

SKRIPSI

***ASSESSMENT* TEKNIS DAN EKONOMIS  
*PHOTOVOLTAIC ROOFTOP* EKSISTING DI PT  
PLN (PERSERO) UNIT PELAKSANA PENGATUR  
DISTRIBUSI BALI DENGAN *SOFTWARE SUNNY*  
*DESIGN***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

**Ni Luh Kade Dwijayanti**

NIM. 2215374044

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI BALI  
2023**

**LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI**

***ASSESSMENT TEKNIS DAN EKONOMIS  
PHOTOVOLTAIC ROOFTOP EKSISTING DI PT  
PLN (PERSERO) UNIT PELAKSANA PENGATUR  
DISTRIBUSI BALI DENGAN SOFTWARE SUNNY  
DESIGN***

*Oleh :*

Ni Luh Kade Dwijayanti

NIM. 2215374044

Skripsi ini telah melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk  
diujikan pada Ujian Skripsi

di

Program Studi D4 Teknik Otomasi  
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 14 Agustus 2023

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:

Dosen Pembimbing 2:



I.G.N.A. Dwijaya Saputra, ST. MT. Ph.D.  
NIP. 196902081997021001



I.B. Irawan Purnama, ST. M.Sc. Ph.D.  
NIP. 197602142002121001

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

# ***ASSESSMENT TEKNIS DAN EKONOMIS PHOTOVOLTAIC ROOFTOP EKSISTING DI PT PLN (PERSERO) UNIT PELAKSANA PENGATUR DISTRIBUSI BALI DENGAN SOFTWARE SUNNY DESIGN***

Oleh :

Ni Luh Kade Dwijayanti

NIM. 2215374044

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 18 Agustus 2023,  
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi  
di

Program Studi D4 Teknik Otomasi  
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, Agustus 2023

Disetujui Oleh :

Tim Penguji

1. Dr.Ir. I Wayan Jondra, M.Si  
NIP. 196807061994031003

2. I D.M. Cipta Santosa, ST., MT., Ph.D.  
NIP. 197212211999031002

Dosen Pembimbing :

1. I.G.N.A. Dwijaya S., ST. MT. Ph.D.  
NIP. 196902081997021001

2. I.B. Irawan Purnama, ST. M.Sc. Ph.D.  
NIP. 197602142002121001

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro

I. Wayan Raka Ardana, MT.  
NIP. 196705021993031005



## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

*ASSESSMENT* TEKNIS DAN EKONOMIS *PHOTOVOLTAIC ROOFTOP* EKSISTING DI PT PLN (PERSERO) UNIT PELAKSANA PENGATUR DISTRIBUSI BALI DENGAN *SOFTWARE SUNNY DESIGN*,  
adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, 18 Agustus 2023

Yang menyatakan



Ni Luh Kade Dwijayanti

NIM. 2215374044

## ABSTRAK

PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi atau yang disingkat menjadi UP2D Bali merupakan salah satu unit pelaksana yang berada dibawah PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Bali yang bertugas menjaga serta mengatur sistem kelistrikan 20 kV di seluruh Pulau Bali. PLN UP2D Bali memasang *Photovoltaic (PV) Rooftop* dengan kapasitas 5 kWp secara *on grid* sejak tahun 2017 dan memproduksi energi listrik sampai tahun 2019. Saat ini *PV Rooftop* dalam kondisi tidak beroperasi, sehingga *assessment* diperlukan untuk mengetahui penyebab kondisi tersebut dan memberikan rekomendasi penyempurnaan pemasangan peralatan *PV Rooftop*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil *assessment PV Rooftop* eksisting di PLN UP2D Bali, estimasi pembangkitan energi yang dihasilkan jika dilakukan perbaikan sesuai hasil *assessment* menggunakan *Software Sunny Design* dan kajian ekomonis hasil *assessment*. Metodologi yang digunakan dalam melakukan *assessment* yaitu pengumpulan data melalui studi literatur, observasi lapangan, wawancara, form dan pengukuran serta analisis data historis. Dalam melakukan pekerjaan *assessment* dimulai dari hilir yakni pemeriksaan inverter sampai ke hulu dan ditemukan kabel DC dari *PV* panel menuju *box junction* terputus sehingga tidak ada *output* daya pada *inverter*. Selain itu juga ditemukan beban dari *PV Rooftop* disampung langsung tanpa melalui *kwh exim* dan posisi pemasangan *PV* panel kurang optimum karena berada di sebelah barat. Berdasarkan hasil temuan tersebut, terdapat 3 opsi perbaikan dengan skema I yaitu pergantian kabel DC terputus yang membutuhkan biaya investasi sebesar Rp26.776.863, dimana akan menghasilkan daya sebesar 8,1 MWh/tahun dengan *payback period* selama 6 tahun. Skema II yaitu penggantian kabel DC terputus dan reposisi ke sisi utara dengan biaya investasi sebesar Rp49.867.158, dimana akan menghasilkan daya sebesar 9,3 MWh/tahun dengan *payback period* selama 11 tahun. Sedangkan untuk skema III yaitu penggantian kabel DC terputus, reposisi dan pergantian *inverter* dengan biaya investasi sebesar Rp79.068.044, dimana akan menghasilkan daya sebesar 9,3 MWh/tahun dengan *payback period* selama 16 tahun. Dari ketiga skema tersebut direkomendasikan untuk menggunakan skema I yakni pergantian kabel DC dengan keuntungan mengurangi perkiraan biaya rekening listrik tahunan sebesar Rp10.546.310, diiringi dengan investasi perkiraan biaya perbaikan Rp26.776.863 yang memenuhi parameter *PBP* dalam 6 tahun, *IRR* sebesar 43,06%, *NPV* sebesar Rp214.640.000 dan *B/C* sebesar 2,26. Pemilihan skema ini dengan mempertimbangkan kelayakan investasi yang paling rendah dan *payback period* yang paling cepat yakni pergantian kabel DC yang terputus, dengan tambahan bimbingan teknis sesuai dengan SOP, *maintenance* pembersihan PLTS dan aktivasi monitoring PLTS.

**Kata Kunci:** PLN UP2D Bali, *Photovoltaic Rooftop*, *Assessment*, *Sunny Design*, Skema.

## **ABSTRACT**

*PT PLN (Persero) Distribution Regulatory Implementing Unit, or abbreviated as UP2D Bali, is one of the implementing units under PT PLN (Persero) Bali Main Distribution Unit, which is tasked with maintaining and managing the 20 kV electricity system throughout the island of Bali. PLN UP2D Bali has installed a Photovoltaic (PV) Rooftop with a capacity of 5 kWp on the grid since 2017 and will produce electricity until 2019. Currently, the PV Rooftop is not operating, so an assessment is needed to find out the cause of this condition and provide recommendations for improving the installation of equipment on the PV Rooftop. The purpose of this study was to find out the results of the existing Rooftop PV assessment at PLN UP2D Bali, the estimated energy generation produced if repairs were made according to the assessment results using Sunny Design Software, and the economic study of the assessment results. The methodology used in conducting the assessment is data collection through literature studies, field observations, interviews, forms, and measurements, as well as historical data analysis. In carrying out the assessment work, starting from downstream, namely inspecting the inverter upstream, I found that the DC cable from the PV panel to the junction box was disconnected, so there was no power output to the inverter. In addition, it was also found that the load from the Rooftop PV was accommodated directly without going through the kWh exim, and the installation position of the PV panel was not optimal because it was in the west. Based on these findings, there are 3 repair options with Scheme I, namely replacing a disconnected DC cable, which requires an investment cost of Rp26,776,863, which will produce a power of 8.1 MWh/year with a payback period of 6 years. Scheme II, namely replacing the disconnected DC cable and repositioning it to the north side, has an investment cost of IDR 49,867,158 and will generate 9.3 MWh/year with a payback period of 11 years. As for scheme III, namely replacing disconnected DC cables, repositioning, and replacing inverters with an investment cost of IDR 79,068,044, which will generate power of 9.3 MWh/year with a payback period of 16 years. Of the three schemes, it is recommended to use scheme I, namely the replacement of DC cables with the benefit of reducing annual electricity bill costs by IDR 10,546,310, accompanied by an investment in repair costs of IDR 26,776,863, which meets PBP parameters in 6 years with an IRR of 43,06%, NPV of IDR214,640,000 and a B/C of 2,26. The choice of this scheme took into account the feasibility of the lowest investment and the fastest payback period, namely the replacement of disconnected DC cables with the addition of Technical Guidance according to SOP, maintenance of PLTS cleaning, and activation of PLTS monitoring.*

**Keywords:** *PLN UP2D Bali, Photovoltaic Rooftop, Assessment, Sunny Design, Schematic.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“ASSESSMENT TEKNIS DAN EKONOMIS *PHOTOVOLTAIC ROOFTOP* EKSISTING DI PT PLN (PERSERO) UNIT PELAKSANA PENGATUR DISTRIBUSI BALI DENGAN *SOFTWARE SUNNY DESIGN*”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menempuh studi akhir Program Peminatan Energi Baru Terbarukan Program Studi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali. Penulisan Skripsi ini dapat terlaksana dengan baik, tak terlepas dari bantuan dan kerja sama dari berbagai pihak, sehingga beberapa kendala yang kami dapat terbantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. I Nyoman Abdi, SE., M.eCom. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Ir. I Wayan Raka Ardana, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Skripsi.
3. I.B. Irawan Purnama, ST., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Otomasi untuk Program Peminatan Energi Baru Terbarukan Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali sekaligus selaku Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Skripsi.
4. I Gusti Ngurah Agung Dwijaya Saputra, ST. MT. Ph.D., selaku Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Skripsi.
5. I Made Eka Saputra, selaku *client* di PT PLN (Persero) UP2D Bali yang telah memberikan pengetahuan dan bimbingan kepada penulis.
6. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan perlindungan-Nya selama penyusunan Skripsi.
7. Orang tua, pengasuh, anak dan sanak keluarga yang telah membantu meringankan beban penulis.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah memberikan saran, ide dan dukungannya sampai dengan terselesaikannya Skripsi ini.

Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Skripsi ini. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca demi kesempurnaan Skripsi ini. Akhir kata kami mengucapkan terima kasih. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bukit Jimbaran, Agustus 2023

Penulis



# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Cover Skripsi .....	i
Lembar Persetujuan Ujian Skripsi .....	ii
Lembar Pengesahan Skripsi.....	iii
Halaman Pernyataan Keaslian Karya Skripsi .....	iv
Abstrak.....	v
Kata Pengantar .....	vii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	x
Daftar Tabel .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	6
2.2 Dasar Teori Penunjang.....	11
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>33</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	33
3.2 Desain Penelitian.....	33
3.3 Metode Pengumpulan Data .....	34
3.4 Metode Analisis Data.....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Hasil <i>Assessment Photovoltaic Rooftop</i> .....	37
4.2 Desain Perbaikan yang Diharapkan .....	54
4.3 Kajian Ekonomis Hasil <i>Assessment</i> .....	61
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>75</b>
5.1 Kesimpulan .....	75
5.2 Saran.....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>xv</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Blok Diagram Sistem <i>Photovoltaic Rooftop</i> .....	1
Gambar 1.2 Wiring Diagram Eksisting Sistem <i>Photovoltaic Rooftop</i> .....	2
Gambar 2.1 Skema PLTS Off-Grid PV System With Storage .....	12
Gambar 2.2 Sistem PLTS <i>Grid-Connected</i> Dengan Penyimpanan (a) <i>Charge Control</i> dan <i>Inverter Charge Control</i> Terpisah dan <i>Charge Control</i> Terintegrasi (b) .....	13
Gambar 2.3 Skema Prinsip Inverter Satu Fasa .....	14
Gambar 2.4 <i>Inverter</i> .....	14
Gambar 2.5 Prinsip Teknologi PWM .....	15
Gambar 2.6 Diagram Dari Sebuah Potongan Sel Surya .....	16
Gambar 2.7 Hubungan Sel Surya, <i>PV</i> Modul dan <i>Array</i> .....	16
Gambar 2.8 <i>Monocrystalline Silicon Module</i> .....	17
Gambar 2.9 <i>Polycrystalline Silicon Module</i> .....	18
Gambar 2.10 <i>Thin Film Photovoltaic</i> .....	18
Gambar 2.11 Kurva I-V Daya Terhadap Perubahan Temperatur .....	19
Gambar 2.12 Efek <i>Insolation Intensity</i> Terhadap Arus .....	22
Gambar 2.13 Sudut Kemiringan Panel Surya yang Berbeda .....	24
Gambar 2.14 Tampilan <i>Sunny Design</i> .....	24
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	33
Gambar 4. 1 Sisi Selatan <i>Photovoltaic Rooftop</i> .....	37
Gambar 4. 2 Sisi Utara <i>Photovoltaic Rooftop</i> .....	37
Gambar 4. 3 Tampak Depan <i>Photovoltaic Rooftop</i> .....	38
Gambar 4.4 Grafik Produksi Daya <i>Photovoltaic Rooftop</i> .....	38
Gambar 4.5 Rupiiah Produksi <i>Photovoltaic Rooftop</i> .....	39
Gambar 4.6 <i>Inverter</i> .....	39
Gambar 4.7 DC Junction Box dan Wiring Diagram .....	40
Gambar 4.8 AC Junction Box dan Wiring Diagram .....	40
Gambar 4.9 Panel Surya Eksisting .....	40
Gambar 4.10 Kabel DC NYAF 1 x 4 mm .....	41
Gambar 4.11 Kabel AC NYHY 3 x 6 mm .....	41
Gambar 4.12 Sistem <i>Photovoltaic Rooftop</i> Menggunakan Surga Petir DC .....	41
Gambar 4.13 Sistem <i>Photovoltaic Rooftop</i> Menggunakan Surga Petir AC .....	42
Gambar 4.14 MCB Eksisting .....	42
Gambar 4.15 Wiring Diagram <i>Photovoltaic Rooftop</i> .....	44
Gambar 4. 16 Penemuan Kabel Terpotong .....	49
Gambar 4. 17 Proses Penyambungan Sementara .....	50
Gambar 4.18 Tampilan <i>Inverter</i> .....	50

Gambar 4.19 Pemantauan Melalui Aplikasi CSI Solar .....	52
Gambar 4.20 NYAF 1x4mm .....	54
Gambar 4.21 Simulasi Kondisi Eksisting pada <i>Sunny Design</i> .....	55
Gambar 4.22 <i>Energy Yield</i> pada Simulasi Kondisi Eksisting.....	55
Gambar 4.23 Grafik Produksi Bulanan Kondisi Eksisting .....	56
Gambar 4.24 Simulasi Kondisi Rencana Reposisi pada <i>Sunny Design</i> .....	56
Gambar 4.25 <i>System Metrics</i> pada Simulasi Kondisi Reposisi .....	57
Gambar 4.26 Grafik Produksi Bulanan Kondisi Reposisi .....	57
Gambar 4.27 <i>Single Line Diagram</i> dengan <i>Inverter</i> Eksisting Menggunakan <i>Sunny Design</i> .....	58
Gambar 4.28 <i>Single Line Diagram</i> dengan <i>Inverter</i> yang Direncanakan Menggunakan <i>Sunny Design</i> .....	59
Gambar 4.29 <i>Nameplate Inverter</i> yang Direncanakan .....	59
Gambar 4.30 NYM 5 x 4 mm .....	60
Gambar 4.31 MCB 3 Phasa 25 A .....	60
Gambar 4.32 Komparasi Hasil Energi per Tahun Ketiga Skema .....	61
Gambar 4.33 Opsi Skema yang Ditawarkan.....	61
Gambar 4.34 Grafik Komparasi <i>Payback Period</i> 3 Skema Perbaikan .....	72
Gambar 4.35 Grafik Komparasi <i>Net Present Value</i> 3 Skema Perbaikan.....	73
Gambar 4.36 Grafik Komparasi <i>Internal Rate of Return</i> 3 Skema Perbaikan .....	73
Gambar 4.37 Grafik Komparasi <i>Benefit Cost Ratio</i> 3 Skema Perbaikan .....	73
Gambar 4.38 Langkah-Langkah Rekomendasi .....	74

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Produksi Energi Listrik <i>Photovoltaic Rooftop</i> .....	2
Tabel 4.1 Produksi Daya <i>Photovoltaic Rooftop</i> .....	38
Tabel 4.2 Spesifikasi Peralatan <i>Photovoltaic Rooftop</i> Eksisting.....	39
Tabel 4.3 Kesesuaian dengan Spesifikasi.....	43
Tabel 4.4 Hasil Assessment Inverter <i>Photovoltaic Rooftop</i> di PLN UP2D Bali.....	45
Tabel 4.5 Hasil <i>Assessment Panel Box Photovoltaic Rooftop</i> di PLN UP2D Bali.....	46
Tabel 4.6 Hasil <i>Assessment Panel Surya Photovoltaic Rooftop</i> di PLN UP2D Bali.....	47
Tabel 4.7 Energi Harian Melalui CSI Solar.....	53
Tabel 4.8 Komparasi Energi Harian dan <i>Sunny Design</i> .....	58
Tabel 4.9 RAB Skema I.....	62
Tabel 4.10 RAB Skema II.....	62
Tabel 4.11 RAB Skema III.....	64
Tabel 4.12 Analisa <i>NPV, IRR</i> dan <i>B/C</i> Pergantian Kabel.....	66
Tabel 4.13 Analisa <i>PBP</i> Pergantian Kabel.....	67
Tabel 4.14 Analisa Benefit Penurunan Pembayaran Tagihan dalam Pergantian Kabel.....	67
Tabel 4.15 Analisa <i>NPV, IRR</i> dan <i>B/C</i> Pergantian Kabel dan Reposisi.....	68
Tabel 4.16 Analisa <i>PBP</i> Pergantian Kabel dan Reposisi.....	68
Tabel 4.17 Analisa Benefit Penurunan Pembayaran Tagihan dalam Pergantian Kabel dan Reposisi.....	69
Tabel 4.18 Analisa <i>NPV, IRR</i> dan <i>B/C</i> Pergantian Kabel, Reposisi dan Penggantian <i>Inverter</i> .....	69
Tabel 4.19 Analisa <i>PBP</i> Pergantian Kabel, Reposisi dan Penggantian <i>Inverter</i> .....	70
Tabel 4.20 Analisa Benefit Penurunan Pembayaran Tagihan dalam Pergantian Kabel, Reposisi dan Penggantian <i>Inverter</i> .....	70
Tabel 4.21 Analisa Finansial Skema I.....	71
Tabel 4.22 Analisa Finansial Skema II.....	71
Tabel 4.23 Analisa Finansial Skema III.....	71
Tabel 4.24 Komparasi Skema I, II dan III.....	72

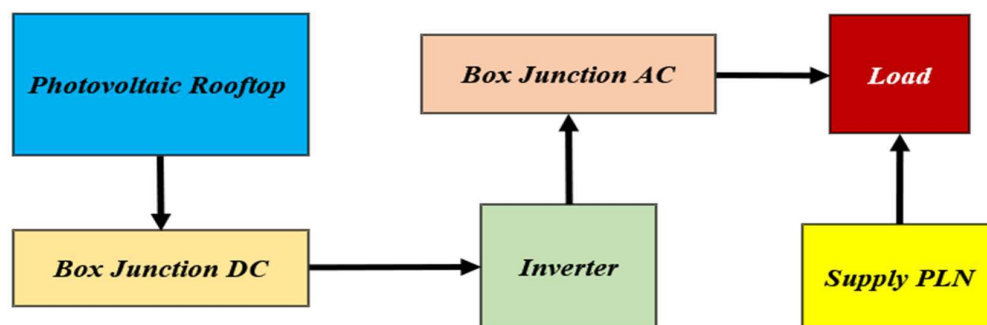
# BAB I

## PENDAHULUAN

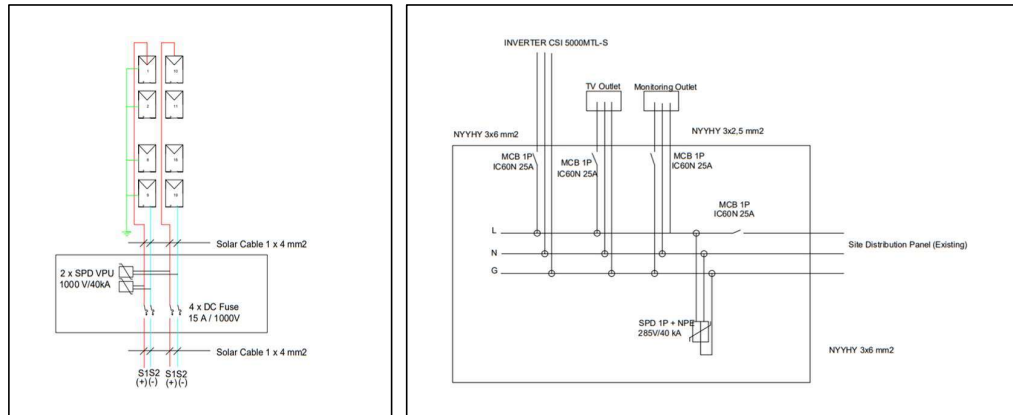
### 1.1 Latar Belakang

PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi atau yang disingkat menjadi UP2D Bali beralamat di Jalan Diponegoro No.17 Denpasar, Bali merupakan salah satu unit pelaksana yang berada dibawah PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Bali yang turut serta dalam pelaksanaan tugas dan tanggung jawab memelihara dan mengelola sistem kelistrikan 20 kV di seluruh Provinsi Bali. Tugas pokok PT PLN (Persero) UP2D Bali adalah melakukan pengelolaan kegiatan operasi jaringan distribusi secara *real time*, dengan *remote control* menggunakan sistem *Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)* yang terhubung dengan peralatan ketenagalistrikan. Dalam menjalankan kegiatan usahanya didukung oleh empat bidang antara lain bidang fasilitas operasi, bidang pemeliharaan, bidang operasi sistem serta bidang keuangan dan umum. PLN UP2D Bali memiliki 70 orang pegawai organik dan 26 tenaga alih daya dengan konsumsi energi listrik pada tahun 2022 sebesar 303.932 kWh dimana daya terpasang sebesar 82.500 VA.

Dalam mendukung salah satu misi PLN UP2D Bali untuk menjalankan kegiatan usaha yang berwawasan lingkungan dan berupaya meningkatkan efisiensi operasional perusahaan serta sebagai wujud nyata dalam meminimalisir dampak gas rumah kaca (GRK), PLN UP2D Bali memasang sistem *Photovoltaic Rooftop* dengan kapasitas 5 kWp secara *on grid* dengan skema peralatan terpasang seperti berikut:



**Gambar 1.1** Blok Diagram Sistem *Photovoltaic Rooftop*



**Gambar 1.2** Wiring Diagram Eksisting Sistem *Photovoltaic Rooftop*

Berdasarkan gambar 1.2 diatas, energi yang dihasilkan *Photovoltaic Rooftop* masuk ke *inverter* melalui *box junction DC*. Disini energi DC yang dihasilkan *Photovoltaic Rooftop* diubah menjadi energi AC yang disalurkan ke beban melalui *box junction AC* dengan sistem *AC Couple*. PLN UP2D Bali menggunakan suplai listrik utama dari PLN dan *Photovoltaic Rooftop* dipasang secara *on grid*.

*Photovoltaic Rooftop* dipasang pada tahun 2017 dan mulai memproduksi energi listrik dari bulan Mei tahun 2017 sampai dengan tahun 2019, saat ini *Photovoltaic Rooftop* dalam kondisi tidak beroperasi dengan data produksi energi listrik sebagai berikut:

**Tabel 1.1** Produksi Energi Listrik *Photovoltaic Rooftop*

Tahun	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Pemakaian PLN (kWh)	315.667	312.869	310.860	246.185	273.539	303.932
Produksi daya PV(kWh)	4.315	7.243	7.475	0	0	0
Total Pemakaian Daya (kWh)	319.982	320.112	318.335	246.185	273.539	303.932

Berdasarkan tabel 1.1 di atas, konsumsi energi listrik PLN diperoleh dari total inventarisasi data konsumsi listrik kegiatan kantor setiap bulannya dalam periode satu tahun, sementara data produksi *PV Rooftop* diperoleh dari *history* produksi daya yang dihasilkan oleh sistem *PV Rooftop* eksisting. Konsumsi daya total diperoleh dari penjumlahan penggunaan PLN dan produksi daya *PV Rooftop*.

Sejak tahun 2020 hingga saat ini sistem *PV Rooftop* tidak beroperasi sehingga tidak menghasilkan energi listrik. Peralatan *Photovoltaic Rooftop* saat ini tidak beroperasi yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu:

1. Panel *Photovoltaic Rooftop* dalam kondisi tidak beroperasi;
2. Tidak diketahui efektifitas operasional *Photovoltaic Rooftop*.

Berdasarkan uraian permasalahan diatas, maka penelitian yang diangkat adalah melakukan *assessment* peralatan *Photovoltaic Rooftop* yang sudah terpasang di PLN UP2D Bali. *Assessment* yang dilakukan berupa pemeriksaan dan pengujian terhadap peralatan yang terpasang serta rekomendasi perbaikan agar peralatan *Photovoltaic Rooftop* dapat beroperasi secara optimal. Rekomendasi perbaikan yang dilakukan disimulasikan di *Software Sunny Design*. *Software* ini dipilih karena memiliki kompatibilitas dan kemudahan bagi penggunaanya dalam mendesign.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimakah hasil *assessment Photovoltaic Rooftop* eksisting di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali?
- b. Berapakah estimasi pembangkitan energi listrik yang dihasilkan jika dilakukan perbaikan sesuai dengan hasil *assessment* dengan simulasi *Software Sunny Design*?
- c. Bagaimanakah kajian ekonomis hasil *assessment Photovoltaic Rooftop* eksisting di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali?

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, ruang lingkup penelitian hanya akan dibatasi pada:

- a. Tidak melakukan audit energi dengan menghitung penggunaan peralatan listrik secara manual namun penggunaan listrik dilihat dari rekap laporan pembayaran listrik perusahaan;
- b. Melakukan pemeriksaan, pengujian dan rekomendasi perbaikan *Photovoltaic Rooftop* eksisting;
- c. Tidak melakukan manipulasi data hasil pemeriksaan dan pengujian, sehingga data - data yang digunakan sesuai dengan keadaan di lapangan.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Untuk mengetahui hasil *assessment Photovoltaic Rooftop* eksisting di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali.
- b. Untuk mengetahui estimasi pembangkitan energi listrik yang dihasilkan jika dilakukan perbaikan sesuai dengan hasil *assessment* dengan simulasi *Software Sunny Design*.
- c. Untuk mengetahui kajian ekonomis hasil *assessment Photovoltaic Rooftop* eksisting di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara akademik maupun aplikatif yaitu:

- a. Manfaat Akademik
  1. Memahami dan menerapkan proses rekayasa yang dipelajari dengan memecahkan masalah-masalah teknik aktual klien;
  2. Menilai masalah secara sistematis, mengidentifikasi tujuan proyek dan membaginya menjadi tujuan proyek yang dapat dicapai;
  3. Merencanakan dan mengelola proyek secara terstruktur;
  4. Mengembangkan *soft skill* seperti kerjasama tim yang multidisiplin, komunikasi dengan klien dan atasan, bertanggung jawab, bekerja secara terstruktur dan disiplin, serta mencatat dan menyajikan data dan hasil dalam bentuk yang dapat dipahami klien.
- b. Manfaat Aplikatif
  1. Mendapatkan hasil kajian perbaikan (*assessment*) peralatan *Photovoltaic Rooftop* pada akhir pelaksanaan Skripsi.
  2. Rekomendasi penyempurnaan pemasangan *Photovoltaic Rooftop* agar dapat beroperasi kembali dan meningkatkan efisiensi produksi energi listrik.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian skripsi ini terdiri dari 5 bab yaitu:

- a. Bab I Pendahuluan  
Menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.



- b. Bab II Tinjauan Pustaka  
Menguraikan tentang penelitian sebelumnya dan landasan teori yang berisi definisi PLTS, *assesment* PLTS, komponen-komponen yang digunakan pada alat yang akan dirancang, dan investasi yang sekiranya akan dirancang.
- c. Bab III Metode Penelitian  
Menguraikan tentang tempat dan waktu penelitian, desain penelitian, metode pengumpulan data, metode analisis data dan jadwal penelitian
- d. BAB IV Hasil dan Pembahasan  
Menguraikan tentang hasil permasalahan penelitian, yang terdiri dari deskripsi data, hasil dan pembahasan menggunakan analisis teknis dan investasi *assessment* PLTS.
- e. BAB V Penutup  
Menguraikan tentang simpulan dan saran dari hasil penelitian yang sekiranya bermanfaat bagi keseluruhan aspek yang membaca dan juga saran kedepannya.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Hasil kajian perbaikan (*assessment*) peralatan *Photovoltaic Rooftop* ditemukan permasalahan kabel DC terputus pada kabel *tray*, posisi *Photovoltaic Rooftop* tidak pada posisi yang optimum dan *output* tegangan AC tersambung ke fasa S tanpa melewati kWh. Dengan adanya temuan ini, maka perlu dilakukan perbaikan berupa penggantian kabel DC yang terputus, melakukan reposisi *Photovoltaic Rooftop* agar menghasilkan energi listrik lebih optimum dan memindahkan *output* tegangan AC yang tersambung ke fasa S dengan melewati kWh meter.
- b. Pembangkitan energi listrik yang dihasilkan jika dilakukan perbaikan sesuai dengan hasil *assessment* menggunakan simulasi *Software Sunny Design* dengan skema pergantian kabel DC yang terputus, PLTS akan menghasilkan energi perkiraan 8,1 MWh/tahun, sedangkan pada skema pergantian kabel DC yang terputus dan reposisi menghasilkan energi perkiraan 9,3 MWh/tahun dan pada skema pergantian kabel DC terputus, reposisi serta pergantian inverter menghasilkan energi perkiraan 9,3 MWh/tahun. Reposisi *Photovoltaic Rooftop* memiliki peranan penting dalam meningkatkan pembangkitan energi listrik sebesar 14,8%, namun dengan penggantian kabel DC saja tidak mampu meningkatkan pembangkitan energi listrik.
- c. Rekomendasi yang diberikan terhadap hasil *assessment Photovoltaic Rooftop* eksisting di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali adalah mengganti kabel DC yang terputus dengan perkiraan pengurangan biaya rekening listrik tahunan sebesar Rp10.546.310 dan perkiraan biaya perbaikan sebesar Rp26.776.863. Investasi ini akan dapat kembali dalam waktu 6 tahun dengan *IRR* sebesar 43,06%, *NPV* sebesar Rp214,64 dan *B/C* sebesar 2,26. Pemilihan skema ini dengan mempertimbangkan kelayakan investasi yang paling rendah dan *payback period* yang paling cepat. Direkomendasikan juga agar dilaksanakan

tambahan bimbingan teknis sesuai dengan SOP, melakukan *maintenance* pembersihan PLTS dan aktivasi *monitoring* PLTS.

## **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian dan untuk pengembangan selanjutnya, penulis menyampaikan beberapa saran, antara lain:

- a. Kedepannya bisa dilakukan perhitungan manual sebagai pembanding dengan *Sunny Design*.
- b. Kedepannya dapat dilakukan pertimbangan sisi manajemen proyek bimbingan teknis yang akan dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. M. Pangaribuan, I. Ayu, D. Giriantari, and I. W. Sukerayasa, “Desain PLTS Atap Kampus Universitas Udayana: Gedung Rektorat,” *Jurnal SPEKTRUM Vol*, vol. 7, no. 2, 2020.
- [2] E. Tarigan, “Simulasi optimasi kapasitas PLTS atap untuk rumah tangga di Surabaya,” *Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah*, vol. 14, no. 1, pp. 13–22, 2020.
- [3] R. Rafli, J. Ilham, and S. Salim, “Perencanaan dan Studi Kelayakan PLTS Rooftop Pada Gedung Fakultas Teknik UNG,” *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 8–15, 2022.
- [4] P. S. Ningsih, “Pengukuran Tegangan, Arus, Daya pada Prototype PLTS Berbasis Mikrokontroler Arduin Uno,” *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri*, vol. 5, no. 1, pp. 8–16, 2020.
- [5] I. W. S. Putra, I. N. S. Kumara, and R. S. Hartati, “Analisis Tekno Ekonomi Implementasi Sistem PLTS Atap Pada Gedung Kantor Walikota Denpasar”.
- [6] A. Pawitra, I. N. S. Kumara, and W. G. Ariastina, “Review perkembangan PLTS di Provinsi Bali menuju target kapasitas 108 MW tahun 2025,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 181, 2020.
- [7] A. Ardiansyah, I. N. Setiawan, and I. W. Sukerayasa, “Perancangan Plts Atap On Grid System Pada Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian Dan Pengembangan Kota Probolinggo,” *Jurnal SPEKTRUM Vol*, vol. 8, no. 4, 2021.
- [8] T. S. D. Singh, B. A. Shimray, A. B. Singh, and S. N. Meitei, “Performance measurement of 5 kWp rooftop grid-connected SPV system in moderate climatic region of Imphal, Manipur, India,” *Energy for Sustainable Development*, vol. 73, pp. 292–302, 2023.
- [9] D. F. Butay and M. T. Miller, “Maximum peak power tracker: a solar application,” *Worcester Polytechnic Institute (WPI) Degree of Bachelor of Science*, 2008.
- [10] I. W. S. Yasa, G. Nur, and M. Asna, “Analisis Sistem House Load Dalam Menunjang Keandalan Penyaluran Listrik di PLTDG Pesanggaran,” *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, vol. 4, no. 2, pp. 110–119, 2021.
- [12] H. Hasan, “perancangan pembangkit listrik tenaga surya di pulau Saugi,” *Jurnal riset dan teknologi kelautan*, vol. 10, no. 2, pp. 169–180, 2012.
- [13] F. Hidayat, B. Winardi, and A. Nugroho, “Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro,” *Transient*, vol. 7, no. 4, p. 875, 2019.
- [14] M. Syukri, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh,” *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 9, no. 2, pp. 77–80, 2010.

- [15] A. Kusumawardani and M. I. Alamsyah, “Analisis perhitungan BEP (break even point) dan margin of safety dalam penentuan harga jual pada usaha kecil menengah,” *Jurnal Ilmu Keuangan dan Perbankan (JIKA)*, vol. 9, no. 2, pp. 117–130, 2020.
- [16] I. M. A. Nugraha, F. Luthfiani, G. Sotyaramadhani, M. A. Idrus, K. Tambunan, and M. Samusamu, “Pendampingan teknis pemasangan dan perawatan pembangkit listrik tenaga surya di Desa Tablolong Nusa Tenggara Timur,” *Rengganis Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 2, pp. 97–107, 2021.
- [17] D. Darno, “Studi Perencanaan Modul Praktikum Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts),” *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [18] I. W. Y. M. Wiguna, W. G. Ariastina, and I. N. S. Kumara, “Kajian Pemanfaatan Stand Alone Photovoltaic System untuk Penerangan Jalan Umum di Pulau Nusa Penida,” *Buletin of Electrical Technology*, vol. 11, no. 2, 2012.
- [19] I. G. N. S. Waisnawa, I. M. Rajendra, and I. M. Sudana, “Analisis Risiko Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu di Nusa Penida,” *Matrix: Jurnal Manajemen Teknologi dan Informatika*, vol. 5, no. 2, p. 1, 2017.
- [20] C. T. Manik, F. D. Wijaya, and T. Juliandhy, “Evaluation of Hybrid System Solar-Wind-Diesel In Nusa Penida Bali-Indonesia,” *Int J Sci Eng Res*, 2014.
- [21] I. N. Setiawan, W. G. Ariastina, I. N. S. Kumara, I. W. Sukerayasa, and I. A. D. Giriantari, “Revitalization of Renewable Energy Generation in Nusa Penida”.
- [22] N. A. Pambudi, R. A. Firdaus, R. Rizkiana, D. K. Ulfa, and M. S. Salsabila, “Renewable Energy in Indonesia: Current Status, Potential, and Future Development,” *Sustainability*, vol. 15, no. 3, p. 2342, 2023.
- [23] I. W. Y. M. Wiguna, W. G. Ariastina, and I. N. S. Kumara, “Kajian Pemanfaatan Stand Alone Photovoltaic System untuk Penerangan Jalan Umum di Pulau Nusa Penida,” *Buletin of Electrical Technology*, vol. 11, no. 2, 2012.
- [24] C. T. Manik, F. D. Wijaya, and T. Juliandhy, “Evaluation of Hybrid System Solar-Wind-Diesel In Nusa Penida Bali-Indonesia,” *Int J Sci Eng Res*, 2014.
- [25] I. N. Setiawan, W. G. Ariastina, I. N. S. Kumara, I. W. Sukerayasa, and I. A. D. Giriantari, “Revitalization of Renewable Energy Generation in Nusa Penida”.
- [26] Haydaroğlu. C., & Gümüş, B, (2017), Examination of Web-Based PVGIS and Sunny Design Web Photovoltaic System Simulation Programs And Assessment Of Reliability Of The Results, *Journal of Engineering and Technology*, 1(1), 32-38.