyzer* (PQA) Kyoritsu Tipe 6315 diinstal pada titik interkoneksi sistem (konfigurasi 3P4W) untuk merekam parameter kunci, termasuk impor-ekspor energi, tegangan, faktor daya, dan distorsi harmonik (THD). Data yang tervalidasi kemudian dianalisis secara komparatif dengan membagi periode observasi menjadi "Periode PLTS Aktif" (07:00–16:30) dan "Periode PLTS Nonaktif" (17:00–06:30) untuk mengevaluasi manajemen energi dan dampak kualitas daya. Seluruh temuan parameter kualitas daya diverifikasi dengan membandingkannya terhadap ambang batas aman yang ditetapkan oleh standar IEEE 1547-2018 dan IEEE 519-2014.



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian analisis manajemen energi dan kualitas daya pada sistem PLTS on-grid.

Data mentah berformat .KEW kemudian diekspor dan diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk menghitung Konsumsi Energi per Interval dari data kumulatif.

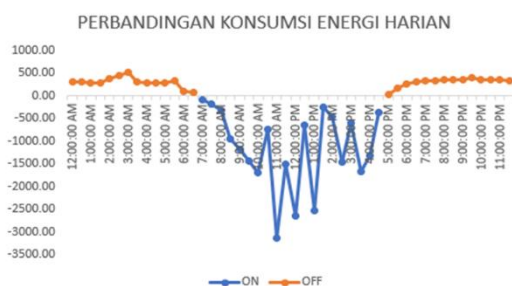
$$[Wh]_t - WP + [Wh]_{(t-1)} \quad (1)$$

Ekspor Energi per Interval

$$WP - [Wh]_{(t)} - WP - [Wh]_{(t-1)} \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Manajemen Energi dan Profil Beban Harian



Gambar 2. Profil perbandingan konsumsi energi harian gedung pada periode PLTS aktif dan PLTS nonaktif.

Pola beban gedung dapat diidentifikasi dengan memisahkan antara periode PLTS aktif (siang hari dengan garis berwarna biru) dan nonaktif (malam hari berwarna oranye). Beban dasar terlihat jenis pada periode PLTS nonaktif pada kurun waktu 17:00-06:30. Pada periode ini, konsumsi energi (impor dari PLN) relatif stabil, berdasarkan di kisaran 250 Wh hingga 350 Wh per interval 30 menit. Beban ini mencerminkan konsumsi listrik

esensial gedung beroperasi 24 jam. Seperti lampu penerangan luar, CCTV, perangkat server dan daya peralatan elektronik lainnya.

Puncak impor energi dari PLN terjadi pada periode nonaktif (malam hari) tepatnya pada pukul 03:00 pagi mencapai ~550 Wh. Grafik tidak menunjukkan beban puncak konsumsi gedung, melainkan menunjukkan beban puncak produksi PLTS. Puncak ekspor energi nilai negatif terbesar terjadi pada pukul 11:30 AM dimana sistem mengeksport energi sekitar 3,150 Wh (3,15 kWh) ke jaringan PLN dalam satu interval 30 menit. Sehingga mengindikasikan bahwa pada saat itu, produksi PLTS jauh melampaui kebutuhan konsumsi internal gedung.

Garis biru (*On*) secara konsisten berada pada nilai 0. Ini berarti selama periode aktif, tidak ada energi yang di impor dari PLN. Garis oranye (*Off*) menunjukkan impor yang konstan dengan nilai rata-rata konservatif sekitar 300 Wh per interval. Peiode ini berlangsung sekitar 13,5 jam dari pukul 17:00 hingga 6:30, atau 27 interval 30 menit. Total impor energi dalam 24 jam sebesar 8,1 kWh.

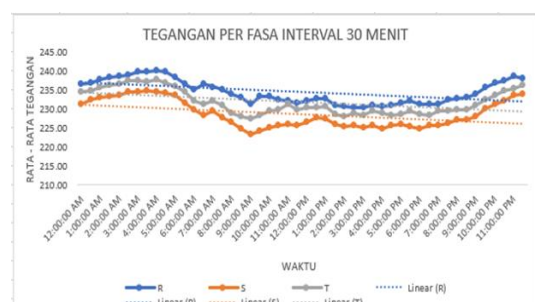
Penurunan konsumsi energi pada siang hari (garis biru) sangat signifikan, bahkan mencapai nilai negatif. Ini menunjukkan bahwa sistem PLTS 8,45 kWp tidak hanya mampu menutupi 100% kebutuhan listrik gedung selama periode aktif, tetapi juga menghasilkan surplus energi yang besar yang kemudian diekspor kembali ke jaringan PLN. Pada siang hari, status gedung berubah dari konsumen energi menjadi produsen energi (*prosumer*). Fluktuasi tajam pada garis biru (pukul 11:30, 12:30, 14:30) kemungkinan besar berkorelasi dengan kondisi cuaca yang memengaruhi output PLTS secara instan.

Selama periode aktif PLTS (07:00 - 16:30), data menunjukkan bahwa energi yang diimpor dari PLN adalah 0 Wh.

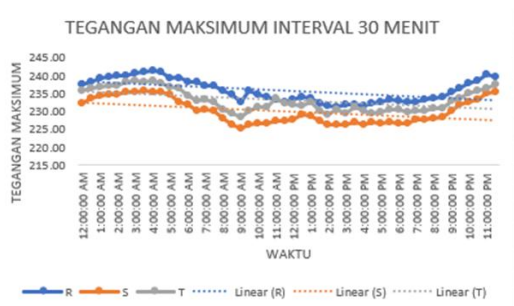
Dibandingkan dengan *baseline* (jika PLTS tidak ada, di mana gedung pasti akan mengimpor energi), penghematan energi impor pada periode ini adalah 100%.

Lebih dari sekadar menghemat, sistem ini secara aktif mengeksport energi. Berdasarkan estimasi visual penjumlahan semua titik data negatif (garis biru), total energi yang diekspor selama periode aktif (07:00 - 16:30) diperkirakan mencapai 25.000 Wh (25 kWh).

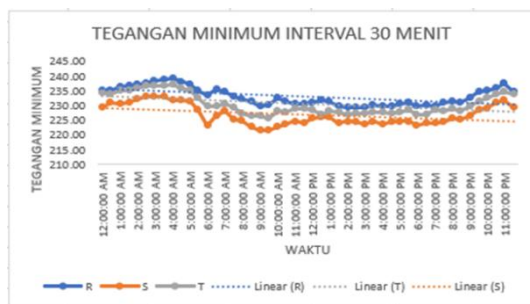
Analisis Dampak Terhadap Kualitas Daya Stabilitas Tegangan



Gambar 3. Profil tegangan rata-rata per fasa pada interval pengukuran 30 menit selama periode observasi 24 jam.



Gambar 4. Profil tegangan maksimum per fasa pada interval pengukuran 30 menit selama periode observasi 24 jam.



Gambar 5. Profil tegangan minimum per fasa pada interval pengukuran 30 menit selama periode observasi 24 jam.

Berdasarkan ketiga grafik (Rata-rata, Maksimum, Minimum), tidak teridentifikasi adanya fenomena kenaikan tegangan (*voltage rise*) signifikan saat PLTS mengeksport daya secara maksimal (periode 07:00 - 16:30, dengan puncak ekspor sekitar pukul 11:30 AM).

Tegangan tertinggi (puncak) pada ketiga fasa (R, S, dan T) terjadi pada malam hari, sekitar pukul 03:00 - 04:00 AM, ketika PLTS nonaktif dan beban gedung berada pada kondisi beban dasar (*base load*). Tepat pukul 07:00 AM, saat PLTS mulai aktif dan jam operasional kantor dimulai, level tegangan di ketiga fasa justru mengalami penurunan (*drop*). Penurunan paling signifikan terjadi pada Fasa S (garis oranye), yang mencapai level terendah rata-rata ~224V sekitar pukul 09:00 AM.

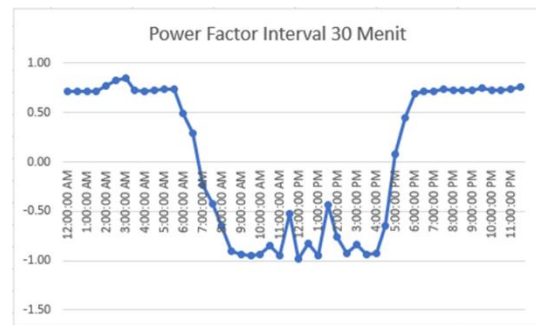
Hal ini mengindikasikan bahwa profil tegangan di titik pengukuran (PCC) lebih didominasi oleh penarikan beban internal gedung perkantoran (AC, komputer, lift, dll. yang menyala serentak) daripada oleh injeksi daya dari sistem PLTS 8,45 kWp yang relatif kecil[12].

Menggunakan standar umum tegangan nominal 230V dengan toleransi +5% / -10% rentang tegangan yang diizinkan adalah Batas Atas (+5%): 241,5 V Batas Bawah (-10%): 207 V. Pada Grafik "Tegangan Maksimum", Fasa R (biru) sempat menyentuh level ~242 V pada pukul 03:30 AM. Nilai ini sedikit di atas batas +5%, namun ini terjadi saat PLTS nonaktif, yang mengindikasikan bahwa ini adalah karakteristik asli jaringan PLN di lokasi tersebut saat beban rendah. ada Grafik "Tegangan Minimum", Fasa S (oranye) mencapai titik terendah ~221 V pada pukul

09:00 AM. Nilai ini masih jauh di atas batas bawah (-10% atau 207V) [15].

Fluktuasi tegangan yang terjadi sepanjang 24 jam masih berada dalam rentang toleransi yang aman dan wajar. Operasi PLTS pada siang hari (07:00-16:30) terbukti tidak menyebabkan *voltage rise* yang melanggar standar. Sebaliknya, PLTS beroperasi pada saat tegangan *grid* sedang turun (akibat beban internal gedung) dan tidak memperburuk kualitas tegangan.

Power Factor



Gambar 6. Profil faktor daya sistem pada interval pengukuran 30 menit selama periode PLTS aktif dan nonaktif.

Periode PLTS Nonaktif (Malam Hari: 17:30 - 06:30) Selama periode ini (garis oranye pada grafik konsumsi), gedung mengimpor daya dari PLN. Nilai PF tercatat positif, stabil di kisaran 0.75 hingga 0.90. Ini menunjukkan karakteristik beban gedung yang bersifat induktif (*lagging*), yang merupakan hal wajar untuk gedung perkantoran yang ditenagai oleh motor-motor AC, pompa, dan *ballast* lampu. Nilai PF 0.75-0.90 termasuk dalam kategori yang cukup baik, bukan rendah.

Selama periode ini (garis biru pada grafik konsumsi), sistem PLTS aktif dan mengeksport daya ke jaringan. Nilai PF tercatat negatif, berfluktuasi tajam namun sering kali berada di dekat -1.0 (misalnya pukul 08:30, 09:30, dan 11:30).

Nilai PF negatif bukanlah indikasi kualitas daya yang buruk. Dalam konteks pengukuran PQA pada sistem PLTS, ini adalah representasi standar yang menunjukkan arah aliran daya terbalik (ekspor)

Inverter modern (seperti *Blueplanet 8 6 TL3*) adalah *inverter grid-following* yang canggih[10]. Mereka dirancang untuk menyuntikkan daya aktif (Watt) ke jaringan dengan faktor daya yang sangat baik, yaitu Ketika PQA mengukur daya yang diekspor (di mana arus mengalir keluar, berlawanan 180° dari kondisi impor), PF akan terbaca sebagai nilai negatif.

Nilai PF yang mendekati -1.0 justru menunjukkan performa *inverter* sangat baik, artinya *inverter* mengeksport daya aktif murni (P) dengan kontribusi daya reaktif (Q) yang sangat minimal. Fluktuasi tajam yang terjadi (misalnya pukul 12:30 dan 14:00) berkorelasi dengan fluktuasi *output* PLTS (kemungkinan akibat awan), di mana *inverter* secara dinamis menyesuaikan *output*[9].

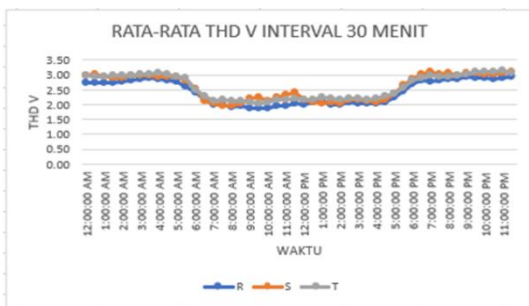
Grafik tidak menunjukkan PF yang rendah pada tengah malam (justru menunjukkan PF 0.75-0.90). Namun, secara teoretis, faktor daya yang buruk (nilai PF mendekati 0) sering terjadi pada instalasi tanpa PLTS saat beban sangat rendah (misalnya pukul 01:00-04:00).

Ini terjadi karena pada beban sangat rendah, konsumsi Daya Aktif (P, dalam Watt) sangat kecil. Akan tetapi, Daya Reaktif (Q, dalam VAR) yang dibutuhkan oleh elemen seperti kapasitansi kabel, filter EMI pada peralatan siaga, dan daya magnet trafo, cenderung tetap (konstan). Karena,

$$PF = \frac{P}{S} \text{ (dimana } S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{)} \quad (3)$$

jika P menjadi sangat kecil sementara Q tetap, rasio P/S akan ikut menurun drastis mendekati nol.

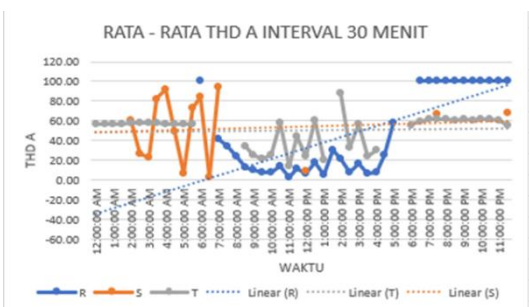
Total Harmonic Distortion V (THD-V)



Gambar 7. Profil rata-rata distorsi harmonik tegangan (THD-V) per fasa pada interval pengukuran 30 menit.

Pengoperasian *inverter* PLTS (periode 07:00 - 17:00) justru memperbaiki (menurunkan) nilai THD-V. Ada malam hari (PLTS nonaktif), THD-V berada di level yang lebih tinggi, berkisar 2.75% hingga 3.1%. Saat PLTS mulai aktif pukul 07:00, THD-V langsung turun ke level yang lebih rendah dan stabil di kisaran 2.0% hingga 2.4%. Standar IEEE 519-2014 menetapkan batas maksimum THD-V (untuk sistem di bawah 69 kV) adalah 5.0%. Nilai THD-V di gedung ini sangat baik dan aman (*compliant*), berada jauh di bawah ambang batas 5.0% sepanjang hari. Aktivitas *inverter* modern terbukti tidak memperburuk distorsi tegangan, bahkan cenderung membantu menstabilkannya, kemungkinan karena *inverter* menyediakan *stiff voltage source* (sumber tegangan kaku) yang membantu "menyerap" sebagian distorsi yang ada di jaringan[10].

Total Harmonic Distortion A (THD-A)



Gambar 8. Profil rata-rata distorsi harmonik arus (THD-A/THD-I) per fasa pada interval pengukuran 30 menit.

Selama periode PLTS aktif, nilai THD-I yang terukur berada dalam rentang yang wajar (10% - 40%, dengan beberapa fluktuasi). Pada malam hari (terutama 17:30 - 06:30), grafik THD-I menunjukkan nilai yang sangat tinggi dan tidak stabil, bahkan mencapai 100.00% (pada Fasa R) atau melonjak-lonjak (Fasa S dan T). Nilai THD-I yang ekstrem (mencapai 100%) pada malam hari bukanlah indikasi adanya masalah besar, melainkan sebuah artefak pengukuran yang normal dalam kondisi beban sangat rendah. THD-I adalah rasio perbandingan antara total arus harmonik terhadap arus fundamental.

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum I_h^2}}{I_1} \quad (4)$$

Pada malam hari, gedung berada dalam mode beban dasar (*base load*), di mana konsumsi daya (Arus Fundamental, I_1) sangat kecil, mendekati nol. Namun, selalu ada "noise" harmonik residual. Ketika penyebut sangat kecil, sementara arus harmonik pembilang nilainya tetap, hasil pembagiannya (rasio THD-I) secara matematis akan melonjak menjadi sangat besar mendekati tak terhingga. *Power Quality Analyzer* (PQA) biasanya akan menampilkan nilai maksimumnya, seperti 100% atau data yang sangat tidak stabil (sering ditandai "----" pada beberapa PQA). Ini adalah perilaku normal dan data THD-I pada kondisi light load ini tidak valid untuk analisis.

Standar IEEE 519 membatasi kontribusi distorsi arus dari *end-user* atau generator (PLTS) ke jaringan. *Inverter* modern (sesuai standar IEEE 1547) dirancang untuk menghasilkan arus dengan THD-I kurang dari 5% pada *output* penuhnya. Data THD-I siang hari (10% - 40%) yang Anda ukur bukanlah THD-I murni dari *inverter*. PQA mengukur THD-I netto di titik interkoneksi, yang merupakan superposisi (gabungan) antara Arus bersih (THD-I < 5%) yang diekspor oleh *Inverter* PLTS. Arus kotor (THD-I tinggi) yang ditarik oleh beban non-linear gedung (komputer, AC *inverter*, lampu LED, dll.).

THD-I yang terukur (10-40%) adalah cerminan dari karakteristik beban non-linear gedung itu sendiri. *Inverter* PLTS telah beroperasi sesuai standar (menghasilkan arus bersih), namun total distorsi arus di titik ukur tetap ada karena tarikan beban gedung[11].

KESIMPULAN

Sistem PLTS *on-grid* 8,45 kWp secara signifikan mengurangi konsumsi energi dari *grid* pada siang hari. Selama periode aktif PLTS (07:00-16:30), penghematan impor energi dari PLN mencapai 100% yang mengkonfirmasi status gedung sebagai *prosumer* yang efisien[17].

Karakteristik injeksi daya ke *grid* menunjukkan bahwa sistem tidak hanya mencukupi kebutuhan internal gedung tetapi juga mengeksport surplus energi, mengubah status

gedung menjadi *prosumer*. Total ekspor energi selama periode aktif diperkirakan mencapai 25 kWh, dengan puncak ekspor 3,15 kWh dalam satu interval 30 menit.

Dampak sistem PLTS terhadap kualitas daya terbukti positif dan aman. Berlawanan dengan kekhawatiran umum, tidak teridentifikasi adanya fenomena *voltage rise* akibat injeksi daya PLTS. Sebaliknya, operasi *inverter* justru teramati memperbaiki (menurunkan) level distorsi harmonik tegangan (THD-V)[16].

Seluruh parameter kualitas daya yang krusial, termasuk fluktuasi tegangan dan level THD-V, terukur masih berada dalam batas toleransi aman yang ditetapkan oleh standar internasional IEEE 1547 dan IEEE 519.

Penelitian ini didasarkan pada perekaman data 24 jam. Disarankan untuk melakukan analisis jangka panjang, mencakup musim hujan dan musim kemarau, untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik mengenai pengaruh variabilitas cuaca musiman terhadap profil produksi energi PLTS dan efisiensi sistem secara keseluruhan.

Melakukan studi komparatif dengan teknologi *inverter* yang berbeda atau *inverter* yang memiliki fitur *Reactive Power Control* (Volt/VAR control) untuk menganalisis perbandingan dampaknya terhadap stabilitas tegangan dan manajemen daya reaktif di jaringan[15].

Analisis THD-I menunjukkan bahwa distorsi arus yang terukur pada siang hari lebih merupakan cerminan dari beban non-linear internal gedung itu sendiri. Disarankan melakukan audit harmonik yang lebih mendalam untuk mengidentifikasi sumber beban non-linear spesifik (misalnya unit AC, komputer, dll.) dan mengkaji potensi penerapan filter harmonik jika diperlukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

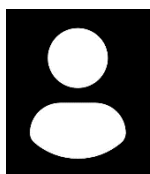
Ucapan Terima Kasih Penelitian ini dapat terlaksana berkat dukungan berbagai pihak. Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Siliwangi, khususnya Laboratorium Teknik Elektro, atas penyediaan fasilitas penelitian yang memadai. Penghargaan yang setinggi-tingginya juga disampaikan kepada pihak Cabang Dinas ESDM Wilayah VI Tasikmalaya atas kerja sama dan izin yang diberikan dalam penggunaan objek penelitian. Terakhir, penulis berterima kasih kepada Bapak Ir. Andri Ulus Rahayu S.Pd., M.T. selaku Dosen wali dan Ibu Linda Faridah S.Pd., M.T. Dosen Pengampu Mata Kuliah Perencanaan Sistem Tenaga Listrik, atas diskusi dan bimbingan teknis yang diberikan selama penelitian ini berlangsung.

REFERENSI

- [1] T. Letnik, M. Beković, and J. Voršič, "Assessment of Harmonic Distortion in School Buildings Equipped with Grid-Connected PV Systems," *Journal of Energy Technology*, vol. 17, no. 1, hlm. 63–74, 2024.
- [2] K. Verma, B. Singh, and D. T. Shahani, "Harmonic Analysis of Grid-Connected Solar PV Systems with Nonlinear Household Loads in Low-Voltage Distribution Networks," *Sustainability*, vol. 13, no. 7, hlm. 3709, 2021.
- [3] F. Ismail, S. H. Husain, dan S. H. M. Yatim, "Power Injection on Single Phase Grid System," *Jurnal ELKHA*, vol. 6, no. 2, hlm. 47–50, 2014.
- [4] A. Setyawan, A. Gulton, dan G. Simamora, "Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid Pada Gedung Mal QBIG BSD City," *Jurnal Cahaya Mandalika*, vol. 3, no. 3, hlm. 2393–2405, 2024.
- [5] A. R. Jufri, B. Sudibjo, dan S. M. Said, "Analisis Pengaruh Cuaca Terhadap Efektivitas Kinerja Produksi Energi Listrik PLTS On-Grid pada Laboratorium Listrik dan Mekanik 1 PPSDM Migas," *Swara Patra*, vol. 13, no. 2, hlm. 88–95, 2023.
- [6] IEEE Std 1547-2018, *IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces*, New York, NY, USA: IEEE, 2018.
- [7] IEEE Std 519-2014, *IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems*, New York, NY, USA: IEEE, 2014.
- [8] Edo Prasetyo, "Analysis of Rooftop Photovoltaic (PV) System Effectiveness for Building Electricity Bill Reduction: Analisis Efektivitas PLTS Atap (Rooftop) Untuk Mengurangi Tagihan Listrik Bangunan", *IJEERE*, vol. 5, no. 1, pp. 51-59, Jun. 2025.
- [9] A. L. Wardani, W. Aribowo, M. Widiyartono, R. Rahmadian, A. C. Hermawan, and N. V. Laksmi B, "Analisis Potensi Daya Listrik PLTS Atap di Gedung K4 Universitas Negeri Surabaya", *Elposys*, vol. 11, no. 3, pp. 225–230, Oct. 2024.
- [10] Christoffel Napitupulu, Muhammad Arya Rangga, Muhammad Rizky, and Novri Trias Putra, "Optimalisasi PLTS Atap On-Grid di Indonesia: Standarisasi Inverter, Kinerja Ekonomi, dan Monitoring Berbasis IoT", *Juritek*, vol. 5, no. 2, pp. 100–112, Jun. 2025.
- [11] F. J. Siahaan, E. M. Silalahi, B. Widodo, and R. Purba, "Pengukuran Total Harmonic Distortion (THD) Terhadap Lampu Hemat Energi (LHE) Dan Light-Emitting Diode (LED)", *lektrokom*, vol. 3, no. 1, p. 8, Oct. 2020.
- [12] Z. Li, Q. Zhang, dan S. Chen, "The Impact of High Penetration of Rooftop PV on Voltage Stability in Low Voltage Distribution Networks," *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, vol. 12, no. 5, hlm. 5500–5509, 2022.
- [13] M. Panggabean, A. Surapati, dan M. K. A. Rosa, "Pengaruh Total Harmonic Distortion (THD)

- Terhadap Pembacaan kWh Meter Semi Digital," Jurnal Amplifier, vol. 12, no. 1, hlm. 25–34, 2022.
- [14] S. D. Praditya dan E. W. Astuti, "Analisis Fenomena Peningkatan THD Arus pada Kondisi Arus Fundamental Sangat Rendah (Low-Load Artifact), "Jurnal Rekayasa Elekrika, vol. 19, no. 3, hlm. 145–152, 2021.
- [15] Y. K. Syahputra, S. S. Adriyanto, dan R. M. F. Sari, "Perancangan Sistem Kontrol Daya Reaktif pada *Inverter* PLTS Grid-Tied untuk Peningkatan Stabilitas Tegangan," TELKOMNIKA, vol. 22, no. 1, hlm. 15–24, 2024.
- [16] R. A. Diantari, "Karakteristik *Inverter* Grid-Tied dan Dampaknya terhadap Kualitas Daya Jaringan Distribusi," Jurnal Nasional Teknik Elektro, vol. 12, no. 2, hlm. 120–127, 2023.
- [17] A. P. Nugroho, A. F. Syah, dan M. I. Hakim, "Evaluasi Kinerja Energi PLTS On-Grid Skala Komersial dan Status Prosumer di Wilayah Tropis," Jurnal Teknologi & Sains Energi, vol. 5, no. 1, hlm. 50–58, 2021.

BIOGRAFI PENULIS



Aditya Nugraha

Lahir di Garut, bulan April 2003. Saat ini sebagai Mahasiswa di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Siliwangi, Tasikmalaya.