

## ANALISA KUALITAS DAYA LISTRIK BERTENAGA SURYA DI GEDUNG FAKULTAS TEKNIK POLITEKNIK NEGERI PADANG

<sup>1</sup>Muhamad Aidil, <sup>2</sup>Rismen Sinambela

Program Pascasarjana Universitas Kristen Indonesia  
[aidil0830@gmail.com](mailto:aidil0830@gmail.com), [rismen.sinambela@uki.ac.id](mailto:rismen.sinambela@uki.ac.id)

### Article History

Received: 10 June

Revised: 19 June

Published: 24 June

### Key Words:

MATLAB/Simulink,  
LC filter, PLTS,  
Inverter

**Abstract:** A Solar Power Plant (PLTS) used solar energy that utilized by using a device capable of receiving and converting it into electrical energy. The electric power system is required to produce quality electrical power, especially to supply an important and sensitive load. This study discusses the power quality based on the harmonic wave on the inverter. From the analysis results, a single-phase inverter can be input voltage 24VDC, output 230 V AC frequency 50 Hz which causes 44.58% harmonics in current and voltage. The results of the calculation using an LC filter with an R value of 98.44  $\Omega$ , L of 0.154 H and C of 1.289 to convert a square wave inverter to a sine using the MATLAB/Simulink application. The total current harmonic distortion (THDi) before using the filter was 42.60 %, the total current harmonic distortion (THDi) was 41.92%. The value of the total harmonic distortion (THD) after using the LC filter decreased to the value of the total harmonic distortion voltage (THDv) 32.50 % and (THDi) 32.59 %. From the results obtained on the use of the GS Maintenance 12V 85Ah battery it lasts for 90 minute.

### Kata Kunci:

MATLAB/simulink,  
filter LC, PLTS,  
Inverter

**Abstrack:** Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) memanfaatkan energi matahari dengan menggunakan alat yang mampu menerima dan mengkonversikannya menjadi energi listrik. Sistem tenaga listrik dituntut menghasilkan daya listrik yang berkualitas, terutama untuk menyuplai suatu beban yang penting dan sensitif. Pada penelitian ini membahas mengenai kualitas daya berdasarkan gelombang harmonisa pada inverter. Dari hasil analisa di dapat Invertersatu fasa tegangan input 24 VDC, output 230 VAC frekuensi 50 Hz Yang menimbulkan harmonisa sebesar 44,58 % pada arus dan tegangan. Hasil perhitungan menggunakan filter LC dengan nilai R sebesar 98,44  $\Omega$ , L sebesar 0,154 H dan C sebesar 1,289  $\mu$ F untuk merubah inverter gelombang persegi menjadi sinus menggunakan aplikasi MATLAB/Simulink. Total Harmonic Distorsion arus (THDi) sebelum menggunakan filter sebesar 42,60 %, Total Harmonic Distorsion arus (THDi) sebesar 41,92%. Nilai total harmonic distorsion (THD) setelah menggunakan filter LC turun pada nilai total harmonic distorsion tegangan (THDv) 32,50 % dan THDi 32,59 %. dari hasil yang di dapat pada pemakaian baterai GS Maintenance 12 V 85 Ah tahan selama 90 menit.

### Pendahuluan

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang diterapkan adalah sistem pembangkit listrik yang tidak terhubung dengan jaringan atau yang disebut PLTS Off-Grid. Dengan sistem pengaturan yang baik PLTS ini dapat digunakan sebagai pembangkit listrik yang handal. Dalam pemanfaatan PLTS sebagai pembangkit tenaga listrik cadangan, daya yang dihasilkan panel surya tidak stabil, mengkhawatirkan kualitas daya listrik yang dihasilkan PLTS tidak baik, hal ini tergantung pada intensitas sinar matahari yang diterima oleh panel surya [1], [2]. Dan terdapat pula inverter yang dapat mengubah sumber DC menjadi AC begitu juga sebaliknya, yang dikhawatirkan dapat menimbulkan harmonisa, karena dalam inverter terdapat komponen-komponen non-linier yang dapat mengakibatkan buruknya kualitas daya listrik yang dihasilkan [3], [4]. Penelitian analisis kualitas daya listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sistem off-grid menggunakan peralatan Fotovoltaic yang mengalirkan daya DC ke pada Solar Charge Controller (SCC). SCC mengalirkan daya DC ke baterai, daya DC lalu mengalir ke inverter dan mengubah arus daya DC menjadi



AC yang dapat dimanfaatkan pada beban seperti lampu pijar. Untuk itu penulis melakukan analisis PLTS sistem Off-Grid yang dilakukan pada gedung fakultas teknik Politeknik Negeri Padang.

### Metode Penelitian

Lokasi penelitian berada di Politeknik Negeri Padang yang merupakan sebuah perguruan tinggi vokasi negeri yang terdapat di Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia. Lokasi tepatnya adalah di Jl. Kampus, Limau Manis, Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25164. Metode yang dilakukan yaitu melakukan pengamatan PLTS secara langsung ke lapangan dan melakukan pengambilan data di Pembangkit Listrik Tenaga Fakultas Politeknik Negeri Padang dengan menggunakan alat ukur HIOKI PW3360 (digunakan untuk mengukur harmonik arus dan tegangan). Di dapat data pengamatan pengisian baterai, lama waktu pemanfaatan daya pada baterai dan dapat dilihat juga arus dan tegangan saat waktu pemanfaatan daya pada baterai.

Tabel 1. Pengamatan pemanfaatan baterai GS Maintenance N70Z 12V 85Ah (2 buah terhubung seri)

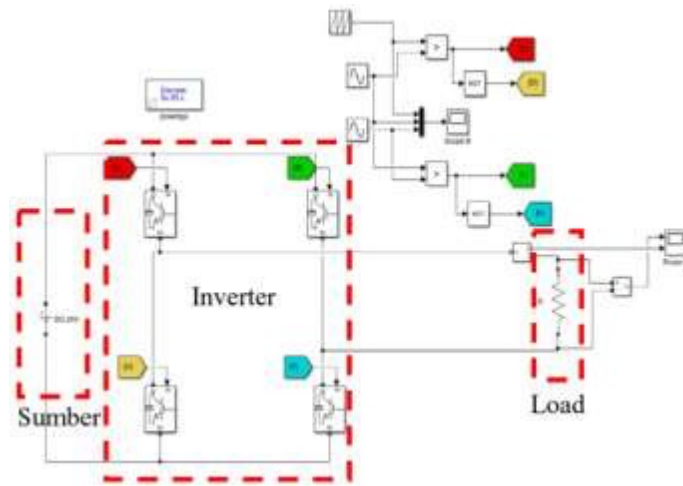
Waktu	Lampu pijar		Beban (Watt)
	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	
00.00	160,49	0,43	100
00.05	223,05	1,60	300
00.10	220,34	2,11	500
00.15	219,99	2,11	500
00.20	219,55	2,10	500
00.25	219,12	2,10	500
00.30	218,63	2,10	500
00.35	218,10	2,10	500
00.40	217,57	2,09	500
00.45	217,04	2,09	500
00.50	216,50	2,08	500
00.55	214,86	2,08	500
01.00	202,84	2,01	500
01.05	214,88	2,01	500
01.10	214,20	2,08	500
01.15	213,45	2,08	500
01.20	212,61	2,07	500
01.25	212,61	2,07	500
01.30	211,32	2,06	500

Tabel 2. Pengamatan pengukuran *Power Analyzery* HIOKI PW3360

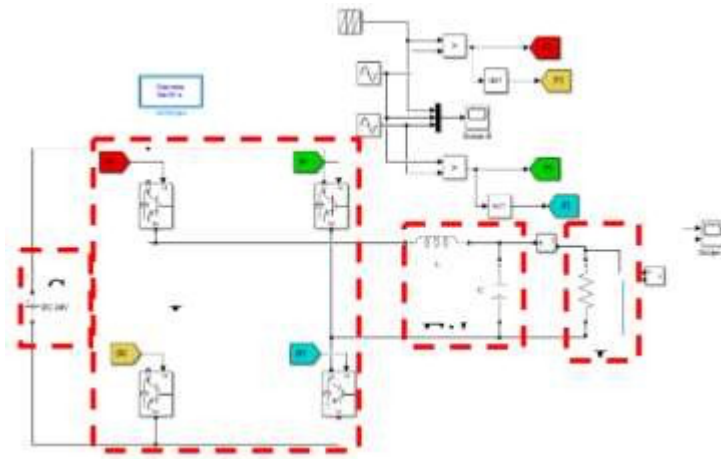
Hasil Data Pengukuran Inverter 24VDC-230VAC Dengan Beban 500Watt		
Parameter	Satuan	Nilai
S ( <i>Apparent Power</i> )	VA	466
P ( <i>Active Power</i> )	Watt	465
Q ( <i>Reaktif Power</i> )	VAR	0,18
PF ( <i>Power faktor</i> )	-	0,97
THDv	%	44,58
THDi	%	44,58
Frekuensi	Hz	50
V ( <i>Phasa Voltage</i> )	Volt	213,44
I ( <i>Phase Current</i> )	Ampere	2,11

Tabel 3. Harmonisa ke 1-15 Tegangan dan Arus

Harmonisa (ke 1-15)	Tegangan (Volt)	Tegangan (%)	Arus (Ampere)	Arus (%)
1	30,52	100,00	0,32	100,00
2	0,72	2,36	0,01	2,36
3	10,07	32,98	0,10	32,98
4	0,72	2,35	0,01	2,35
5	5,91	19,38	0,06	19,38
6	0,71	2,33	0,01	2,33
7	4,09	13,40	0,04	13,40
8	0,70	2,31	0,01	2,31
9	3,05	9,99	0,03	9,99
10	0,69	2,28	0,01	2,28
11	2,36	7,74	0,02	7,74
12	0,68	2,24	0,01	2,24
13	1,87	6,13	0,02	6,13
14	0,67	2,20	0,01	2,20
15	1,50	4,92	0,02	4,92



Gambar 6. Rangkaian Inverter Satu Fasa sebelum di filter



Gambar 7. Rangkaian Inverter Satu Fasa Menggunakan Filter LC

## Hasil dan Pembahasan

Dengan menggunakan hasil pada tabel 1-3 dapat dilakukan perhitungan THDv dan THDi menggunakan persamaan (2) dan (3):

$$THD_v = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} (V_h)^2}}{V_1}$$

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} (I_h)^2}}{I_1}$$

$$THD_v = \frac{1}{V_1} \sqrt{v_2^2 + v_3^2 + v_4^2 + v_5^2 + v_6^2 + v_7^2 + \dots + v_{15}^2}$$

$$THD_v = \frac{1}{30,52} \sqrt{(0,72)^2 + (10,07)^2 + (0,72)^2 + (5,91)^2 + (0,71)^2 + (4,09)^2}$$

$$\sqrt{(0,70)^2 + (3,05)^2 + (0,69)^2 + (2,36)^2 + (0,68)^2 + (1,87)^2}$$

$$\sqrt{(0,67)^2 + (1,50)^2}$$

$$THD_v = \frac{1}{30,52} \sqrt{13,308} \times 100\%$$

$$THD_v = 0,436$$

$$THD_v = 43,60\%$$

Nilai perhitungan THDv pada pengamatan rangkaian inverter satu fase sebesar 43,60%

$$THD_I = \frac{1}{I_1} \sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + I_5^2 + I_6^2 + I_7^2 + \dots + I_{15}^2}$$

$$THD_I = \frac{1}{I_1} \sqrt{(0,01)^2 + (0,1)^2 + (0,01)^2 + (0,06)^2 + (0,01)^2 + (0,04)^2}$$

$$\sqrt{(0,01)^2 + (0,03)^2 + (0,01)^2 + (0,02)^2 + (0,01)^2 + (0,02)^2}$$

$$\sqrt{(0,01)^2 + (0,02)^2}$$

$$THD_I = \frac{1}{0,32} \sqrt{0,612} \times 100\%$$

$$THD_I = 0,419 = 41,92\%$$

Nilai perhitungan THDi pada pengamatan rangkaian inverter satu fase sebesar 41,92%, seperti Tabel 4

Tabel 4 Hasil Pengamatan dan Perhitungan

Parameter	Hasil pengamatan	Hasil perhitungan
THDv (%)	44,58	42,60
THDi (%)	44,58	41,92

Selanjutnya dalam menghitung arus beban pada lampu pijar dengan daya 465 Watt pada tabel 2.3 yaitu menggunakan persamaan:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{465}{213,62} = 2,17 \text{ A}$$

$$R = \frac{213,62}{2,17} = 98,44 \Omega$$

Di dapat nilai dari 465 Watt dari pengukuran yang di ubah menjadi satuan 98,44Ω di terapkan pada rangkaian simulasi Matlab.maka arus yang mengalir sebesar.

$$I_{out} = \frac{24V}{98,44} = 0,243 \text{ A}$$

Sehingga arus DC mengalir 0,243A darisumber tegangan 24V.

$$p_{out} = 24 \times 0,243 = 5,832 \text{ Watt}$$

Nilai L menggunakan persamaan (1.4)

$$\Delta I_L = 20\% \text{ dari arus}$$

$$\Delta I_L = 20\% \times 0,243 \text{ A} = 0,0486 \text{ A}$$

$$\Delta I_{Lmax} = \frac{V_{dc}}{4 \times L \times F_{sw}}$$

$$L = \frac{V_{dc}}{4 \times \Delta I_{Lmax} \times F_{sw}}$$

$$L = \frac{24}{4 \times 0,0486 \times 800}$$

$$L = 0,154 \text{ H}$$

$$F_c = \frac{1}{2 \times \pi \times \sqrt{LC}}$$

$$F_c \leq \frac{F_{sw}}{10}$$

$$C = \left( \frac{10}{2 \times \pi \times \sqrt{2} \times 800} \right)^2 \times \frac{1}{L}$$

$$C = \left( \frac{10}{2 \times \pi \times \sqrt{2} \times 800} \right)^2 \times \frac{1}{0,154}$$

$$C = 1,286 \mu F$$

Dari hasil perhitungan di atas maka Nilai Filter LC dapat di lihat pada tabel 4.2.

Tabel 3.2 Nilai Filter LC

<b>L</b>	<b>C</b>	<b>R</b>
0,154 <i>H</i>	1,286 $\mu$ <i>F</i>	98,44 $\Omega$

Rangkaian inverter satu fasa menggunakan filter LC dengan nilai pemfilteran pada tabel 3.2 Maka dapat di lihat pada Block Power GUI (pada FFT), Hasil Gelombang tegangan Inverter Menggunakan Filter LC dapat dilihat pada gambar 12 . Hasil setelah di filter dapat dilihat pada Tabel 5

Table 5 Hasil Perhitungan THDv &amp; THDi

Sebelum di <i>filter</i>	Satuan(%)	Setelah di <i>filter</i>	Satuan(%)
THDv	42,60	THDv	32,50
THDi	41,92	THDi	33,59

Pada tabel 5 terlihat berkurangnya *total harmonic distorsion* (THD) pada tegangan dan arus. Kurangnya tegangan dan arus karena adanya penambahan komponen pada rangkaian *inverter* satu fasa yang mengubah gelombang kotak menjadi sinus agar dapat di manfaatkan pada peralatan listrik lainnya seperti laptop, motor listrik dan lainnya. Inverter gelombang sinus tidak mudah merusak komponen peralatan elektronik.

## Kesimpulan

Dalam penelitian ini disimpulkan Hasil *Total Harmonic Distorsion* arus (THDi) sebelum menggunakan *filter* sebesar 42,60 %, *Total Harmonic Distorsion* arus (THDi) sebesar 41,92 %. Nilai *Total Harmonic Distorsion* (THD) setelah menggunakan filter LC turun pada nilai *Total Harmonic Distorsion* tegangan (THDv) 32,50 % dan *Total Harmonic Distorsion* arus (THDi) 32,59 %. Dimana pemfilteran di lakukan hanya untuk merubah gelombang menjadi sinus, menurunkan nilai persentasi *Total Harmonic Distorsion* (THD). Di dapatkan nilai beban R, pada *filter* LC dari rangkaian *inverter* satu fasa menggunakan aplikasi MATLAB/*Simulink*, nilai R sebesar 98,44  $\Omega$ , L sebesar 0,154 *H* dan C sebesar 1,286  $\mu F$  maka *inverter* gelombang persegi menjadi sinus supaya *inverter* dapat di manfaatkan pada komponen peralatan elektronik lain.

Hasil pemanfaatan baterai GS *Maintenance* 12 V 85 Ah tahan selama 90 menit dengan tegangan pada baterai 13,8 VDC pada beban 500 Watt sampai tegangan yang ada di baterai 12,8 V dan pada baterai GS *Hybrid* 12 V 75 Ah kapasitas hanya dapat di manfaatkan selama 10 menit pada tegangan baterai 13,8

V. Sementara untuk tindak lanjut dari penelitian ini disarankan untuk PLTS lebih efek menggunakan baterai yang sesuai untuk pembangkit listrik tenaga surya seperti batrai VRLA dalam menyimpan daya yang di serap oleh PV. Sedangkan *inverter* lebih baik menggunakan *inverter* tegangan input 24 VDC dengan keluaran 220-230 VAC gelombang sinus. Agar peralatan listrik dapat bekerja lebih baik dan juga lebih memperlama waktu kerusakan pada komponen. Di sarankan nilai THD di buat sesuai standar IEEE 519-2014. Dimana jika THD sudah sesuai oleh standar IEEE 519- 2014 maka dapat di manfaatkan oleh peralatan elektronik.

## Referensi

- [1] H. Eteruddin, D. Setiawan, and A. Atmam, "Web Based Raspberry Monitoring System Solar Energy Power Plant," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 469, no. 1, 2020.
- [2] H. Eteruddin, D. Setiawan, and Y. Z. Arief, "Effects of The Temperature on The Output Voltage of Mono- Crystalline and Poly-Crystalline Solar Panels," *Sinergi*, vol. 24, no. 1, pp. 73–80, 2020.
- [3] "Larosa, M. Nur Qosim, and P. Pawenary, "Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off- Grid Pada Gedung Arsip Dan Perpustakaan Daerah Kabupaten Aceh Barat," Doctoral Dissertation, Institut Teknologi PLN, 2020.
- [4] A. W. Hasanah, T. Koerniawan, and Y. Yuliansyah, "Kajian Kualitas Daya Listrik PLTS Sistem Off-Grid Di STT-PLN," *Energi & Kelistrikan*, vol. 10, no. 2, pp. 93–101, 2019.
- [5] D. F. Alifyanti and J. M. Tambunan, "Pengaturan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1000 WATT," *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 79–95, 2018.
- [6] R. Hutahaean, "Studi Perencanaan Pembangkit Tenaga Surya Pada Komplek Perumahan Royal Gardenia Medan," Tugas Akhir, Universitas Sumatera Utara, Medan., 2018.
- [7] Eteruddin, D. Setiawan, Atmam, and B. Nasution, "Solar home system with diversified roofing construction," *Universal Journal of Electrical and Electronic Engineering*, vol. 6, no. 5, pp. 351–358, 2019.
- [9] Eteruddin, J. Sitompul, and M. P. Halilintar, "Analisis Dan Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Kebutuhan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia" *dengarElementer*, vol. 8, no. 1, pp. 32–42, 2022.
- [10] Sitompul, and M. P. Halilintar,., T. Rihayat., and S. Riskina, *Teknologi Photovoltaic*. Banda Aceh: Yayasan Puga Aceh Riset, 2019.
- [11] D. A. Pratama and I. H. Siregar, "Uji Kinerja Panel Surya Polycrystallin 100WP," *JPTM*, vol. 6, no. 3, pp. 79– 85, 2018.
- [12] Y. A. Sinaga, A. S. Samosir, and A. Haris, "Rancang Bangun Inverter 1 Phasa dengan Kontrol Pembangkit Pulse Width Modulation ( PWM )," *Electrician*, vol. 11, no. 2, pp. 81–90