

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

**ANALISIS PENGARUH PENETRASI  
FOTOVOLTAIK TERHADAP FLUKTUASI  
TEGANGAN PADA SISTEM JARINGAN  
DISTRIBUSI PADA WILAYAH KAYUBIHI**



Oleh :

**Wayan Gde Ari Surya Darma**

NIM : 1815313072

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI BALI  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH PENETRASI FOTOVOLTAIK TERHADAP  
FLUKTUASI TEGANGAN PADA SISTEM JARINGAN  
DISTRIBUSI PADA WILAYAH KAYUBIHI**


*Oleh :*

**Wayan Gde Ari Surya Darma**  
NIM. 1815313072

Tugas Akhir ini Diajukan untuk  
Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III  
di  
Program Studi DIII Teknik Listrik  
Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Drs. I Nyoman Sugiarta, MT.,

NIP. 196708021993031003

Pembimbing II



Elina Rudiastari, SH., MH

NIP. 197604122008012017

Disahkan Oleh

Jurusan Teknik Elektro



Ir. I Wayan Raka Ardana, MT.

NIP.195812281989031004

**LEMBAR PERNYATAAN**  
**PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya yang bertanda tangam di bawah ini :

Nama : Wayan Gde Ari Surya Darma

NIM : 1815313072

Program Studi : Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak **Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: ANALISIS PENGARUH PENETRASI FOTOVOLTAIK TERHADAP FLUKTUASI TEGANGAN PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PADA WILAYAH KAYUBIHI beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalih media atau mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, September 2021

Yang menyatakan



Wayan Gde Ari Surya Darma)

## FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Wayan Gde Ari Surya Darma

NIM : 1815313072

Program studi : Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir berjudul ANALISIS PENGARUH PENETRASI FOTOVOLTAIK TERHADAP FLUKTUASI TEGANGAN PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PADA WILAYAH KAYUBIHI adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak atau hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Bukit Jimbaran, September 2021

Yang membuat pernyataan  
  
SA2AJX987609834  
Wayan Gde Ari Surya Darma  
NIM.1815313072

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Ida Sang Hyang Widhi Wasa/Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat Beliau penulis diberikan kesembuhan tepat pada waktunya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sesuai dengan rencana dan tepat pada waktunya.

Proyek akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Penetrasi Fotovoltaik Terhadap Fluktuasi Tegangan Pada Sistem Jaringan Distribusi Pada Wilayah Kayubih” disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh bantuan, bimbingan dan dorongan semangat dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini selesai tepat pada waktunya. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE.,M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, ST. MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Bali.
4. Bapak Drs I Nyoman Sugiarta, MT., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingannya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Elina Rudiastari,SH.,MH selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingannya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Segenap dosen pengajar dan teknisi serta staf di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali, terutama dosen pengajar pada Program Studi Teknik Listrik.
7. Pimpinan dan seluruh PT.PLN (PERSERO) UP3 Bali Timur atas bantuannya dalam pengumpulan data.
8. Pimpinan dan seluruh PT.PLN (PERSERO) ULP Gianyar atas masukkan dan pengetahuannya selama ini.
9. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang penulis tidak dapat sebutkan namanya satu persatu.

Semoga Ida Sang Hyang Widi Wasa/Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas amal baik yang telah diberikan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proyek Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang sifatnya konstruktif dari pembaca sangat penulis harapkan demi sempurnanya tugas akhir ini dan untuk penyusunan tugas akhir selanjutnya.

Akhir kata, semoga proyek Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, khususnya Mahasiswa Politeknik Negeri Bali.

Bukit Jimbaran, 31 Juli 2021

Penulis

# ABSTRAK

WAYAN GDE ARI SURYA DARMA

## ANALISIS PENGARUH PENETRASI FOTOVOLTAIK TERHADAP FLUKTUASI TEGANGAN PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PADA WILAYAH KAYUBIHI

Dalam beberapa dekade terakhir, minat terhadap energi terbarukan atau yang biasa disebut dengan RES (*renewable energy sistem*) meningkat cukup tajam. Indonesia sendiri menargetkan pada tahun 2025 akan menargetkan penggunaan 23% energi terbarukan dari total campuran energi primer yang mampu diolah, pada tahun 2020 sendiri jumlah total penggunaan energi terbarukan baru terealisasi 19,5%, dengan porsi tambahan Fotovoltaik sebesar 5,43%, angka tersebut juga belum termasuk konsumen yang menggunakan PLTS Atap (*rooftop*) yang dibangun sendiri.

Di Bali sendiri terdapat pusat PLTS yang cukup besar di Kabupaten Bangli tepatnya di Desa Kayubih, dengan Kapasitas Total Pembangkit 1MwP (*Mega Watt Peak*) yang terhubung langsung menuju jaringan PLN dengan sistem *on grid*, memang secara fungsi dan selama pengoperasiannya tampak tidak ada masalah yang timbul secara langsung, namun tidak pada sistem jaringannya.

Penetrasi PLTS, melalui berbagai jurnal dan penelitian dapat menimbulkan berbagai gangguan pada keandalan sistem, baik itu tegangan menengah maupun tegangan rendah, salah satu gangguannya adalah berupa fluktuasi tegangan, fluktuasi sendiri merupakan perpindahan nilai acak pada tingkat jaringan nominal dengan satuan pu (*per unit*). Fluktuasi tegangan sendiri dapat terjadi akibat kenaikan maupun penurunan tegangan yang berasal dari sisi penetrasi PLTS yang kemudian berkompetisi dengan tegangan dari jaringan untuk menyuplai beban. Dengan bantuan KWH Meter AMR kita bisa membandingkan Trano BI0099 yang terpengaruh oleh Penetrasi PLTS dan Trafo BI0029 yang tidak terpengaruh langsung oleh penetrasi tersebut. Dengan membandingkan kondisi data dari kedua gardu tersebut, kita bisa memutuskan apakah Penetrasi PLTS mempengaruhi Fluktuasi Tegangan.

**Kata Kunci :** *PV Generation, Distribution System, PV Penetration, Voltage Fluctuation.*

## ABSTRACT

WAYAN GDE ARI SURYA DARMA

### ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC PENETRATION EFFECT AGAINST VOLTAGE FLUCTUATION IN DISTRIBUTION SYSTEM MODEL AT KAYUBIHI

In last few decades, the interest of using renewable energy system seems to have a significant result, In Indonesia by 2025, the Government have a target on using 23% of renewable energy system in total of mixed primary energy that can be processed, in 2020 there's only 19,5% renewable energy system used to be realized, the additional portion of Solar PV is 5,43 %, in case that number doesn't include a PV that was made by individual such as Rooftop PV.

In Bali there's a center of Photovoltaic which is located at Bangli Regency on Kayubihi Village, With Maximum Generated Capacity of 1 MwP (Mega Watt Peak) that directly connect into PT.PLN Distribution Grid with on grid system, it is true that by its function and period that pv were generated energy, there's no specific or visual problem that occurs, but not with the system inside the grid.

PV Penetration, alongside from many journal and research can possibly causes many trouble on Distribution Grid Effectivity, either its Low Voltage Network or Mid Voltage Network. One of the trouble can be specified as Voltage Fluctuation, Voltage Fluctuation is the condition that voltage inside the grid changed in random value according to its symbolize unit as pu (per unit), Voltage Fluctuation is able to occurs since there's a voltage value increased or decreased, from the PV Penetration side that compete against distribution system voltage in case of supplying the load, with the help of KWH Meter AMR, we are able to compare the Transformator BI0099 as part that got penetrated and BI0029 which is doesn't affected by the penetration. By comparing them we would've able to determine is PV Penetration really affect Voltage Fluctuation.

**Keyword :** *PV Generation, Distribution System, PV Penetration, Voltage Fluctuation.*



## DAFTAR ISI

<b>LAPORAN TUGAS AKHIR DIII .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>FORM PERNYATAAN PLAGIARISME.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Tugas Akhir .....	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir .....	4
1.5 Manfaat Tugas Akhir .....	4
1.6 Sistematika Tugas Akhir .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>	<b>6</b>
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	6
2.2 Prinsip Kerja PLTS .....	6
2.3 Bagian Bagian PLTS.....	8
2.3.1 Modul Surya .....	8
2.3.2 Solar Charge Controller .....	15
2.3.3 Inverter.....	17

2.3.4 Baterai .....	19
2.4 Konfigurasi Sistem PLTS.....	20
2.4.1 Sistem PLTS <i>On Grid</i> .....	20
2.4.2 Sistem PLTS <i>Off Grid</i> .....	21
2.4.3 Sistem PLTS <i>Hybrid</i> .....	22
2.5 Penetrasi PLTS .....	23
2.6 Level Penetrasi PLTS.....	23
2.7 Fluktuasi Tegangan.....	24
2.8 Penggunaan KWH Meter AMR .....	25
2.9 Persyaratan Jaringan .....	26
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Metodologi Penelitian .....	26
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	27
3.3 Metode Pengambilan Data .....	28
3.3.1 Metode Pengambilan Data Langsung Pada Lapangan.....	28
3.3.2 Metode Pengambilan Data Tidak Langsung.....	29
3.4 Metode Pengolahan Data .....	29
3.4.1 Metode Pengolahan Data Awal .....	29
3.4.2 Metode Pengolahan Data Perbandingan .....	29
3.5 Analisis Pengolahan Data .....	30
3.6 Hasil yang diharapkan .....	30
<b>BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA.....</b>	<b>32</b>
4.1 Gambaran Umum PLTS Kayubih.....	32
4.2 Data Teknis.....	33
4.3 Pengukuran KWH Meter AMR.....	34
4.4 Data Tegangan.....	36
4.4.1 Data Hasil Pengukuran Hari ke - 1.....	36
4.4.2 Data Hasil Pengukuran Hari ke - 2.....	38

4.4.3	Data Hasil Pengukuran Hari ke - 3.....	40
4.4.4	Data Hasil Pengukuran Hari ke - 4.....	42
4.4.5	Data Hasil Pengukuran Hari ke - 5.....	44
4.4.6	Data Hasil Pengukuran Hari ke - 6.....	46
4.4.7	Data Hasil Pengukuran Hari ke - 7.....	48
4.4.8	Data Hasil Pengukuran Hari ke - 8.....	50
4.4.9	Data Hasil Pengukuran Hari ke - 9.....	52
4.4.10	Data Hasil Pengukuran Hari ke - 10.....	54
4.5	Hasil Perbandingan.....	55
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>56</b>
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>xiv</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4. 1</b> Data Hasil Rekaman Tegangan Pada Hari Pertama.....	36
<b>Tabel 4. 2</b> Data Hasil Rekaman Tegangan Pada Hari Kedua.....	38
<b>Tabel 4. 3</b> Data Hasil Rekaman Tegangan Pada Hari Ketiga .....	40
<b>Tabel 4. 4</b> Data Hasil Rekaman Tegangan Pada Hari Keempat.....	42
<b>Tabel 4. 5</b> Data Hasil Rekaman Tegangan Pada Hari Kelima .....	44
<b>Tabel 4. 6</b> Data Hasil Rekaman Tegangan Pada Hari Keenam.....	46
<b>Tabel 4. 7</b> Data Hasil Rekaman Tegangan Pada Hari Ketujuh .....	48
<b>Tabel 4. 8</b> Data Hasil Rekaman Tegangan Pada Hari Kedelapan.....	50
<b>Tabel 4. 9</b> Data Hasil Rekaman Tegangan Pada Hari Kesembilan.....	52
<b>Tabel 4. 10</b> Data Hasil Rekaman Tegangan Pada Hari Kesepuluh.....	54
<b>Tabel 4. 11</b> Toleransi Dari Level Tegangan Nominal <sup>[8]</sup> .....	56
<b>Tabel 4. 12</b> Data Pengukuran Tegangan Hari 1 – 10 Gardu BI0099 dalam satuan pu ..	57
<b>Tabel 4. 13</b> Data Pengukuran Tegangan Hari 1 – 10 Gardu BI0029 dalam satuan pu ..	58

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Prinsip Kerja PLTS .....	7
<b>Gambar 2. 2</b> Sel Surya <sup>[9]</sup> .....	8
<b>Gambar 2. 3</b> Potongan Melintang Sel Surya <sup>[9]</sup> .....	9
<b>Gambar 2. 4</b> Subtrat Aluminium Panel Surya, sala satunya adalah pada bagian bingkai (frame) <sup>[10]</sup> .....	10
<b>Gambar 2. 5</b> Subtrat Aluminium pada penopang Sel Surya <sup>[10]</sup> .....	10
<b>Gambar 2. 6</b> Tabel Periodik Unsur[13].....	11
<b>Gambar 2. 7</b> Struktur Semikonduktor <sup>[10]</sup> .....	11
<b>Gambar 2. 8</b> Perovskite sebagai salah satu bahan antireflektif <sup>[11]</sup> .....	12
<b>Gambar 2. 9</b> Solar Eva sebagai bahan Enkapsulasi .....	12
<b>Gambar 2. 10</b> Modul Surya Monocrystalline <sup>[10]</sup> .....	13
<b>Gambar 2. 11</b> Modul Surya Polycrystalline <sup>[10]</sup> .....	14
<b>Gambar 2. 12</b> Modul Surya Amorf <sup>[10]</sup> .....	15
<b>Gambar 2. 13</b> SCC PWM <sup>[10]</sup> .....	16
<b>Gambar 2. 14</b> SCC MPP <sup>[10]</sup> .....	17
<b>Gambar 2. 15</b> Inverter On Grid <sup>[5]</sup> .....	18
<b>Gambar 2. 16</b> Inverter Off Grid <sup>[5]</sup> .....	18
<b>Gambar 2. 17</b> Inverter Hybrid <sup>[5]</sup> .....	18
<b>Gambar 2. 18</b> Baterai <sup>[5]</sup> .....	20
<b>Gambar 2. 19</b> Skema Dasar Sistem PLTS On Grid <sup>[10]</sup> .....	21
<b>Gambar 2. 20</b> Skema Dasar Sistem PLTS Off Grid <sup>[10]</sup> .....	22
<b>Gambar 2. 21</b> Skema Dasar Sistem PLTS Hybrid <sup>[10]</sup> .....	23
<b>Gambar 2. 22</b> Konfigurasi KWH Meter AMR <sup>[19]</sup> .....	26
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram Alir Penelitian.....	27
<b>Gambar 4. 1</b> PLTS Kayubih <sup>[10]</sup> .....	32
<b>Gambar 4. 2</b> Single Line Penyulang Bangli Pada Line Kayubih.....	33
<b>Gambar 4. 3</b> Konfigurasi Server KWH Meter AMR <sup>[10]</sup> .....	34
<b>Gambar 4. 4</b> Pembacaan Dengan DMR <sup>[10]</sup> .....	35
<b>Gambar 4. 5</b> Pembacaan dengan Meter Reading <sup>[9]</sup> .....	35
<b>Gambar 4. 6</b> Grafik Sampel Pengujian 1.....	37
<b>Gambar 4. 7</b> Grafik Sampel Pengujian 2.....	39
<b>Gambar 4. 8</b> Grafik Sampel Pengujian 3.....	41

<b>Gambar 4. 9</b> Grafik Sampel Pengujian 4.....	43
<b>Gambar 4. 10</b> Grafik Sampel Pengujian 5.....	45
<b>Gambar 4. 11</b> Grafik Sampel Pengujian 6.....	47
<b>Gambar 4. 12</b> Grafik Sampel Pengujian 6.....	49
<b>Gambar 4. 13</b> Grafik Sampel Pengujian 8.....	51
<b>Gambar 4. 14</b> Grafik Sampel Pengujian 9.....	53
<b>Gambar 4. 15</b> Grafik Sampel Pengujian 10.....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Gardu BI0099 .....	1
Lampiran 2 Gambar Gardu BI0029 .....	2
Lampiran 3 Gambar PLTS Kayubihi.....	2
Lampiran 4 Gambar Penampang Modul Surya PLTS .....	3

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa tahun terakhir, minat terhadap energi terbarukan atau yang biasa disebut dengan *renewable energy system* (RES) menunjukkan kenaikan yang signifikan, di tahun 2025, Indonesia sendiri menargetkan penggunaan 23% energi terbarukan dari total campuran energi primer, di tahun 2020 sendiri baru terealisasi sebanyak 19.5 %, dengan porsi tambahan Fotovoltaik (PV) sebesar 5,43 % yang mengacu pada Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 39 K/20/MEM/2019 [1], dan angka tersebut juga belum termasuk perhitungan dari jumlah konsumen yang menggunakan PLTS atap yang dibangun sendiri.

Di Bangli sendiri terdapat pusat PLTS yang berlokasi di Wilayah Kayubih, PLTS Kayubih dipilih sebagai sampel penelitian karena PLTS Kayubih merupakan PLTS *on grid* terbesar di Bali yang sangat memungkinkan untuk dilakukan penelitian berdasarkan kapasitasnya yang sebesar 1MWp yang terbilang cukup besar maupun sistemnya yang *on grid*, Karena PLTS Bangli menggunakan sistem *on grid*, daya dari PLTS langsung disambungkan ke jaringan milik Perusahaan Listrik Negara (PLN). Panas matahari dari panel surya diubah menjadi listrik oleh 50 inverter untuk kemudian dikumpulkan di gardu distribusi. Gardu itu yang kemudian menyalurkannya ke jaringan PLN. Energi yang disalurkan ke jaringan PLN selama satu bulan rata – rata sebesar 91,1225 dengan tujuan mensupply daya tambahan sehingga tidak menggunakan energi non terbarukan terlalu besar, yang nantinya ini diharapkan dapat diterapkan pada gardu distribusi lain untuk mendukung program green energy

Pemasangan PLTS atap sendiri telah diatur dalam peraturan kementerian ESDM. Yang menjelaskan bahwa PLTS atap yang bisa dipasang adalah sejumlah daya instalasi yang terpasang di rumah [2], disamping itu nilai dari kapasitas PLTS atap yang boleh terpasang ialah maksimum 200kVa yang telah diatur dalam Peraturan Menteri ESDM No. 19 Tahun 2016 [3].

Penerapan *renewable energy system* pada gardu distribusi wilayah kayubih tentunya memiliki kelemahan. literatur karya Tariq Azis yang berjudul “*PV Penetration Limits In*



*Low Voltage Networks and Voltage Variations*”, tercantum bahwa penggunaan energi terbarukan akan menyebabkan beberapa masalah. Salah satunya adalah Fluktuasi Tegangan, yang mana permasalahan ini belum diteliti lebih lanjut oleh pihak PLN yang kedepannya ditakutkan fluktuasi tegangan melebihi nilai toleransi tegangan nominal pada gardu. Penulis melakukan penelitian pada PLTS Gardu distribusi wilayah kayubih untuk mengetahui besar fluktuasi yang terjadi jaringan dengan tingkat Penetrasi PV yang tinggi pada Jaringan Distribusi [4,5,6], pada skala jaringan, sumber daya yang terputus – putus akibat integrasi berselang energi terbarukan atau yang sering disebut *Integration of Intermittent Renewable Energy Source (IRES)* haruslah diperhatikan guna menjaga kestabilan dan keandalan jaringan dengan mengingat tingkatan penetrasi IRES di setiap jaringan.[7] Dari hasil pengamatan dari pihak PLN didapatkan rata-rata fluktuasi tegangan dalam sehari pada gardu distribusi wilayah kayubih adalah sebesar 484,761 V Yang mana dari data tersebut terdapat data yang melebihi toleransi pada gardu distribusi tepatnya pada hari Kamis pada tanggal 16- September-2021

Dalam beberapa kasus, sebenarnya Fluktuasi Tegangan merupakan suatu fenomena yang tidak memiliki dampak yang cukup signifikan sehingga pada pengukurannya sendiri, fluktuasi tegangan dibagi menjadi 3 bagian utama dalam menentukan jenis dari fluktuasi tersebut, bagian – bagiannya sendiri adalah *interruption, sag* dan *swell. Interruption*. Pengukurannya sendiri dihitung berdasarkan satuan *per-unit (pu)*, angka tegangan riil akan dibagi dengan satuan tetapan level tegangan, sebagai contoh pada jaringan distribusi 20 kV dilakukan pengukuran dan didapat hasil 19600 V, maka dalam satuan pu akan tertulis 0,98 pu (19600/20000). *Interruption* sendiri tergolong fluktuasi yang memiliki durasi kurang dari 1 menit dengan nilai fluktuasi  $V < 0,1$  pu, sedangkan *sag* tergolong fluktuasi yang memiliki durasi kurang dari 1 menit dengan nilai fluktuasi  $V = 0.1 - 0.9$  pu, dan *sag* adalah fluktuasi yang memiliki durasi kurang dari 1 menit dengan nilai fluktuasi  $V = 1.1 - 1.8$  pu. Fluktuasi Tegangan memang bukan gangguan yang tergolong dalam prioritas gangguan oleh PLN, namun dalam jangka waktu berkepanjangan akan timbul permasalahan lain yang timbul akibat Fluktuasi Tegangan ini, seperti kedip tegangan. Dari hasil kajian ini diharapkan kedepannya dilakukan evaluasi serupa dengan tujuan mengetahui potensi masalah yang mungkin ditimbulkan akibat fluktuasi dan Instalasi dari PLTS *on grid* bisa lebih diperhatikan karena kedepannya, ketika penggunaan PLTS *on grid* semakin lumrah. Agar tidak menimbulkan gangguan yang lebih berbahaya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini dimulai dengan permasalahan yang penulis temui di lapangan. Permasalahan yang dimaksud disini adalah dugaan adanya fluktuasi tegangan pada beban yang disuplai Gardu BI0099, dugaan adanya fluktuasi tegangan sendiri muncul karena sering adanya kedip tegangan (*flicker*) di wilayah tersebut, spekulasi mengarah pada 3 faktor yang memungkinkan adanya *flicker* yaitu yang pertama adalah hubung singkat Fasa pada tanah maupun antara fasa,dengan fasa, namun kondisi saat itu tidak terjadi *trip* pada jaringan sehingga spekulasi pertama kemungkinan tidak terjadi, lalu yang kedua adanya pembusuran listrik (*electrical arcing*) yang mana merupakan gangguan listrik dari gas yang menghasilkan pelepasan berkepanjangan, yang mana pada kondisi ini kedip tegangan akan terjadi terus menerus selama substansi yang menjadi bahan pembusuran masih ada, faktor ini mungkin saja menjadi penyebab adanya *flicker*, namun penelitian berkelanjutan tidak akan dilakukan karena pengukuran yang masih mustahil untuk penulis laksanakan, dan faktor yang ketiga adalah adanya fluktuasi tegangan akibat pengaruh penetrasi PLTS Kayubihi pada gardu tersebut, secara hipotesis sederhana, penulis menyimpulkan hal tersebutlah yang menjadi penyebab dari adanya *flicker* pada jaringan distribusi sebagai imbas dari penetrasi pada jaringan tegangan menengah. Tentunya hipotesis tersebut nantinya akan dianalisa berdasarkan data – data yang diperlukan dalam pembuktian hipotesis tersebut. Oleh karena itu Penelitian Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Penetrasi Fotovoltaik Terhadap Fluktuasi Tegangan Pada Sistem Jaringan Distribusi Pada Wilayah Kayubihi“

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas dapat disimpulkan suatu masalah yaitu :

1. Bagaimana pengaruh Penetrasi PLTS Kayubihi terhadap terhadap Fluktuasi Tegangan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah pada Gardu Distribusi BI0099?
2. Bagaimana pengaruh Level Penetrasi PLTS Kayubihi pada Jaringan Distribusi 20 kV pada Gardu Distribusi BI0099?

## **1.3 Batasan Tugas Akhir**

Dikarenakan keterbatasan waktu maupun pengetahuan dari penulis, maka dari itu penulis membatasi permasalahan maupun analisis terhadap permasalahan yang diangkat, antara lain :

1. Pengaruh Penetrasi PV yang ditampilkan hanyalah berupa ada atau tidaknya pengaruh pada fluktuasi tegangan tanpa mempertimbangkan efek jangka panjang atau permasalahan lainnya yang timbul akibat adanya fluktuasi tegangan.
2. Hanya membandingkan dua gardu yang dijadikan sampel, yaitu BI0029 dan BI0099, sedangkan gardu lain akan dianggap tidak ada guna sehingga hasil analisis dan perbandingan bisa difokuskan.
3. Gangguan lain yang terjadi akan dianggap tidak ada sehingga dianggap tidak mempengaruhi hasil pengukuran.
4. Hasil pengukuran hanya dilakukan melalui bantuan PLN, dikarenakan keterbatasan alat maupun pengoperasiannya yang memiliki batasan tertentu.
5. Pengukuran dilaksanakan dengan jumlah 10 kali eksemplar dengan jadwal yang ditentukan oleh petugas PLN.

#### **1.4 Tujuan Tugas Akhir**

Adapun tujuan dari analisis tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui level Penetrasi PLTS Kayubih pada jaringan distribusi 20 kV di Gardu BI0099.
2. Untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh dari Penetrasi PLTS Kayubih pada Sistem Jaringan Distribusi 20 kV di Gardu BI0099.

#### **1.5 Manfaat Tugas Akhir**

Dari permasalahan yang telah diuraikan di atas diharapkan memperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Untuk menambah wawasan dan sebagai tambahan pembelajaran bagi penulis dan mahasiswa Politeknik Negeri Bali mengenai Fluktuasi tegangan dan dampak yang ditimbulkan baik itu dampak positif maupun negatif dalam distribusi tenaga listrik pada jaringan tegangan menengah (JTM)

2. Untuk menambah wawasan dan sebagai tambahan pembelajaran bagi penulis dan mahasiswa Politeknik Negeri Bali mengenai level penetrasi pada pembangkit terbarukan (RES), guna menentukan seberapa besar pengaruh dari penetrasi terhadap jaringan.
3. Sebagai referensi tambahan dalam penelitian mengenai dampak dari pembangunan pembangkit berdasarkan energi terbarukan, khususnya yang ditransmisikan maupun didistribusikan langsung di tengah penyulang.
4. Sebagai bahan pertimbangan untuk pembangunan PLTS *on grid* yang mempenetrasi jaringan distribusi sehingga tidak menimbulkan level penetrasi yang terlalu tinggi.
5. Sebagai bahan referensi tugas akhir bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro khususnya Program Studi DIII Teknik Listrik.

## **1.6 Sistematika Tugas Akhir**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Menjelaskan tentang gambaran umum mengenai penelitian tugas akhir yang berisikan :

1. Latar Belakang : Yaitu penjelasan mengenai permasalahan yang diangkat sebagai topik, pada bagian ini menjelaskan tentang alasan dari diambilnya suatu permasalahan yang akan dibahas dan juga mengenai hal – hal yang dirasa merupakan hal yang dapat menyokong maupun menguatkan dasar – dasar dari penelitian dari permasalahan yang diambil.
2. Rumusan Masalah : Yaitu berisi tentang pertanyaan maupun hipotesis yang hendak dipecahkan sebagai bagian dari analisa maupun analisis proyek akhir ini.
3. Batasan Masalah : Merupakan bagian yang membatasi ruang lingkup dari pembahasan maupun penelitian yang bertujuan untuk membuat hasil penelitian lebih spesifik dan lebih terarah tanpa terganggu oleh komponen yang tidak diperhitungkan maupun komponen pengganggu lainnya.
4. Tujuan Tugas Akhir : Yaitu berisi tentang tujuan yang hendak dicapai dari pelaksanaan maupun pembuatan tugas akhir ini.

5. Manfaat Tugas Akhir : Merupakan bagian yang membahas tentang hasil yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini.
6. Sistematika Tugas Akhir : Merupakan suatu bagian yang memuat tentang sistematika atau susunan – susunan pada tugas akhir ini.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan bagian yang memuat teori – teori dasar yang bertujuan sebagai penunjang sebagai dasar maupun acuan dalam penulisan tugas akhir, dasar yang dimaksud disini merupakan Teori, Cara Kerja, maupun Kontruksi dari suatu komponen maupun peralatan yang berhubungan dengan penelitian, antara lain :

1. Pengertian PLTS.
2. Prinsip Kerja PLTS.
3. Konstruksi PLTS.
4. Pengertian Penetrasi PLTS.
5. Pengertian Level Penetrasi.
6. Pengertian Fluktuasi Tegangan.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Merupakan Bab yang memuat tentang langkah atau prosedur yang dilakukan penulis dalam pengambilan data, pengolahan data, analisis pengolahan data serta hasil yang diharapkan dari penelitian ini.

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Merupakan bab yang memuat tentang eksemplar dari hasil pengukuran tegangan pada Gardu BI0099 dan Gardu BI0029, perbandingan tegangan kedua gardu, dan hasil yang menunjukkan indikasi adanya fluktuasi tegangan pada Gardu yang terhubung dengan PLTS.

## BAB V PENUTUP

Yakni Bab yang berisikan kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan yang membuktikan tujuan awal penelitian serta saran – saran yang mungkin diberikan oleh penulis pada penulisan tugas akhir ini.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Hasil Pengamatan diatas dan Hasil Perbandingan Grafik maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil perbandingan data, dapat diasumsikan bahwa kenaikan tegangan secara signifikan selalu terjadi pada pukul 10.00 – 15.00 yang merupakan jam operasional maksimum PLTS, hingga bisa diperoleh kesimpulan bahwa nilai dari kenaikan maupun penurunan tegangan pada data perbandingan sampel dari 1 sampai 10 cukup random, sehingga fluktuasi memang benar terjadi disana terutama Gardu BI0099.
2. Berdasarkan hasil akhir dari perhitungan, ditemukan bahwa selain menimbulkan fluktuasi sesaat, namun nilai dari fluktuasi menyentuh angka 1,08 pu yang berarti menyalahi peraturan PLN dalam level tegangan nominal.
3. Berdasarkan hasil sampel telah dibuktikan bahwa Penetrasi PLTS memiliki pengaruh terhadap flutuasi tegangan pada sistem jaringan distribusi.

Jadi berdasarkan kesimpulan diatas, berdasarkan rumusan masalah bisa penulis jawab hipotesis dalam perumusan masalah yaitu berupa :

1. Penetrasi PLTS terhadap Sistem Jaringan Tegangan menengah berpengaruh terhadap Fluktuasi Tegangan yang dibuktikan dengan adanya Peningkatan Tegangan diluar batas nominal pada jam operasional efektif PLTS.
2. Level Penetrasi tegangan yang rendah sekalipun dapat menyebabkan adanya fluktuasi tegangan, hal ini dibuktikan dengan level penetrasi yang hanya berkisar antara 50% dapat menyebabkan adanya penetrasi.

#### 5.2 Saran

Saran yang bisa penulis berikan dalam mengurangi pengaruh yang ditimbulkan dalam penetrasi PLTS adalah :

1. Merubah kontruksi PLTS dan menempatkan *outgoing* dari PLTS pada tiang akhir jaringan hingga dampaknya tidak akan terlalu mempengaruhi konsumen listrik pada tiang menengah.

2. Melakukan *planning* dalam pembangunan pembangkit, dan mengikuti kaidah dan makna dari penyulang, sehingga listrik bisa benar – benar mengalir dari tegangan yang tinggi ke tegangan yang rendah layaknya konsep dasar listrik.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 39 K/20/MEM/2019 tentang PENGESAHAN RENCANA USAHA PENYEDIAAN TENAGA LISTRIK PT PERUSAHAAN LISTRIK NEGARA (PERSERO) TAHUN 2019 SAMPAI DENGAN TAHUN 2028.
- [2]. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 49 Tahun 2018 tentang Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Oleh Konsumen PT Perusahaan Listrik Negara (Persero).
- [3]. Peraturan Menteri ESDM No. 19 Tahun 2016 tentang Pembelian Tenaga Listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik oleh PT. PLN.
- [4]. Jung J, Onen A, Arghandeh R, Broadwater RP. Coordinated control of automated devices and photovoltaic generators for voltage rise mitigation in power distribution circuits. *Renew Energy* 2014;66:532–40.
- [5]. Tariq aziz, Nipon Ketjoy. PV penetration limits in low voltage networks and voltage variations. *IEEE Access* 2017; 10.1109/ACCESS.2021.2747086 .
- [6]. S. Eftekharijad, V.Vittal, G. T. Heydt, B. Keel, and J. Loehr, “Impact of Increased Penetration of Photovoltaic Generation on Power Systems,” *IEEE T*
- [7]. H. B. Tambunan, A. A. Kusuma, and B. S. Munir, “Maximum Allowable Intermittent Renewable Energy Source Penetration in Java-Bali Power System,” in *2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*, 2018, pp. 325–328
- [8]. Peraturan Menteri ESDM No. 03 Tahun 2007 Tentang Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik Jawa-Madura-Bali.
- [8]. M.R. Patel. *Wind and Solar Power System*. Washington, DC: CRC Press., 1984.
- [9]. Yusuf Susilo Wijoyo, "Analisa Pemasangan Rooftop Photovoltaic System pada Sistem Elektrikal Bangunan" *Jurnal Departemen Teknik Elektro ISSN 2085-6350* Juli 2018.
- [10]. Rafael Sianipar, "DASAR PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA" *Jurnal Teknik Elektro*, Vol.11, No.2, Pebruari 2014
- [11]. A. Luque dan S. Hegedus. *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. Chichester, West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd., 2002.

- [12]. K. Takahashi dan M. Konagai. Amorphous Silicon Solar Cells. North Oxford Academic Publishers Ltd., 1986.
- [13]. Musalwahyuni, Kasmawi dan Sri Mawarni, "Aplikasi Tabel Periodik Unsur Menggunakan Konsep Mind Mapping" Jurnal Teknik Informatika, Vol.2, No.2, Nopember 2017
- [14]. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 36 Tahun 2018 tentang Petunjuk Operasional Pelaksanaan Dana Alokasi Khusus Fisik Bidang Energi Skala Kecil Oleh PT. PLN
- [15]. M.R. Patel. Wind and Solar Power System. Washington, DC: CRC Press., 1984.
- [16]. T. Maskvart dan L. Castaner. Practical Handbook of Photovoltaics. UK: Elsevier Science, Ltd., 2003
- [17]. Simon Roberts. Solar Electricity: A Practical Guide to Designing and Installing Small Photovoltaic Systems. Cambridge, UK: Prentice Hall International Ltd., 1991.
- [18]. Syahrudin dan Salim, Metodologi Penelitian Kuantitatif, Bandung : Citakapustaka Media, 2014.
- [19]. Rinna Hariyanti, "Analisis Pembacaan Meter Otomatis Listrik Dengan Menggunakan Jaringan Komunikasi" Jurnal Energi & Kelistrikan Vol. 7 No. 1, Januari - Mei 2015