

# INVESTIGASI HUBUNGAN IRADIASI MATAHARI DENGAN THD PADA INVERTER PLTS UNIVERSITAS UDAYANA

Anak Agung Istri Pandawani<sup>1</sup>, Cok. Gede Indra Partha<sup>2</sup>, I Wayan Sukerayasa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Kec. Kuta Sel, Kabupaten Badung, Bali 80361

[istripandawani27@gmail.com](mailto:istripandawani27@gmail.com), [cokindra@unud.ac.id](mailto:cokindra@unud.ac.id), [sukerayasa@unud.ac.id](mailto:sukerayasa@unud.ac.id)

## ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai salah satu pemanfaatan energi terbarukan yang penggunaannya sangat luas dan salah satu implementasinya berada di atap Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana. Peningkatan penggunaan PLTS diikuti oleh peningkatan penggunaan peralatan *switching* seperti inverter yang menghasilkan distorsi harmonisa dan mempengaruhi kualitas daya sistem kelistrikan. Investigasi ini bertujuan untuk menganalisis kondisi THD pada inverter dan menganalisis faktor yang berhubungan dengan THD pada inverter salah satunya iradiasi matahari. THDi keluaran inverter inverter PLTS Universitas Udayana melewati standar IEEE 519-2014 yang diizinkan yaitu maksimal sebesar 5%. Hubungan yang terjadi antara iradiasi dengan inverter PLTS Universitas Udayana saat terhubung dengan beban adalah berbanding terbalik sehingga ketika iradiasi tinggi pada siang hari maka THDi keluaran inverter akan rendah begitupula sebaliknya pada sore hari.

**Kata kunci** : Iradiasi, Kualitas Daya, PLTS, THD (*Total Harmonic Distortion*)

## ABSTRACT

*Solar Power System as one of the uses of renewable energy whose use is very widespread and one of its implementations is on the roof of the DH Electrical Engineering Building of Udayana University. The increase in the use of solar power plants is followed by an increase in the use of switching equipment such as inverters that produce harmonic distortions and affect the power quality of the electrical system. This investigation aims to analyze the condition of THD in inverters and analyze factors related to THD in inverters, one of which is solar irradiation. THDi output inverter inverter PLTS Udayana University exceeds the permitted IEEE 519-2014 standard, which is a maximum of 5%. The relationship that occurs between irradiation and the inverter of Udayana University PLTS when connected to the load is inversely proportional so that when irradiation is high during the day, the THDi output of the inverter will be low and vice versa in the evening.*

**Key Words** : *Irradiation, Power Quality, Solar Power System, THD (Total Harmonic Distortion)*

## 1. PENDAHULUAN

Peningkatan kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia dari 43,9 MWp di 2021 menjadi 63,5 MWp di September 2022 [1]. Peningkatan penggunaan PLTS ini seiring dengan peningkatan tantangan yang muncul pada pengintegrasian PLTS dengan sistem listrik konvensional. Tantangan yang dihadapi seperti fluktuasi tegangan dan kualitas daya

listrik [2]. Harmonisa merupakan salah satu permasalahan kualitas daya listrik yang mampu menurunkan kinerja sistem tenaga listrik. Harmonisa adalah gejala pembentukan gelombang sinus dengan frekuensi berkelipatan dari frekuensi fundamental. Harmonisa dapat terjadi akibat adanya proses *switching* seperti penggunaan inverter sebagai komponen penyusun PLTS [3].

Inverter menjadi salah satu perangkat non linier dikarenakan memiliki topologi yang disusun oleh komponen semikonduktor seperti dioda dan transistor. Komponen dioda dan transistor difungsikan sebagai komponen *switching* yang mampu mengijeksikan frekuensi tinggi selama terjadinya poses *switching* sehingga gelombang sinus yang dihasilkn oleh perangkat non linier menjadi terdistorsi. [4]

Sistem kelistrikan Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana disuplai oleh PLN dengan transformator KA 0298 berkapasitas 200kVA serta *smart microgrid* yang terdiri dari PLTS, PLTB, dan PLTD. PLTS dengan daya nominal 26,4 kWp, namun saat ini yang mampu beroperasi yaitu sebesar 13,2 kWp terhubung dengan jaringan PLN 220/380 V. PLTB memiliki kapasitas total 5 kWp, PLTD dengan kapasitas 30kVA. Sistem *Smart Microgrid* UNUD memiliki sistem monitoring yang mampu mencatat data saat operasi dari keseluruhan sistem [5].

PLTS pada Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana menggunakan inverter SMA *Sunny Tripower* 15000TL yang berfungsi untuk mengubah tegangan dan arus DC output panel surya menjadi tegangan dan arus AC yang kemudian digunakan untuk mensuplai beban. Penggunaan inverter pada sistem PLTS menghasilkan keluaran gelombang tegangan dan arus yang terdistorsi sehingga menurunkan kualitas daya sistem kelistrikan yang disebut dengan harmonisa. Kuantitas harmonisa dinyatakan dalam persentase yang disebut sebagai THD (*Total Harmonic Distortion*). Batas THD pada utility sistem telah diatur dalam IEEE Standart 519-2014.

Sifat intermiten yang dimiliki PLTS menyebabkan daya yang dihasilkan tergantung pada iradiasi matahari. Saat kondisi cuaca cerah, iradiasi akan ideal yaitu rendah di pagi hari kemudian beranjak naik saat siang hari hingga mencapai maksimum dan akan turun menjelang sore. Iradiasi sebagai input panel surya akan mempengaruhi keluaran DC panel surya yang kemudian listrik DC akan menjadi input

inverter, sehingga pada penelitian ini dilakukan investigasi hubungan antara iradiasi dengan THD pada inverter SMA Sunny Tripower 15000TL pada PLTS Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Sistem PLTS terdiri dari komponen utama dan komponen pendukung yang menimbulkan pembangkitan energi listrik dari sinar matahari. Komponen utama dari PLTS yaitu panel surya sebagai komponen utama dan komponen pendukung yang disebut *Balance of System* (BOS) seperti kontroler, baterai, inverter, dan kabel [6].

Proses *photovoltaic* mampu mengubah sinar matahari menjadi listrik dengan listrik melalui proses aliran-aliran elektron negatif dan positif di dalam sel *photovoltaic* karena perbedaan elektron. Performansi sel *photovoltaic* sangat bergantung pada sinar matahari sehingga PLTS memiliki sifat intermiten yang menghasilkan keluaran tidak stabil dikarenakan bergantung pada faktor lain seperti cuaca, pergerakan awan, *shading* dan lain sebagainya.

### 2.2 Inverter

Inverter berfungsi untuk mengkonversi tegangan DC menjadi AC melalui proses *switching*. Inverter termasuk perangkat non linier karena tersusun atas komponen semikonduktor seperti diode dan transistor yang mampu menyebabkan terdistorsinya gelombang sinusoidal murni. Karakteristik dasar inverter yaitu mampu memproduksi gelombang keluaran yang terdistorsi. Gelombang yang terdistorsi ini dapat berinteraksi dengan sistem kelistrikan dan menurunkan kualitas daya [7].

### 2.3 Iradiasi Matahari

Iradiasi matahari merupakan pancaran energi yang berasal dari proses termonuklir yang terjadi di matahari. Berdasarkan data penyinaran matahari dari 18 lokasi di Indonesia, iradiasi matahari di Indonesia dapat diklasifikasikan menjadi kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan variasi bulanan sekitar 10 % dan di

Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan variasi bulanan sekitar 9% [8].

**2.4 Harmonisa**

Harmonisa adalah gelombang tegangan atau arus sinusoidal yang mempunyai frekuensi berkelipatan dari sistem kelistrikan yang dirancang untuk beroperasi (frekuensi 50 Hz atau 60 Hz). Gelombang dengan frekuensi berkelipatan dari frekuensi fundamental akan menumpang pada gelombang aslinya sehingga terbentuk gelombang yang merupakan jumlah antara gelombang murni dengan gelombang harmonisanya. Kandungan harmonisa pada sistem tenaga listrik akan mempengaruhi bentuk gelombang tegangan maupun arus yang awalnya sinusoidal murni menjadi gelombang terdistorsi [9].

**2.5 Total Harmonic Distortion (THD)**

Total Harmonic Distortion (THD) adalah ukuran nilai efektif dari komponen harmonisa dari bentuk gelombang yang terdistorsi. Indeks ini bisa dihitung untuk tegangan (THD<sub>v</sub>) dan arus (THD<sub>i</sub>). THD digunakan untuk menyatakan besarnya distorsi harmonisa pada sistem tenaga listrik dan dinyatakan dalam persentase. Rumus THD dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h>1}^{h_{max}} M_h^2}}{M_1} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :  
 M<sub>n</sub> : Nilai RMS dari komponen harmonisa h  
 h : orde harmonisa ke-  
 M dapat berupa tegangan (V) maupun besaran arus (I).

**2.6 Standar IEEE 519-2014**

Standar IEEE 519-2014 merupakan revisi dari standar IEEE 519-1992 dimana berisikan batasan-batasan kandungan harmonisa yang terdapat dalam sistem tenaga listrik, baik harmonisa tegangan maupun arus. Batas-batas yang direkomendasikan akan diaplikasikan sesuai dengan *point of common coupling* (PCC). PCC merupakan adalah titik antara ujung dari pengguna atau pelanggan dengan sistem sumber daya dimana pelanggan lain dilayani atau titik yang

terletak di hulu sebuah instalasi [10]. Standar THD tegangan menurut Standar IEEE 519-2014 terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Batas THD Tegangan

Bus Voltage (V) at PCC	Individual Harmonic (%)	Total Harmonic Distortion (%)
V ≤ 1 kV	5,0	8,0
1 kV < V < 69 kV	3,0	5,0
69 kV < V < 161 kV	1,5	2,5
161 kV < V	1,0	1,5

Standar THD arus berdasarkan IEEE 519-2014 ditentukan dengan mencari SC<sub>ratio</sub> maksimum pada utilitas terlebih dahulu dengan persamaan berikut

$$SC_{ratio} = \frac{I_{sc}}{I_L} \dots\dots\dots(1)$$

$$I_L = \frac{KW}{PF \times \sqrt{3} \times KV} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

I<sub>sc</sub>: Arus hubung singkat maksimum pada utiliti

I<sub>L</sub>: Arus beban maksimum

KW: Total daya aktif

KV: rating tegangan utility

PF: power faktor

Tabel 2. Batas THD Arus

I <sub>sc</sub> /I <sub>L</sub>	THD (%)
<20	5.0
20 < 50	8.0
50 < 100	12.0
100 < 1000	15.0
> 1000	20.0

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Microgrid dan Gedung DH (Gedung Perkuliahan) Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana. Waktu pelaksanaan dimulai dari bulan Desember 2022 sampai Maret 2023. Analisis data dilakuakn dengan Langkah-langkah berikut

Langkah 1. Pengumpulan Data

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data, yaitu data *single line diagram* sistem kelistrikan Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana, datasheet inverter dan panel surya PLTS Gedung DH Teknik Elektro, data iradiasi matahari dan data output inverter PLTS

Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana.

Langkah 2. Perhitungan Batas THD untuk Sistem Kelistrikan Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana Berdasarkan Standar IEEE 519-2014.

Perhitungan dilakukan untuk mengetahui batas maksimal THD yang diizinkan pada sistem kelistrikan Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana.

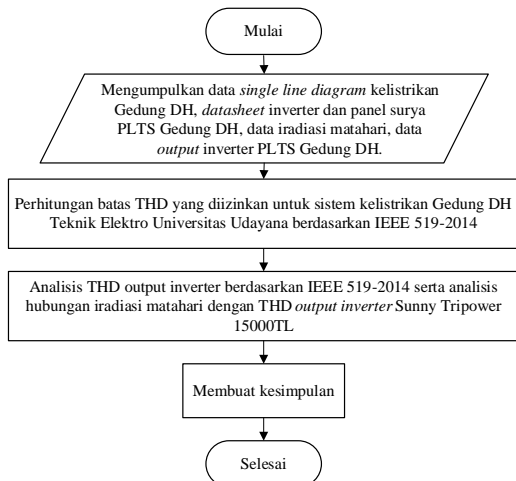
Langkah 3. Analisis THD *output* inverter berdasarkan standar IEEE 519-2014 serta analisis hubungan iradiasi matahari dengan THD *output* inverter Sunny Tripower 15000TL

Analisis dilakukan untuk melihat kondisi THD *output* inverter berdasarkan standar IEEE 519-2014 serta untuk mengetahui hubungan antara iradiasi dengan THD *output* inverter

Langkah 4. Penarikan Kesimpulan

Berdasarkan langkah ketiga maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan.

Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data Pengukuran Iradiasi Matahari

Pengukuran iradiasi matahari dengan menggunakan alat *actinograph* yang terpasang disekitar PLTS Universitas Udayana. Hasil pengukuran iradiasi matahari tersaji dalam website [indonesiasolarmap.com](http://indonesiasolarmap.com). Pencatatan hasil pengukuran iradiasi matahari dilakukan dengan interval 1 menit selama satu minggu

dari tanggal 13-19 Maret 2023 yang selanjutnya hasil pengukuran dirata-ratakan dalam satu hari dari pukul 07.00-16.59 WITA ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Iradiasi Matahari

Tanggal	Rata- rata Iradiasi (W/m <sup>2</sup> )
13 Maret 2023	261
14 Maret 2023	333
15 Maret 2023	348
16 Maret 2023	296
17 Maret 2023	329
18 Maret 2023	339
19 Maret 2023	347

### 4.2 Hasil Pengukuran THDv dan THDi Pada Inverter

Data hasil pengukuran THD pada inverter PLTS Universitas Udayana telah termonitoring secara otomatis yang hasilnya dapat di akses di Lab Microgrid Teknik Elektro Universitas Udayana. Hasil pengukuran pada inverter akan dianalisis berdasarkan Standar IEEE 519-2014. Data pengukuran tersaji dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data THDv dan THDi Output Inverter PLTS Gedung DH Teknik Elektro

Tanggal	Rata-rata THDv (%)	Rata-rata THDi (%)
13 Maret 2023	1,32	9,25
14 Maret 2023	1,38	7,85
15 Maret 2023	1,20	6,21
16 Maret 2023	1,28	8,67
17 Maret 2023	1,36	8,66
18 Maret 2023	1,55	8,47
19 Maret 2023	1,63	7,92

### 4.3 Standar THD Sistem Kelistrikan Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana Berdasarkan IEEE 519-2014.

#### 4.2.1 Standar THDv

*Rating* tegangan pada PCC sistem kelistrikan Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana adalah 0,4 kV. Berdasarkan standar IEEE 519-2014 pada Tabel 1, *rating* tegangan berada dikatagori dibawah 1 kV sehingga standar THDv untuk sistem kelistrikan Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana adalah 8%

**4.2.2 Standar THDi**

Standar THDi berdasarkan IEEE 519-2014 ditentukan dengan mencari SCratio pada PCC. SCratio dapat dicari dengan persamaan 1, nilai Isc maksimum pada PCC yaitu pada inverter berdasarkan dataset SMA Sunny Tripower 15000TL adalah sebesar 43 A. Nilai IL dicari dengan menggunakan persamaan 2, dimana berdasarkan hasil pengukuran selama satu minggu didapatkan daya tertinggi yaitu mencapai 32,26 KW.

$$I_L = \frac{KW}{PF \times \sqrt{3} \times KV} = \frac{32,26}{0,96 \times \sqrt{3} \times 0,4} = 48,51A$$

$$SC_{ratio} = \frac{I_{sc}}{I_L} = \frac{43 A}{48,51 A} = 0,88$$

Berdasarkan standar IEEE 519-2014 pada Tabel 2 untuk SCratio <20 THDi maksimal yang diperbolehkan sebesar 5%.

**4.4 Perbandingan THD Pada Inverter Dengan Standar IEEE 519-2014**

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 3 maka didapatkan perbandingan THDv pada inverter dengan standar IEEE 519-2014 pada Tabel 4. Perbandingan THDi pada inverter dengan standar IEEE 519-2014 pada Tabel 5.

Tabel 4. Perbandingan THDv Pada Inverter dengan Standar IEEE 519-2014

Tanggal	Rata-rata THDv (%)	Standar IEEE 519-2014 (%)	Keterangan
13 Maret 2023	1,32	8	Memenuhi
14 Maret 2023	1,38	8	Memenuhi
15 Maret 2023	1,20	8	Memenuhi
16 Maret 2023	1,28	8	Memenuhi
17 Maret 2023	1,36	8	Memenuhi
18 Maret 2023	1,55	8	Memenuhi

19 Maret 2023	1,63	8	Memenuhi
---------------	------	---	----------

Pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa THDv pada inverter memenuhi standar IEEE 519-2014 yaitu berada <8%.

Tabel 5. Perbandingan THDi Pada Inverter dengan Standar IEEE 519-2014

Tanggal	Rata-rata THDi (%)	Standar IEEE 519-2014 (%)	Keterangan
13 Maret 2023	9,25	5	Tidak memenuhi
14 Maret 2023	7,85	5	Tidak memenuhi
15 Maret 2023	6,21	5	Tidak memenuhi
16 Maret 2023	8,67	5	Tidak memenuhi
17 Maret 2023	8,66	5	Tidak memenuhi
18 Maret 2023	8,47	5	Tidak memenuhi
19 Maret 2023	7,92	5	Tidak memenuhi

Pada Tabel 5 diketahui bahwa nilai THDi pada inverter tidak memenuhi standar IEEE 519-2014 yang diperbolehkan yaitu <5%.

**4.5 Analisis Hubungan Iradiasi dengan THDi Output Inverter**

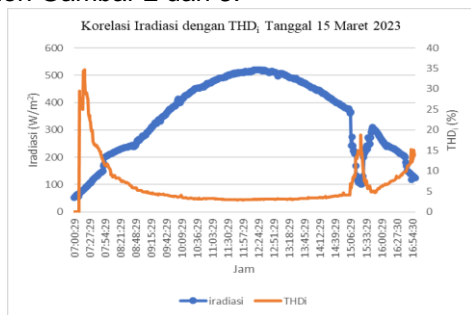
Analisis hubungan iradiasi matahari dengan THDi inverter dilakukan dengan uji korelasi Spearman. Berdasarkan uji korelasi Spearman didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Uji Korelasi Spearman

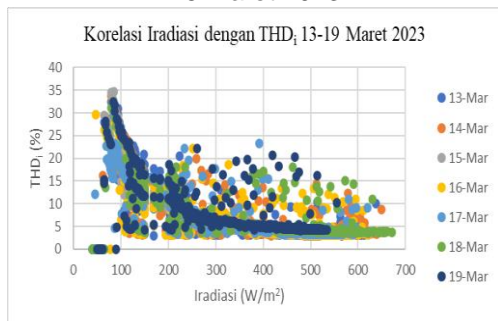
Tanggal	Signifikansi (p)	Koefisien Spearman Correlation
13 Maret 2023	0,00	-0,861
14 Maret 2023	0,00	-0,729
15 Maret 2023	0,00	-0,895
16 Maret 2023	0,00	-0,750
17 Maret 2023	0,00	-0,761

18 Maret 2023	0,00	-0.756
19 Maret 2023	0,00	-0,807

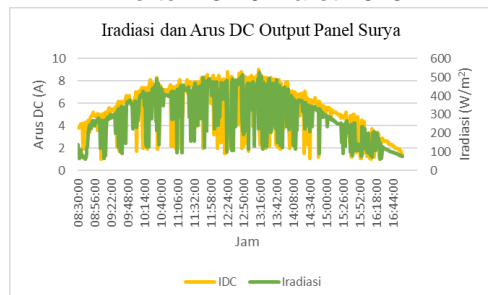
Nilai signifikansi  $p < 0,05$  menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara iradiasi dengan THDi pada inverter. Nilai koefisien korelasi  $> 0,7$  menunjukkan korelasi yang terjadi cenderung kuat bahkan sangat kuat. Koefisien korelasi bernilai negatif menunjukkan bahwa iradiasi dengan THDi inverter memiliki hubungan yang berbanding terbalik sehingga ketika iradiasi tinggi pada siang hari maka THDi pada inverter akan rendah begitu pula sebaliknya pada saat pagi hari dan sore hari iradiasi akan rendah dan THDi tinggi dan secara visual ditunjukkan oleh Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Grafik iradiasi dan THDi inverter 15 Maret 2023



Gambar 3. Scatter plot iradiasi dan THDi inverter 13-19 Maret 2023



Gambar 4. Grafik Iradiasi dan Arus DC Output Panel Surya

Inverter sebagai perangkat konversi arus dan tegangan pada PLTS melakukan

proses *switching* dengan input berasal dari keluaran panel surya. Panel surya mendapatkan input dari iradiasi matahari yang kemudian arus DC yang akan dikonversi menjadi AC melalui inverter. Karakteristik dasar dari panel surya adalah arus DC yang dihasilkan panel surya sebanding dengan iradiasi yang ditunjukkan oleh Gambar 4, sehingga ketika iradiasi tinggi maka arus DC output panel surya akan tinggi begitu pula sebaliknya. Apabila beban yang dilayani oleh inverter konstan maka arus DC output panel surya memiliki hubungan yang berbanding terbalik dengan THDi pada inverter sehingga ketika arus DC output panel surya tinggi maka THDi pada inverter akan rendah begitu pula sebaliknya.

### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan investigasi THD pada inverter PLTS Universitas Udayana, dapat disimpulkan bahwa:

1. Rata-rata THDv pada inverter sesuai standar IEEE 519-2014 yang diperbolehkan untuk sistem kelistrikan pada Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana yaitu berada di bawah 8% yaitu sebesar 1,38%.
2. Rata-rata THDi pada inverter tidak sesuai standar IEEE 519-2014 yang diperbolehkan untuk sistem kelistrikan pada Gedung DH Teknik Elektro Universitas Udayana yaitu berada di bawah 5% yaitu sebesar 8,15%.
3. Hubungan antara iradiasi dengan THDi pada inverter PLTS Universitas Udayana saat tersambung dengan beban Gedung DH yaitu berbanding terbalik sehingga ketika iradiasi tinggi maka THDi pada inverter rendah begitu pula sebaliknya.

### 6. DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Kurniawan, R. S. Suryadi, A. Bagaskara, H. M. Bintang and S. N. Firdausi, "Indonesia Solar Energy Outlook 2023," IESR, 2023.

[2] A. F. A. Kadir, T. Khatib and W. Elmenreich, "Integrating Photovoltaic Systems in Power System: Power

- Quality Impacts and Optimal Planning Challenges," *Hindawi Publishing Corporation*, pp. 1-7, 2014.
- [3] R. Seguin, J. Woyak, D. Costyk, J. Hambrick and B. Mather, "High Penetration PV Integration Handbook for Distribution Engineers," *U.S. Department of Energy Office of Scientific and Technical Information*, 2016.
- [4] M. A. S. Masoum and E. F. Fuchs, "Power Quality Solutions for Renewable Energy System," in *Power Quality in Power Systems and Electrical Machines*, Elsevier Inc, 2015, pp. 964-1078.
- [5] N. S. Gunawan, I. N. S. Kumara and R. Irawati, "Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 26,4 kWp Pada Sistem Smart Microgrid UNUD," *SPEKTRUM*, vol. 6, pp. 1-9, 2019.
- [6] I. A. D. Giriantari and I. N. Setiawan, "Sistem Surya Fotovoltaik Module Training Versi 1," CoE CORE Udayana, 2016.
- [7] S. Elphick, G. Drury and B. Fixter, "The Impact of Small Scale Solar PV on Power Quality: An Empirical Study," *Australian Power Quality and Reliability Centre*, 2020.
- [8] K. ESDM, "Pemanfaatan Energi Surya Di Indonesia," 2010.
- [9] R. C. Dugan, M. F. McGranaghan, S. Santoso and H. W. Beaty, *Electrical Power Systems Quality*, Third Edition ed., McGraw Hill Professional, 2012.
- [10] I. S. Accociation, "519-2014," *IEEE Recommended Practice and Requirements fot Harmonic Control in Electric Power Systems*, 2014.
- [11] I. P. A. A. Widianara, I. W. Rinas and A. I. Weking, "Analisis Pengaruh Pengoperasian Beban-Beban Non-Linier Terhadap Distorsi Harmonisa Pada Blue Point Bay Villa & Spa," *SPEKTRUM*, vol. 3, pp. 54-59, 2016.
- [12] I. G. A. Gunawan, I. W. Rinas and I. W. A. Wijaya, "Analisis Distorsi Harmonisa Pada Penyulang Abang Karangasem Setelah Terpasangnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya(PLTS)," *SPEKTRUM*, vol. 2, no. 3, pp. 130-135, 2015.