

## Analisa Kualitas Daya Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off Grid Pada Gedung Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning

Julfadli Syaputra Siregar<sup>1</sup>, Hamzah Eteruddin<sup>2</sup>, Monice<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning  
Jl. Yos Sudarso km. 08 Rumbai, Pekanbaru

E-mail: [julfadlissiregar@gmail.com](mailto:julfadlissiregar@gmail.com)<sup>1</sup>, [hamzah@unilak.ac.id](mailto:hamzah@unilak.ac.id)<sup>2</sup>, [monice@unilak.ac.id](mailto:monice@unilak.ac.id)<sup>3</sup>

Submitted : 15 Maret 2022

Accepted: 26 Juni 2022

DOI: 10.31849/sainetin.v6i2.9624

### Abstrak

Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan menggunakan alat yang mampu menerima dan mengkonversikannya menjadi energi listrik pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). 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 Inverter satu 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  $\mu\text{F}$  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.

**Kata Kunci**— PLTS, Inverter, MATLAB/simulink, THD, *filter* LC

### Abstract

*Solar energy can be utilized by using a device capable of receiving and converting it into electrical energy in a Solar Power Plant (PLTS). 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 24 VDC, output 230 VAC 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 minutes.*

**Keywords:** PLTS, Inverter, MATLAB/simulink, THD, LC filter

### 1. 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 di manfaatkan pada beban seperti lampu pijar. Untuk itu penulis melakukan analisis PLTS sistem *Off-Grid* yang dilakukan pada gedung fakultas teknik universitas lancang kuning. Menganalisis harmonisa pada inverter Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

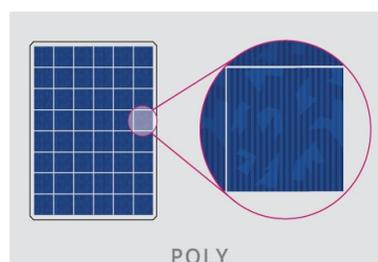
## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang menggunakan cahaya matahari, dengan mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS dapat langsung digunakan untuk mencatu beban, atau disimpan terlebih dahulu dalam sebuah baterai. PLTS ini menghasilkan tegangan *Direct Current (DC)* yang dapat diubah menjadi tegangan *Alternating Current (AC)*. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mengubah sumber energi cahaya pada Modul Sel Surya yang menjadi komponen utama dalam mengoperasikan pembangkit. Hasil keluaran dari modul sel surya ini sudah berbentuk energi listrik DC yang selanjutnya akan dikonversikan menjadi energi listrik AC dengan menggunakan alat yang dinamakan *Inverter* [5].

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya matahari menjadi listrik. Matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel *photovoltaic*. Sel surya atau sel *photovoltaic* bergantung pada efek *photovoltaic* untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan. Panel surya merupakan alat yang sangat penting dalam pembangkit listrik tenaga surya, yang berfungsi

untuk mengubah energi surya (Matahari) menjadi energi listrik. Dalam sebuah panel surya ini ada sel surya yang mempunyai peranan penting dalam panel surya untuk memaksimalkan cahaya matahari [6]–[8].

Modul jenis *polycrystalline* adalah modul surya yang memiliki susunan kristal secara beracak. Panel ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan *monocrystalline* agar daya listrik dihasilkan bisa sama sebagaimana terlihat pada Gambar 1. Panel surya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan jenis *monocrystalline*, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah. Kelebihan panel ini dapat menghasilkan listrik kondisi cuaca berawan hal dikarenakan kemurnian silikon yang rendah. Effisiensi sel surya pada jenis *polycrystalline* sebesar 12 % [9], [10].



Gambar 1. Sel *Polycrystalline*

*Solar Charge Controller* (SCC) merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mengatur besar arus AC yang masuk ke baterai dan arus dari baterai hingga sampai ke beban. Penggunaan SCC bertujuan mencegah baterai menjadi *overcharge* dan kelebihan tegangan dari modul surya. SCC memiliki teknologi *Pulse Width Modulation (PWM)* dan *Maximum Power Point Tracker (MPPT)* untuk mengatur fungsi pengisian pada baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban sebagaimana terlihat pada Gambar 2. Umumnya modul surya 12 Volt tegangan outputnya sebesar 16–21 Volt. Jadi, jika tidak memakai SCC, baterai bisa rusak karena terjadinya *overcharging* dan ketidakstabilan tegangan. Baterai *di-charge* pada tegangan 14-14,7 Volt, *Solar Charge Controller* (SCC) [3].

Adapun fungsi detail *Solar Charge Controller* (SCC) yaitu :

- a. Untuk mengatur arus masuk pada pengisian baterai, serta mencegah *Overcharging* dan *Overvoltage*.

- b. Mengatur arus output atau input dari baterai agar baterai tidak di isi secara berlebihan, dan *Overloading*.
- c. Monitoring temperatur baterai.



Gambar 2. Solar Charge Controller (SCC)

Baterai yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga surya mengalami proses siklus pengisian atau *charging* dan pengosongan atau *discharging* tergantung pada ada atau tidaknya sinar Matahari. Selama ada sinar Matahari maka panel surya akan menghasilkan energi listrik. Apabila energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya melebihi kebutuhan energi listrik maka akan disimpan dalam baterai. Sebaliknya, saat kebutuhan energi listrik melebihi dari energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya maka cadangan energi dari baterai dapat diberikan untuk memenuhi kekurangan energi listrik [6].

$$N \text{ (Ah)} = I \text{ (ampere)} \times t \text{ (hours)} \quad (1)$$

Dimana:

N = kapasitas baterai aki

I = kuat arus (Amp)

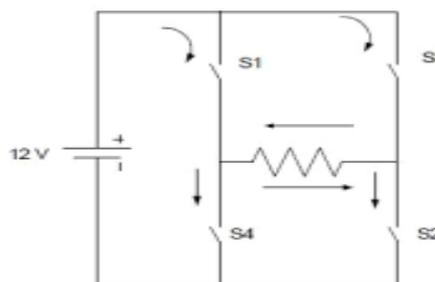
t = waktu (jam/second)

*Inverter* adalah komponen elektronika pendukung panel *photovoltaic* untuk mengubah arus searah *Direct Current* (DC) menjadi arus bolak balik *Alternating Current* (AC) yang biasanya digunakan pada listrik rumah. Pemilihan *inverter* yang tepat untuk aplikasi tertentu tergantung kepada kebutuhan beban dan juga kepada sistem itu sendiri, apakah sistem yang terhubung ke jaringan listrik (*grid connected*) atau sistem yang berdiri sendiri dengan menggunakan baterai (*stand alone system*). Efisiensi *inverter* pada saat pengoperasian adalah sekitar 90%. beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan *inverter* [6].

Harus diusahakan memilih *inverter* yang beban kerjanya mendekati dengan beban yang kita butuhkan agar efisiensi kerjanya maksimal.

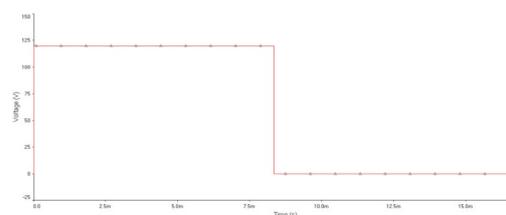
- a. *Input Direct Current* (DC) 12 Volt atau 24 Volt.
- b. Gelombang *output Alternating Current* (AC).

Prinsip kerja dari *inverter* dapat dijelaskan pada gambar 3 dengan menggunakan 4 saklar sebagaimana terlihat pada Gambar 3. Bila sakelar S1 dan S2 dalam kondisi *on* maka akan mengalir aliran arus *Direct Current* (DC) ke beban R dari arah kiri ke kanan, jika yang hidup adalah sakelar S3 dan S4 maka akan mengalir aliran arus *Direct Current* (DC) ke beban R dari arah kanan ke kiri. *Inverter* biasanya menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa *Pulse Width Modulation* (PWM) dalam proses konversi tegangan *Direct Current* (DC) menjadi tegangan *Alternating Current* (AC) [11].



Gambar 3. Prinsip kerja *inverter*

*Inverter* gelombang persegi (*Square Wave*) adalah *inverter* yang mempunyai *output* gelombang berbentuk persegi, seperti Gambar 4. Pada umumnya *inverter* ini tidak bisa di gunakan pada alat elektronika rumah tangga karena outputnya bukan berupa gelombang sinus sementara hampir semua peralatan elektronika membutuhkan gelombang sinus atau sinus modifikasi. bentuk *output* gelombang ini berbentuk persegi [12].



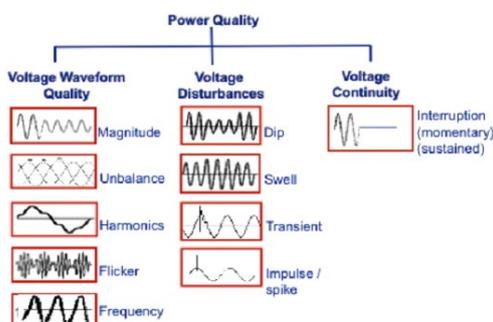
Gambar 4. Gelombang Persegi

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid* merupakan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang tidak terhubung dengan jaringan. Sistem ini berdiri sendiri, sering disebut dengan *stand-alone system*. Sistem ini biasanya merupakan sistem dengan pola pemasangan tersebar (*distributed*) dan dengan kapasitas pembangkitan skala kecil. Untuk sistem ini biasanya dilengkapi dengan *storage* tenaga listrik dengan media penyimpanan baterai. Diharapkan baterai mampu menjamin ketersediaan pasokan listrik untuk beban listrik saat kondisi cuaca mendung dan kondisi malam hari. Berdasarkan aplikasinya sistem ini dibagi menjadi dua yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid domestic* dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *off-grid non domestic*, Diagram System PLTS *Off-Grid*, Gambar 5 [4].



Gambar 5. Diagram System PLTS *Off-Grid*

Sistem tenaga listrik dituntut menghasilkan daya listrik yang berkualitas, terutama untuk menyuplai suatu beban yang penting dan sensitif. Masalah kualitas daya listrik meliputi setiap masalah yang berhubungan dengan tegangan, arus atau deviasi frekuensi yang menyebabkan kegagalan atau kesalahan pengoperasian pada peralatan listrik yang digunakan Gambar 6 [4], [13].



Gambar 6. Power Quality

Jenis gangguan kualitas daya tersebut antara lain adalah: *steady state*, *transient*, osilator, interupsi, *sag/undervoltage*, *swell* atau

*overvoltage*, DC *offset*, harmonisa, interharmonisa, *noise*, fluktuasi tegangan, dan variasi frekuensi. Kualitas daya listrik ini sangat terkait dengan tegangan suplai. Naik turunnya tegangan pada batas-batas tertentu mengakibatkan terjadinya kerusakan pada peralatan produksi ataupun hasil produksi. Untuk itu perlu dilakukan berbagai upaya guna menjaga atau memperbaiki kualitas daya listrik [4].

Faktor distorsi menggambarkan tingkat gangguan harmonik pada jaringan listrik. Ada beberapa pengukuran yang umum digunakan, salah satu yang paling umum adalah Total Harmonic Distortion (THD) yang akan digunakan dalam penelitian ini, untuk tegangan ataupun arusnya [4].

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

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} (I_h)^2}}{I_1} \quad (3)$$

Dimana:

THD = Total Harmonic Distortion

h = Nilai dari arus atau tegangan dari komponen harmonik ke-h

1 = Nilai dari arus atau tegangan dari frekuensi dasar

Tujuan filter harmonisa adalah mengurangi *amplitude* satu frekuensi dari sebuah tegangan dan arus. penambahan filter harmonisa pada suatu *system* tenaga listrik yang mengandung sumber harmonisa. Maka penyebaran harmonisa keseluruhan arus harmonisa keluaran keseluruhan jaringan di tekan sekecil mungkin [14].

Oleh karena itu *passive LC filter* terdiri sebuah rangkaian yang terhubung *parallel* pada komponen-komponen pasif yaitu *inductor* dan kapasitor (Wakileh, 2001). Langkah-langkah yang harus di lakukan dalam pembuatan *LC filter* adalah sebagai berikut [14]:

Menghitung nilai induktok ( L )

$$\Delta I_l = 20\% \text{ dari Arus}$$

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

Dimana :

$V_{dc}$  = Daya pada input (Volt)

$F_{sw}$  = Frekuensi swiching (Hz )

I = Arus yang mengalir pada beban (A)

L = Induktansi (H)

Menghitung nilai impedansi ( C )

$$F_c = \frac{1}{2 \times \pi \times \sqrt{LC}} \quad (5)$$

Dimana :

- L = Induktansi (H)
- F<sub>c</sub> = Frekuensi ( Hz )

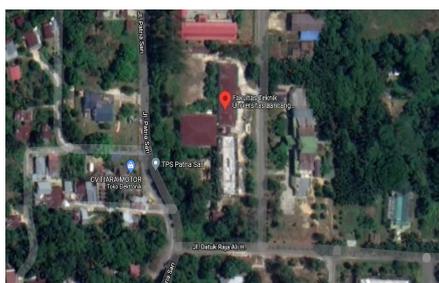
*Matrix Laboratory (Matlab)* merupakan bahasa canggih untuk komputasi teknik. *Matlab* merupakan integrasi dari komputasi, visualisasi dan pemrograman dalam suatu lingkungan yang mudah digunakan, karena permasalahan dan pemecahannya dinyatakan dalam notasi matematika biasa. Kegunaan *Matlab* secara umum adalah untuk [15].

- a. Matematika dan komputasi
- b. Pengembangan dan algoritma
- c. Pemodelan, simulasi dan pembuatan *proto type*
- d. Analisa data, eksplorasi dan visualisasi
- e. Pembuatan aplikasi termasuk pembuatan *Graphical user interface*

*Matlab* adalah sistem interaktif dengan elemen dasar *array* yang merupakan basis datanya. *Array* tersebut tidak perlu dinyatakan khusus seperti di bahasa pemrograman yang ada sekarang. Hal ini memungkinkan untuk memecahkan banyak masalah perhitungan teknik, khususnya yang melibatkan matriks dan vektor dengan waktu yang lebih singkat dari waktu yang dibutuhkan untuk menulis program dalam bahasa C atau Fortan [15].

### 3. METODE PENELITIAN

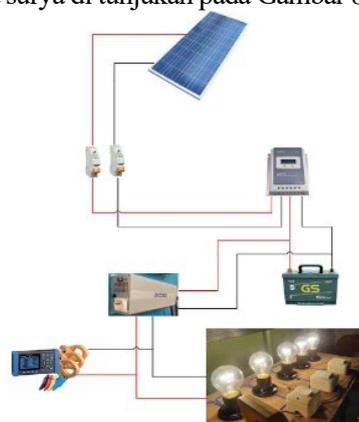
Universitas Lancang Kuning adalah satu perguruan tinggi yang berada di kota Pekanbaru, Provinsi Riau, Indonesia, dengan lokasi terlihat pada Gambar 7. Universitas Lancang Kuning ini didirikan oleh yayasan Raja Ali pada tanggal 9 Juni 1982 berdasarkan surat keputusan yayasan Raja Ali Haji No. 001/KEP-Yasrah/ 82. Pada saat ini yang menjabat sebagai rektor Universitas Lancang Kuning adalah Dr. Junaidi [16].



Gambar 7. Lokasi Universitas Lancang Kuning

Universitas Lancang Kuning merupakan Universitas yang memiliki peringkat ke- 4 di Provinsi Riau, dan memiliki peringkat ke- 191 di seluruh Indonesia. Hal ini membuat Universitas Lancang Kuning akan terus berkembang sampai Universitas Lancang Kuning unggul pada tahun 2030 serta menjadi pilihan utama bagi masyarakat daerah Riau [16].

Metode yang dilakukan yaitu melakukan pengamatan PLTS secara langsung ke lapangan dan melakukan pengambilan data di Pembangkit Listrik Tenaga Surya sistem Off Grid di Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning dengan menggunakan alat ukur HIOKI PW3360 (digunakan untuk mengukur harmonik arus dan tegangan). Adapun sistem pembangkit listrik tenaga surya di tunjukan pada Gambar 8.



Gambar 8. Blok Diagram Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid

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, seperti Tabel 1-3.

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	2,09	500
00.55	214,86	2,08	500
01.00	202,84	2,08	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

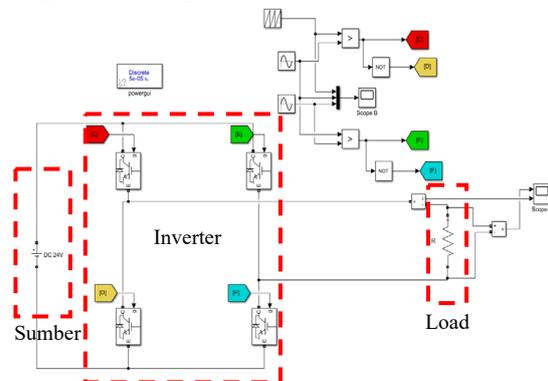
Hasil Data Pengukuran Inverter 24VDC-230VAC Dengan Beban 500Watt		
Parameter	Satuan	Nilai
S (Apparent Power)	VA	466
P (Active Power)	Watt	465
Q (Reaktif Power)	VAR	0,18
PF (Power faktor)	-	0,97
THDv	%	44,58
THDi	%	44,58
Frekuensi	Hz	50
V (Phasa Voltage)	Volt	213,44
I (Phase Current)	Ampere	2,11

Table 3. Harmonisa ke 1-15 Tegangan dan Arus

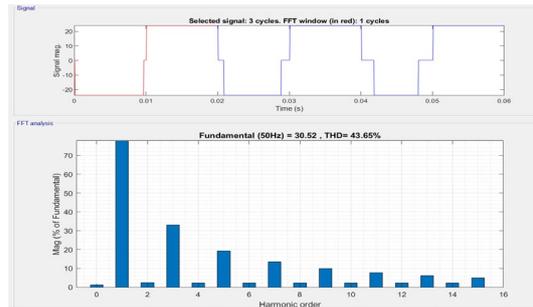
Harmonisa (ke 1-15)	Tegangan (Volt)	Tegangan (%)	Arus (Ampere)	Arus (%)
1	30,52	100,00	0,32	100,00
2	0,72	2,36	0,01	2,36
3	10,07	32,98	0,10	32,98
4	0,72	2,35	0,01	2,35
5	5,91	19,38	0,06	19,38
6	0,71	2,33	0,01	2,33
7	4,09	13,40	0,04	13,40
8	0,70	2,31	0,01	2,31
9	3,05	9,99	0,03	9,99
10	0,69	2,28	0,01	2,28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

(Sumber: Laboratorium F. Teknik elektro)

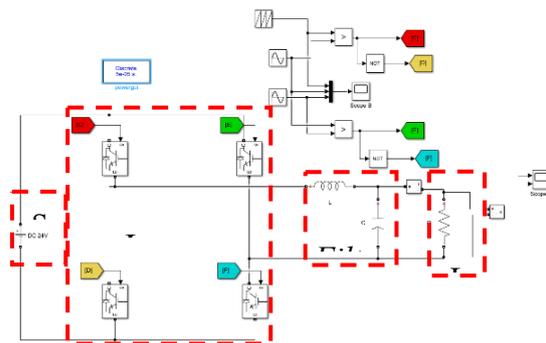
Rangkaian Simulasi dibuat dengan menggunakan aplikasi Matlab Simulink. Bentuknya adalah sebagaimana terlihat pada Gambar 9. Sementara Gelombang yang dihasilkan adalah seperti Gambar 10. Sedangkan rangkaian filternya adalah seperti Gambar 11.



Gambar 9. Rangkaian Inverter Satu Fasa sebelum di filter



Gambar 10 Bentuk gelombang keluaran inverter satu fasa menggunakan MATLAB/Simulink



Gambar 11 Rangkaian Inverter Satu Fasa Menggunakan Filter LC

#### 4. PEMBAHASAN

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

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

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

##### Perhitungan nilai THDv

$$THD_v = \frac{1}{v_1} \sqrt{v_2^2 + v_3^2 + v_4^2 + v_5^2 + v_6^2 + v_7^2 + \dots + v_{15}^2}$$

$$THD_v = \frac{1}{v_1} \sqrt{(0,72)^2 + (10,07)^2 + (0,72)^2 + (5,91)^2 + (0,71)^2 + (4,09)^2}$$

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

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

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

$$THD_v = 0,436$$

$$THD_v = 43,60\%$$

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

Perhitungan nilai  $THD_I$

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

$$THD_I = \frac{1}{I_1} \sqrt{(0,01)^2 + (0,1)^2 + (0,01)^2 + (0,06)^2 + (0,01)^2 + (0,04)^2 + \dots + (0,02)^2}$$

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

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

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

Table 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 98,44  $\Omega$  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 dari sumber tegangan 24V.

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

Nilai L menggunakan persamaan (1.4)

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

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

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

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

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

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

Nilai C menggunakan persamaan (1.5)

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

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

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

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

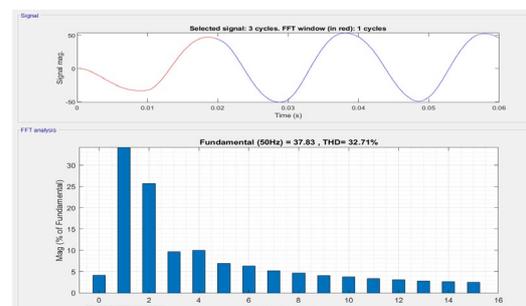
$$C = 1,286 \mu F$$

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

Tabel 3.2 Nilai Filter LC

L	C	R
0,154 H	1,286 $\mu F$	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.



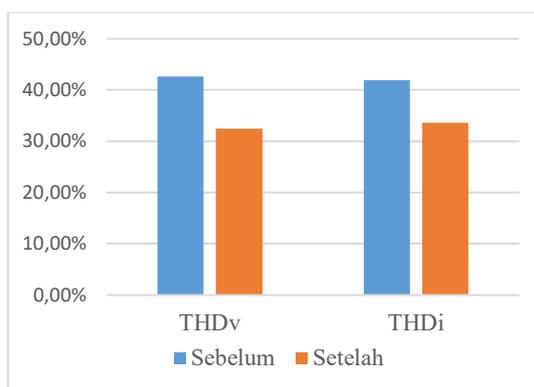
Gambar 12 Hasil Gelombang Tegangan Inverter Menggunakan Filter LC

Hasil setelah di filter dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5 Hasil perhitungan THDv dan THDi

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

Berdasarkan tabel 4 dapat di lihat seperti pada Gambar 13.



Gambar 13 Grafik Hasil perhitungan THDv dan THDi

Pada tabel 5 terlihat berkurangnya *total harmonic distortion* (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.

## 5. 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 pemfiteran 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 teagangan baterai 13,8 V.

Sementara untuk tindaklanjut 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 dimanfaatkan oleh peralatan elektronik.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [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] S. M. 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] H. 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.
- [8] H. Eteruddin, J. Sitompul, and M. P. Halilintar, “Analisis Dan Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Kebutuhan Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning,” *Elementer*, vol. 8, no. 1, pp. 32–42, 2022.
- [9] N. Safitri., T. Rihayat., and S. Riskina, *Teknologi Photovoltaic*. Banda Aceh: Yayasan Puga Aceh Riset, 2019.
- [10] D. A. Pratama and I. H. Siregar, “Uji Kinerja Panel Surya Polycrystallin 100WP,” *JPTM*, vol. 6, no. 3, pp. 79–85, 2018.
- [11] Y. A. Sinaga, A. S. Samosir, and A. Haris, “Rancang Bangun Inverter 1 Fasa dengan Kontrol Pembangkit Pulse Width Modulation ( PWM ),” *Electrician*, vol. 11, no. 2, pp. 81–90, 2017.
- [12] S. Juliyanti, T. Tamba, and K. Brahmana, “Perancangan Inverter Gelombang Sinus Berbasis Mikrokontroler ATmega8,” Departemen Fisika FMIPA, USU Medan, 2017.
- [13] H. Hendry, H. Eteruddin, and A. Atmam, “Analysis of Voltage Sag Due to Short Circuit on the Sub System in Central Sumatera,” *International Journal of Electrical, Energy and Power System Engineering*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2018.
- [14] D. A. Gonzalez and J. C. McCall, “Design of Filters to Reduce Harmonic Distortion in Industrial Power Systems,” *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. IA-23, no. 3, pp. 504–511, 1987.
- [15] H. Rustamaji, *Pengantar Komputasi Teknik Kimia dengan Matlab dan Simulink*. Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja, 2017.
- [16] “Kabar Gembira Unilak Peringkat 4 Di Riau, Peringkat 191 Di Indonesia Versi lembaga Internasional,” 2020. [Online]. Available: <https://www.unilak.ac.id/berita/detail/kabar-gembira-unilak-peringkat-4-di-riau-peringkat-191-di-indonesia-versi-lembaga-internasional>. [Accessed: 19-Jan-2022].