

Analisis Efisiensi Inverter pada Grid-Connected 50 KWp Unpam Viktor

Woro Agus Nurtiyanto^{1*}, Perani Rosyani¹, Lili Solihin², Wiji Prayogo²

¹Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

²Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: ^{1*}dosen00855@unpam.ac.id, ²dosen837@unpam.ac.id, ³dosen00860@unpam.ac.id, ⁴wijiprayogo979@gmail.com

Submitted: 18/08/2022; Accepted: 30/08/2022; Published: 30/08/2022

Abstrak—Efisiensi Grid-tied Inverter dalam mengkonversi energi listrik yang bersumber dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar efisiensi Grid-tied inverter berdasarkan hasil pengujian di lapangan, serta bermanfaat dijadikan referensi untuk mengetahui unjuk kerja dari sebuah inverter yang terhubung ke jaringan utilitas. Metode penelitian deskriptif kuantitatif dengan teknik pengukuran langsung menggunakan alat ukur Seaward PV meter dan monitoring aplikasi IsolarCloud app dan panel kontrol untuk mengetahui daya output yang diserap oleh beban dengan lokasi penelitian di ruang inverter lantai 7 kampus Universitas Pamulang Viktor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi tercapai dengan nilai 98,4% di mana dapat dikatakan inverter dapat mengkonversi hampir seluruh energi yang dihasilkan solar sel, dengan rata-rata arus short circuit (Isc) 16% lebih besar dari arus maximal power (Imp) dan tegangan open circuit (Voc) lebih besar 21% dari tegangan maximal power. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa kenaikan arus berpengaruh terhadap efisiensi inverter walaupun tidak signifikan.

Kata Kunci: Efisiensi; Grid-Tied Inverter; Universitas Pamulang; IsolarCloud app

Abstract—The efficiency of grid-tied inverters in converting electrical energy sourced from solar power plants. The purpose of this study is to find out how efficient the Grid-tied inverter is based on the results of field tests, and it is useful as a reference to determine the performance of an inverter connected to the utility grid. Quantitative research methods with direct measurement techniques use the Seaward PV meter measuring instrument and the IsolarCloud monitoring application and control panel to determine the output power absorbed by the load with the research location in the inverter room on the 7th floor of the Pamulang Viktor University campus. The results show that the highest efficiency is achieved with a value of 98.4% where it can be said that the inverter can convert almost all of the energy produced by solar cells, with an average short circuit current (Isc) 16% greater than the maximum current (Imp) and open circuit voltage (Voc) is 21% greater than the maximum power voltage. The results of the analysis also show that the increase in current has no significant effect on the efficiency of the inverter.

Keywords: Efficiency; Grid-Tied Inverter; Pamulang University; Isolarcloud Monitoring

1. PENDAHULUAN

Dalam dokumen Kebijakan Energi Nasional (KEN) Indonesia, yang mana dokumen tersebut mengatur tentang bidang energi sebagai panduan dengan tujuan untuk mencapai kedaulatan dan ketahanan energi yang bermanfaat untuk mendukung pembangunan nasional. Salah satu maksud dan tujuan dari KEN yaitu bauran renewable energy atau EBT nasional dengan persentase minimal sebesar 23% pada tahun 2025 dan meningkat 8% menjadi 31% pada 5 tahun berikutnya dari keseluruhan total konsumsi energi nasional. Namun, kenyataan tersebut masih jauh dari kata terealisasi, pasalnya bauran EBT Indonesia pada tahun 2021 masih sangat tergolong rendah, menurut menteri ESDM Arifin Tasrif bauran EBT pada tahun 2021 tercatat hanya berkisar sebesar 11,2% (Pribadi, 2021; Putu et al., 2020). Atas dasar itulah universitas pamulang membangun PLTS grid-connected 50 KWp sebagai bahan pembelajaran dan usaha untuk mempercepat target yang telah ditetapkan.

Solar Power plant atau yang biasa disebut (PLTS) merupakan suatu sistem yang mampu mengkonversi energi cahaya dari matahari menjadi sumber energi listrik, dalam hal ini energi yang diterima oleh photovoltaic atau solar cell adalah dalam bentuk cahaya atau radiasi untuk menghasilkan listrik arus searah (DC). Inverter merupakan salah satu subsistem penting di mana perangkat inverter dapat mengubah arus DC (Direct Current) yang sebelumnya dihasilkan oleh solar cell menjadi arus AC untuk menyuplai beban AC atau jika sistem tersebut terhubung dengan jaringan PLN yang biasa disebut On-Grid atau Grid-connected (Malik, 2018; Wijaya, 2012).

Inverter merupakan komponen paling kompleks dalam sistem PLTS, secara umum bagian utama dari sebuah inverter adalah DC link bus, kontroler, sistem pengaman dan yang tidak kalah penting adalah semikonduktor daya sebagai sakelar, di mana komponen elektronika daya yang digunakan dapat berbentuk SCR, Transistor dan Mosfet yang beroperasi sebagai sakelar dan pengubah (Malik, 2018).

Grid-tie inverter adalah salah satu jenis dari inverter yang digunakan untuk menghubungkan PLTS dengan jaringan listrik, Inverter jenis ini akan secara otomatis mensinkronkan energi yang dihasilkan oleh sel surya dengan tegangan jala-jala jaringan listrik (Grid) PLN, GTI juga didesain untuk otomatis berhenti menyuplai daya ke jaringan jika tidak mendeteksi tegangan pada jaringan PLN, hal inilah yang menjadi keunggulan GTI dibanding dengan jenis inverter yang lainnya (Nahela, 2019).

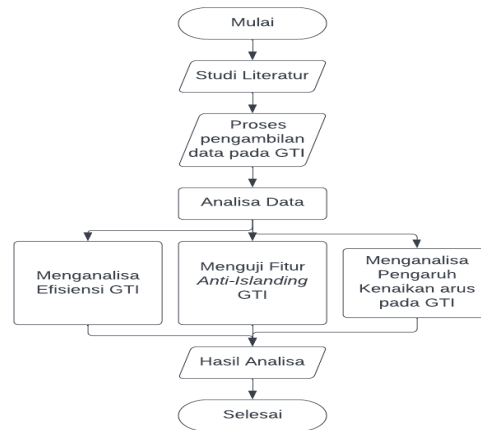
Pada paper kali ini fokus yang dilakukan adalah menganalisa efisiensi grid tie inverter dengan kapasitas 44 KVA dengan sumber PLTS yang terhubung ke dalam jaringan listrik (Grid Connected) PLN. Metode yang digunakan untuk mendapat parameter efisiensi adalah dengan cara monitoring menggunakan aplikasi Isolarcloud,

panel kontrol dan juga pengukuran langsung menggunakan PV meter Seaward dan clamp meter. dengan begitu analisa dapat dilakukan dengan mendapat nilai input tegangan dan arus dan nilai output tegangan dan arus. Di sisi lain akan dianalisa juga bagaimana pengaruh naik-turunnya arus terhadap efisiensi

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. kerangka penelitian

Proses pengujian GTI melibatkan beberapa alat dan bahan yang telah dibahas sebelumnya, pada proses “ANALISA EFISIENSI INVERTER PADA GRID- CONNECTED 50 KWP UNPAM” terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan agar penelitian berjalan sesuai dengan rencana. Tahapan penelitian tersebut dimuat dalam gambar 1. yang berbentuk diagram alir atau flowchart.



Gambar 1. Diagram *Flowchart* (Kerangka pemikiran)

Gambar 1. Diagram *flowchart*. Berisi penjelasan tentang tahapan penelitian yang menggambarkan urutan logis untuk mendapatkan hasil penelitian sesuai dengan harapan dan gambaran sistem. Jika ada gambar dan tabel, itu harus disajikan dengan nama tabel dan gambar yang disertai dengan nomor urut.

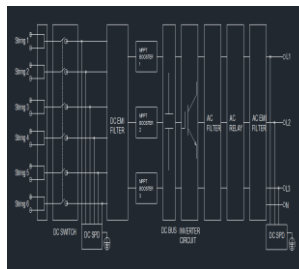
2.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan sebagai penunjang dalam berjalannya analisa efisiensi inverter.

2.2.1. Alat

Alat yang digunakan sebagai penunjang dalam penelitian kali ini adalah:

- 1) *Grid-tied* inverter, GTI merupakan Instrumen utama dalam penelitian ini yang berfungsi sebagai pemasok daya AC pada jaringan (*grid*), inverter yang digunakan yaitu inverter SUNGROW SG40CX.



Gambar 2. Circuit Diagram GTI SUNGROW SG40CX.

- 2) Panel Kontrol, digunakan untuk memonitoring nilai arus dan tegangan yang dipakai ke beban dalam kata lain *output* inverter. Nilai tegangan dan arus ini yang selanjutnya digunakan sebagai bahan penelitian.



Gambar 3. Panel Kontrol untuk Monitoring.

- 3) PV meter Seaward, digunakan untuk mengukur tegangan dan arus DC pada *input* inverter. Untuk menyalakan cukup dengan menekan tombol *Run* dan *Mode* secara bersamaan, kemudian gunakan probe MC4 untuk mengukur arus dan tegangan, untuk mengetahui nilai arus dan tegangan tekan tombol *AUTO*, untuk mematikan perangkat tekan kembali tombol *Run* dan *Mode* secara bersamaan selama beberapa detik sampai *display* dalam keadaan *off*. PV meter Seaward 200 juga dapat digunakan untuk mengukur arus AC pada *output* dengan cara dikombinasikan dengan Clamp meter Seaward. Clamp meter seaward ditunjukkan pada gambar 4.



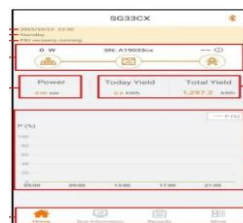
Gambar 4. Seaward PV meter.

- 4) Seaward Clamp meter, perangkat ini dapat digunakan untuk mengukur arus *input* DC maupun arus *output* AC dengan batas maksimal 300 A. untuk cara penggunaannya harus dikombinasikan dengan Seaward PV meter 200, cara pengukuran cukup dengan *Switch on* sakelar ke range arus yang paling besar (untuk pencegahan bila arus yang diukur lebih besar), kemudian kaitkan clamp meter dengan salah satu kabel, untuk DC bisa salah satu kabel +/- dan untuk AC bisa salah satu kabel Fasa/Netral yang dapat di lihat pada gambar 5.



Gambar 5. Seaward Clamp Meter.

- 5) Perangkat lunak yang digunakan untuk monitoring daya pada GTI yaitu IsolarCloud APP. Aplikasi ini dapat menampilkan data-data seperti daya yang dihasilkan oleh inverter, alarm peringatan, total energi yang dihasilkan perhari, dan informasi nilai arus dan tegangan pada setiap string. Untuk *login* cukup dengan scan *barcode* yang tersedia pada sisi samping inverter dan verifikasi dengan menggunakan Id: user Password: 88888888. Untuk menampilkan nilai tegangan dan arus tiap string dapat menekan pada tab *Run information* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan awal IsolarCloud APP.

- 6) Perangkat lunak untuk membuat skema rangkaian listrik yaitu proteus 8.
- 7) Perangkat lunak autoCAD 2020, Microsoft Office 2019 yang digunakan sebagai pelengkap dalam menyusun tugas akhir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Menggunakan Alat Ukur dan Monitoring

Pada bagian ini akan dibahas perbandingan antara tegangan *open circuit* (V_{oc}) dan arus *short circuit* dengan tegangan *maximal power* (V_{mp}) dan arus *maximal power* (I_{mp}), dengan menggunakan alat-alat yang telah disebutkan sebelumnya pada BAB III. Pada sub bab ini akan dilakukan perbandingan antara pengukuran langsung

dengan monitoring. Pengukuran langsung dilakukan dengancara memutus *input* pada GTI, yang didapat dari pengukuran langsung adalah arus dan tegangan *input* tanpa beban (*Voc* dan *Isc*) di mana *Voc* dan *Isc* lebih besar dari *Vmp* dan *Imp*. Hasil pengukuran dapat di lihat pada table 1.

Tabel 1. Pengukuran arus dan tegangan *input*

Nilai arus dan tegangan <i>input</i> dari Pengukuran Langsung		
No. String	Tegangan (<i>Voc</i>)	Arus (<i>Isc</i>)
String 1	876 V	2,74 A
String 2	874 V	2,71 A
String 3	874 V	2,72 A
String 4	873 V	2,66 A
String 5	873 V	2,73 A
String 6	873 V	2,69 A
Nilai arus dan tegangan <i>input</i> dari monitoring		
No. String	Tegangan (<i>Vmp</i>)	Arus (<i>Imp</i>)
String 1	738,8 V	2,55 A
String 2	738,8 V	2,42 A
String 3	755,5 V	2,54 A
String 4	755,5 V	2,39 A
String 5	757,6 V	2,31 A
String 6	757,6 V	2,58 A

Pada hasil pengujian tabel 1. menunjukkan bahwa Tegangan dan Arus yang terukur menggunakan alat ukur adalah tegangan *open circuit* (*Voc*) dan arus *short circuit* sedangkan arus dan tegangan yang terukur pada monitoring IsolarCloud APP adalah tegangan *maximal power* dan arus *maximal power* (*Vmp* dan *Imp*) pada tabel 4.4 pengambilan data tiap-tiap string dengan monitoring aplikasi terdapat jedawaktu sekitar kurang lebih 10 menit, pada tegangan *Voc* dan *Vmp* string 1 terdapat perbedaan sebesar 137,2 V atau kenaikan pada *Voc* sebesar 18,6% kemudian pada string 2 terdapat perbedaan 135,3 V atau kenaikan pada *Voc* sebesar 18,3%, string 3 terdapat perbedaan 118,5 V atau kenaikan pada *Voc* sebesar 15,7%, string 4 terdapat perbedaan sebesar 117,5 V atau kenaikan pada *Voc* sebesar 15,5%, string 5 terdapat selisih 115,4 V atau kenaikan pada *Voc* sebesar 15,2%, string 6 terdapat selisih 115,4 V atau kenaikan pada *Voc* sebesar 15,2%. tegangan *open circuit* string 1 s/d string 6 terdapat perbedaan di mana *Voc* lebih besar dengan selisih rata-rata sekitar 123,2 V atau dengan kenaikan rata-rata *Voc* sebesar 16,4% terhadap *Vmp*. hal ini membuktikan bahwa $Voc > Vmp$. Sedangkan untuk arus *short circuit* string 1 s/d 6 terdapat perbedaan dengan selisih rata-rata sekitar 0,24 A atau $Isc > Imp$ sebesar sekitar 16,4%.

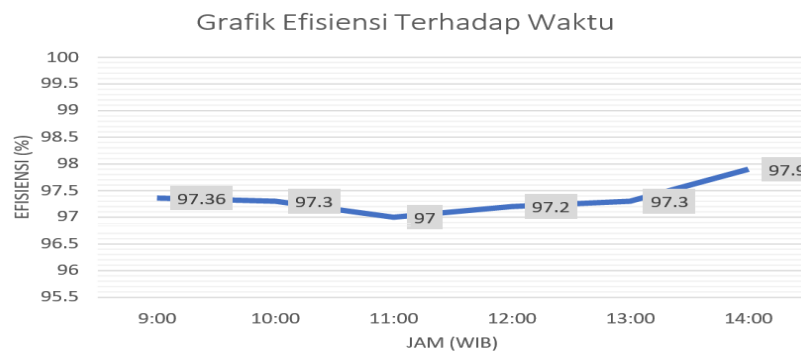
3.2. Analisis Efisiensi GTI

Efisiensi maksimal dari GTI adalah sebesar 98,7%. Berdasarkan hasil pengujian dengan rentang waktu mulai dari jam 09:00 s/d jam 14:00 WIB dengan beban yang bervariasi. Nilai efisiensi dihitung dengan hasil yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Analisis Efisiensi GTI.

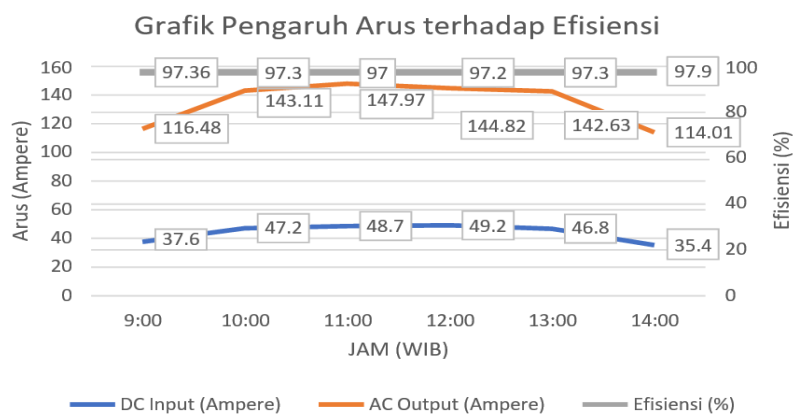
Jam 09:00			
	DC input (V.A)		AC output (V.A)
MPPT 1	$737,6 \text{ V} \times 12,4 \text{ A} = 9 146,2$	L1	$232,4 \text{ V} \times 38,88 \text{ A} = 9 036$
MPPT 2	$740,4 \text{ V} \times 12,7 \text{ A} = 9 403,1$	L2	$234,9 \text{ V} \times 38,63 \text{ A} = 9 074,2$
MPPT 3	$745,0 \text{ V} \times 12,5 \text{ A} = 9 312,5$	L3	$231,4 \text{ V} \times 38,97 \text{ A} = 9 017,6$
Total	27.861,82	Total	27.127,55
$\eta = (27 127,55)/(27 861,82) \times 100\% = 97,36\%$			
Jam 10:00			
	DC input (V.A)		AC output (V.A)
MPPT 1	$719,2 \text{ V} \times 15,4 \text{ A} = 11 076$	L1	$231,2 \text{ V} \times 47,77 \text{ A} = 11 044,4$
MPPT 2	$722,8 \text{ V} \times 15,9 \text{ A} = 11 492$	L2	$233,2 \text{ V} \times 47,45 \text{ A} = 11 065,5$
MPPT 3	$721,3 \text{ V} \times 15,9 \text{ A} = 11 569$	L3	$229,5 \text{ V} \times 47,89 \text{ A} = 10 990,7$
Total	34.037	Total	33.100,5
$\eta = (33.100,5)/(34.037) \times 100\% = 97,3\%$			
Jam 11:00			
	DC input (V.A)		AC output (V.A)
MPPT 1	$717,2 \text{ V} \times 16,0 \text{ A} = 11 475$	L1	$229,6 \text{ V} \times 49,39 \text{ A} = 11 340$
MPPT 2	$700,0 \text{ V} \times 16,6 \text{ A} = 11 620$	L2	$231,6 \text{ V} \times 49,07 \text{ A} = 11 364,6$
MPPT 3	$742,8 \text{ V} \times 16,1 \text{ A} = 11 960$	L3	$228,3 \text{ V} \times 49,51 \text{ A} = 11 303,1$
Total	35 054,3	Total	34 008
$\eta = (34.008)/(35 054,3) \times 100\% = 97\%$			

Jam 12:00					
DC input (V.A)			AC output (V.A)		
MPPT 1	713,3 V × 15,9 A = 11 341	L1	234,7 V × 48,35 A = 11 347,7		
MPPT 2	711,1 V × 16,7 A = 11 876	L2	237,3 V × 48,04 A = 11 400		
MPPT 3	720,8 V × 16,6 A = 11 965	L3	233,3 V × 48,43 A = 11 299		
Total	35 182,2	Total	34 064,44		
$\eta = (34\ 064,44)/(35\ 182,2) \times 100\% = 96,8\%$					
Jam 13:00					
DC input (V.A)			AC output (V.A)		
MPPT 1	723,7 V × 15,3 A = 11 072	L1	231,2 V × 47,61 A = 11 007,4		
MPPT 2	722,7 V × 15,8 A = 11 419	L2	233,4 V × 47,30 A = 11 040		
MPPT 3	729,1 V × 15,7 A = 11 448	L3	230,0 V × 47,72 A = 10 975,6		
Total	33 938,3	Total	33 023		
$\eta = (33.023)/(33.938,3) \times 100\% = 97,3\%$					
Jam 14:00					
DC input (V.A)			AC output (V.A)		
MPPT 1	749,3 V × 11,5 A = 8 617	L1	228,2 V × 38,04 A = 8 680,7		
MPPT 2	748,6 V × 12,1 A = 9 058	L2	230,8 V × 37,78 A = 8 719,6		
MPPT 3	756,8 V × 11,8 A = 8 930	L3	227,0 V × 38,19 A = 8 669,1		
Total	26 605,3	Total	26 070		
$\eta = (26.070)/(26.605,3) \times 100\% = 97,9\%$					



Gambar 7. Grafik Efisiensi Terhadap Waktu.

Hasil data pada gambar 7. diketahui bahwa efisiensi tertinggi terjadi pada pukul 14:00 WIB dengan nilai efisiensi sebesar 97,9%, sedangkan efisiensi terendah terjadi pada pukul 12:00 yaitu sebesar 96,8%, terjadi penurunan sebesar 0,06% dari pukul 09:00 ke pukul 10:00 WIB, setelahnya terjadi penurunan sebesar 0,3% dari pukul 10:00 ke pukul 11:00, kenaikan terjadi dari pukul 11:00 ke pukul 12:00 sebesar 0,2% dari 97% menjadi 97,2%, kemudian naik sebesar 0,1% pada jam 13:00 menjadi 97,3% dan naik sebesar 0,6% menjadi 97,9% pada pukul 14:00 WIB. Gambar 4.18 menunjukkan kurva pengaruh arus terhadap efisiensi.



Gambar 8. Grafik Pengaruh Arus Terhadap Efisiensi.

Pada gambar 8. terlihat bahwa baik arus input maupun output terlihat tidak stabil, arus input maksimum pada pengujian adalah sebesar 49,2 Ampere terjadi pada pukul 12.00 WIB dan output maksimum sebesar 147,97 Ampere terjadi pada pukul 11.00 WIB, sedangkan arus minimum terjadi pada pukul 14.00 WIB di mana arus input sebesar 35,4 Ampere dan output sebesar 114,01 Ampere di waktu yang sama. Dilihat pada gambar 8. dapat

disimpulkan bahwa arus memiliki pengaruh terhadap efisiensi, pada saat pukul 09.00 arus output terukur sebesar 116,48 Ampere dengan efisiensi sebesar 97,36%, satu jam kemudian arus output naik menjadi 143,11 Ampere dengan efisiensi 97,3% dan naik menjadi 147,97 Ampere pada satu jam berikutnya dengan efisiensi 97%, saat pukul 12.00 WIB terjadi penurunan sebesar 3,15 Ampere menjadi 144,82 Ampere dengan efisiensi sebesar 97,2% lalu satu jam kemudian turun menjadi 142,63 Ampere pada pukul 13.00 WIB dengan efisiensi 97,3% dan pada pukul 14.00 arus output turun menjadi 114,01 Ampere dengan efisiensi sebesar 97,6% dari grafik dan penjelasan yang telah disampaikan pada pengujian dapat disimpulkan bahwa kenaikan arus mempengaruhi efisiensi inverter, di mana saat arus naik maka efisiensi akan turun sebaliknya ketika arus turun maka efisiensi inverter akan naik.

3.3. Pengujian Fitur *Anti-Islanding* pada GTI

Anti-Islanding seperti yang telah diuraikan pada paragraph sebelumnya yang merupakan sebuah fitur yang sangat berguna bagi inverter jenis *on-grid* agar dapat memutuskan suplai daya listrik ke jaringan ketika GTI tidak mendeteksi tegangan pada jaringan utilitas. Kali ini penulis menguji fitur *anti-islanding* dengan GTI dalam keadaan sedang bekerja dalam artian memasok daya ke jaringan utilitas, pengujian dilakukan dengan cara memutuskan aliran arus yang terkoneksi ke beban pada panel kontrol.



Gambar 9. Panel Kontrol Output Inverter.

Pada gambar 9. terdapat 3 MCCB di mana saat melakukan pengujian fitur *anti-islanding* tersebut, MCCB yang terhubung ke jaringan diputus sambungannya, dengan cara menurunkan tuas MCCB tersebut, setelah itu GTI akan secara otomatis memutuskan suplai daya listrik walaupun input PV masih memproduksi Daya listrik. Dalam kondisi ini inverter akan tetap dalam kondisi *off* selama tidak mendeteksi tegangan atau frekuensi pada jaringan utilitas. Pada penunjukan ketika GTI sedang dalam kondisi *islanding* maka *led* pada bagian depan GTI akan berubah menjadi warna merah yang ketika normal adalah berwarna biru. Sedangkan pada tampilan IsolarCloud APP setelah terjadi *islanding* dimana akan ada *fault alarm* dengan notifikasi *grid power outage* atau yang artinya pemadaman jaringan utilitas, saat jaringan utilitas kembali bertegangan maka GTI akan secara otomatis kembali menyuplai daya listrik ke jaringan utilitas.



Gambar 10. GTI yang sedang dalam kondisi *Islanding*.

Pada gambar 10. terlihat bahwa LED notifikasi yang berada pada sisi depan inverter berwarna merah yang mengindikasikan bahwa sedang terjadi *fault* atau kegagalan yang mana GTI tidak mendeteksi tegangan ataupun frekuensi dari jaringan utilitas, sehingga GTI berhenti menyuplai daya ke jaringan.



Gambar 11. Tampilan dasar IsolarCloud APP ketika terjadi *Islanding*

Sedangkan tampilan pada aplikasi ditampilkan pada gambar 11. di mana ketika terjadi *islanding* tampilan awal aplikasi akan menampilkan *fault alarm* yang mengindikasikan bahwa GTI tidak mendeteksi tegangan di jaringan utilitas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian berdasar efisiensi di lapangan didapat Besar nilai efisiensi maksimal yang terukur dari hasil pengujian secara langsung yaitu 98,4% yang terjadi pada pengujian pada pukul 14:00 WIB, hasil tersebut berbeda dengan yang tertulis di manual book Inverter SUNGROW SG40CX di mana spesifikasi tertulis efisiensi maksimal sebesar 98,7%. Nilai efisiensi rata-rata dari hasil pengujian adalah sebesar 96,9%. Serta terbukti bahwa kenaikan arus berpengaruh terhadap nilai efisiensi tersebut, di mana ketika arus baik *output* maupun *input* naik maka efisiensi GTI akan turun. Pada pengukuran arus input menggunakan alat ukur dengan kurun waktu pukul 09:00 s/d 14:00 WIB, input arus short circuit (I_{sc}) lebih besar dari arus maximal power (I_{mp}) dengan nilai rata-rata sebesar $I_{sc} 16\% > I_{mp}$. Pada pengukuran tegangan input menggunakan alat ukur dengan kurun waktu pukul 09:00 s/d 14:00 WIB, tegangan open circuit (V_{oc}) lebih besar dari tegangan maximal power (V_{mp}) dengan nilai rata-rata sebesar $V_{oc} 21\% > V_{mp}$. Salah satu fitur GTI yaitu anti-*islanding*, yang terdapat pada inverter SUNGROW SG40CX saat pengujian terbukti efektif ketika dilakukan simulasi *islanding*, Inverter otomatis memutus suplai daya dengan selang waktu beberapa detik ketika tidak mendeteksi tegangan pada jaringan utilitas.

REFERENCES

- [1] Alfayet Umar, R., Adam, K. B., & Aprillia, B. S. (2021). PERANCANGAN INVERTER TENAGA SURYA ON GRID SATU FASA.
- [2] China Power Supply Society, IEEE Power Electronics Society, Institute of Electrical and Electronics Engineers. Nanjing Section, & Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2014). Anti-*islanding* Modeling of Grid-tied Inverters. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7037933>
- [3] Hidayat, F., & Krismadinata, K. (2019). Rancang Bangun VVVF Inverter 3 Fasa untuk Operasi Motor Induksi Tiga Fasa dengan Antarmuka Komputer. INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi, 19(2), 47–56. <https://doi.org/10.24036/invotek.v19i2.609>
- [4] Malik, A. (2018). ANALISIS RANGKAIAN INVERTER 12V DC-220V AC DENGAN SUMBER PANEL SURYA PADA BEBAN MOTOR LISTRIK SATU FASA.
- [5] Nahela, S. (2019). 357586-analisa-unjuk-kerja-grid-tied-inverter-t-f0d9b692. ISSN 1858-1463.
- [6] Narendiran, S., & School of Electrical Engineering, V. U. V. I. (2013). Grid Tie Inverter and MPPT-A Review.
- [7] Pribadi, A. (2021, December 14). Upaya Konkrit dan Terencana Capai Target Bauran 23% Di Tahun 2025. <https://Ebtke.Esdm.Go.Id/>.
- [8] Putu, G., Nyoman, I., Kumara, S., & Setiawan, N. (2020). Grid Tie Inverter Untuk PLTS Atap Di Indonesia: Review Standar Dan Inverter Yang Compliance Di Pasar Domestik UNJUK KERJA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ROOFTOP 158 KWP PADA KANTOR GUBERNUR BALI View project
- [9] Photovoltaics View project. <https://www.researchgate.net/publication/343537853>
- [10] Sampeallo, A. S., Galla, W. F., & Mbakurawang, F. (2021). ANALISIS KINERJA PLTS 25 KWP DI GEDUNG LABORATORIUM RISET TERPADU LAHAN KERING KEPULAUAN UNDANA TERHADAP VARIASI
- [11] BEBAN. Jurnal Media Elektro |, VII(1).
- [12] Sungrow. (2019a). SUNGROW SG40CX Manual Book. <https://en.sungrowpower.com/>
- [13] Sungrow. (2019b). SUNGROW SG40CX Spesification.
- [14] Telkom University. (2021). Macam-macam Komponen Elektronika.
- [15] <https://Fit.Labs.Telkomuniversity.Ac.Id/>.
- [16] Fernandez, A. B. (2018). DETEKSI ISLANDING PADA PHOTOVOLTAIC TERHUBUNG GRID BERBASIS TRANSFORMASI WAVELET.

- [17] Wijaya, R. (2012). UNIVERSITAS INDONESIA ANALISIS KARAKTERISTIK GRID-TIE INVERTER SKRIPSI RONY WIJAYA 0606029473 FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO DEPOK JUNI 2012.
- [18] Yasin, M., Samman, F. A., & Sadjad, R. S. (2017). Desain dan Analisis Inverter Tiga Fasa untuk Aplikasi Sistem PLTS Terhubung Grid PLN sebagai Referensi. In *Jurnal Penelitian Enjiniring* (Vol. 21, Issue 02). Fakultas Teknik