

SKRIPSI

**STUDI TEKNIS DAN EKONOMIS REPOSISI ARAH
PENEMPATAN *PHOTOVOLTAIC ROOFTOP* DI PT
PLN (PERSERO) UNIT PELAKSANA PENGATUR
DISTRIBUSI BALI DENGAN APLIKASI BERBASIS
*WEB HELIOSCOPE***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Made Agus Sugiasa

NIM. 2215374038

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

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

**STUDI TEKNIS DAN EKONOMIS REPOSISI ARAH
PENEMPATAN *PHOTOVOLTAIC ROOFTOP* DI PT
PLN (PERSERO) UNIT PELAKSANA PENGATUR
DISTRIBUSI BALI DENGAN APLIKASI BERBASIS
*WEB HELIOSCOPE***

Oleh :

I Made Agus Sugiasa

2215374038

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, 21 Agustus 2023

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



Ir. I Ketut Suryawan, MT.
NIP. 196705081994031001

Dosen Pembimbing 2:



I Dewa Made Cipta Santosa, ST., MT. Ph.D.
NIP. 197212211999031002

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

STUDI TEKNIS DAN EKONOMIS REPOSISI ARAH PENEMPATAN *PHOTOVOLTAIC ROOFTOP* DI PT PLN (PERSERO) UNIT PELAKSANA PENGATUR DISTRIBUSI BALI DENGAN APLIKASI BERBASIS *WEB HELIOSCOPE*

Oleh :

I Made Agus Sugiasa

NIM. 2215374038

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 22 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, 30 Agustus 2023

Disetujui Oleh:

Tim Penguji :

1. Ir. I Made Budiada, M.Pd.
NIP. 196506091992031002

2. Ida Bagus Irawan Purnama, ST.,M.sc.Ph.D
NIP. 197602142002121001

Dosen Pembimbing :

1. Ir. I Ketut Suryawan, MT.
NIP. 196705081994031001

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

Disahkan Oleh:



Ketua Jurusan Teknik Elektro

I. I Wayan Raka Ardana, MT.
NIP. 196705021993031005

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

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

Studi Teknis dan Ekonomis Reposisi Arah Penempatan *Photovoltaic Rooftop* di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali dengan Aplikasi Berbasis *Web Helioscope*,

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, 30 Agustus 2023

Yang menyatakan



I Made Agus Sugiasa

NIM. 2215374038

ABSTRAK

Operation and Maintenance (O&M) dalam *photovoltaic rooftop* memiliki peran penting untuk memastikan kinerja yang optimal, keberlanjutan, dan efisiensi dari sistem. *Assessment* dilakukan di *photovoltaic rooftop* yang sudah terpasang di PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali sejak tahun 2017. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan April tahun 2023 hingga bulan Juli tahun 2023. Data yang didapat akan dianalisis secara deskriptif dan kuantitatif. Hasil *assessment* peralatan *photovoltaic rooftop* ditemukan permasalahan kabel DC terputus di dua titik pada kabel *tray*, dan posisi penempatan *existing photovoltaic rooftop* belum menghasilkan energi yang optimal. Dengan adanya temuan ini, maka perlu dilakukan perbaikan berupa penggantian kabel DC yang terputus dan melakukan reposisi *photovoltaic rooftop* agar menghasilkan energi listrik lebih optimum. Pembangkitan energi listrik *photovoltaic rooftop* posisi *existing* menghasilkan energi sebesar 7.289,3 kWh/tahun sedangkan reposisi ke sebelah utara *photovoltaic rooftop* menghasilkan energi sebesar 8.142,1 kWh/tahun berdasarkan simulasi *Helioscope*. Ini mengindikasikan terjadinya peningkatan produksi energi sebesar 12% atau sebesar 852,8 kWh/tahun. Jika dikonversikan ke dalam nilai rupiah sesuai dengan jenis tarif listrik di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali yakni B2 dengan tarif Rp 1.444,7/kWh, maka akan terlihat peningkatan produksi sebesar Rp 1.234.002,- apabila *photovoltaic rooftop* berada di sebelah utara. Dari segi *performance ratio* meningkat sebesar 7,3% dimana posisi barat menunjukkan *performance ratio* sebesar 73,9% sedangkan di utara 81,2%. Hal ini menunjukkan reposisi ke arah utara dari sisi teknis pembangkitan dikatakan layak. Penyempurnaan pemasangan *photovoltaic rooftop* agar dapat dioperasikan kembali dan memaksimalkan produksi energi listrik dilakukan dengan pergantian kabel DC dan reposisi *photovoltaic rooftop* ke arah utara dengan biaya *Life Cycle Cost (LCC)* sebesar Rp 119.959.349,-. Secara perhitungan kelayakan ekonomis *Pay back Period (PBP)*, besarnya biaya tersebut akan diperoleh kembali di tahun ke-17 dengan umur ekonomis peralatan selama 19 tahun. Jadi keuntungan bersih yang akan diterima pada akhir umur ekonomis peralatan sebesar Rp 9.089.184,-. *Benefit Cost Ratio (BCR)* yang dihasilkan lebih besar dari 1 yaitu sebesar 1,07. Dari hasil perhitungan kelayakan ekonomis tersebut, dapat nilai perencanaan pekerjaan reposisi *photovoltaic rooftop* layak dikerjakan.

Kata Kunci : Ekonomis, *Helioscope*, *Photovoltaic Rooftop*, Reposisi, Teknis

ABSTRACT

Operation and Maintenance (O&M) in the photovoltaic rooftop has an important role to ensure optimal performance, sustainability and efficiency of the system. The assessment was carried out on a photovoltaic rooftop which has been installed at PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali since 2017. This research was conducted from April 2023 to July 2023. The data obtained will be analyzed descriptively quantitatively. The results of the rooftop photovoltaic equipment assessment found that the DC cable was disconnected at two points on the cable tray, and the rooftop photovoltaic placement was not in the optimum direction. With these findings, it is necessary to make improvements in the form of replacing disconnected DC cables and repositioning the rooftop photovoltaic to produce more optimum electrical energy. Generating photovoltaic electricity from the existing rooftop generates 7,289.3 kWh/year of energy, while repositioning it to the north of the photovoltaic rooftop produces 8,142.1 kWh/year based on Helioscope simulations. This indicates an increase in energy production by 12% or 852.8 kWh/year. If it is converted into a rupiah value according to the type of electricity tariff at PT PLN (Persero) Distribution Bali Regulatory Implementing Unit, namely B2 at a rate of Rp. 1,444.7/kWh, there will be an increase in production of Rp. 1,234,002, - if the photovoltaic rooftop is in North. In terms of performance ratio, it increased by 7.3% where the west position showed a performance ratio of 73.9% while in the north it was 81.2%. This shows that repositioning to the north from a technical point of view is feasible. Completion of the rooftop photovoltaic installation so that it can be re-operated and maximizes electricity production is carried out by replacing the DC cable and repositioning the photovoltaic rooftop to the north with a Life Cycle Cost (LCC) of IDR 119,959,349.-. Based on the calculation of the economic feasibility Pay back Period (PBP), the amount of these costs will be recovered in the 17th year with the economic life of the equipment for 19 years. So the net profit to be received at the end of the equipment's economic life is IDR 9,089,184. The resulting Benefit Cost Ratio (BCR) is greater than 1, which is 1.07. From the results of the economic feasibility calculation, it can be concluded that the planning of the rooftop photovoltaic repositioning work is feasible.

Keywords : *Economical, Helioscope, Photovoltaic Rooftop, Repositioning, Technical*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Studi Teknis dan Ekonomis Reposisi Arah Penempatan *Photovoltaic Rooftop* di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali dengan Aplikasi Berbasis *Web Helioscope*”. 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.
4. Ir. I Ketut Suryawan, M.T., selaku Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Skripsi.
5. I Dewa Made Cipta Santosa, ST., MT. Ph.D., selaku Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Skripsi.
6. I Made Eka Saputra, selaku pengelola *Photovoltaic Rooftop* di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali Bali yang telah memberikan pengetahuan dan bimbingan kepada penulis.
7. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan perlindungan-Nya selama penyusunan Skripsi.
8. Orang tua kami, pengasuh, anak, dan sanak keluarga yang telah membantu meringankan beban penulis.
9. 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 Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bukit Jimbaran, 21 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Dasar Teori.....	9
BAB III	34
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	34
3.2 Desain Penelitian.....	34
3.3 Metode Pengumpulan Data	35
3.4 Metode Analisis Data	35
BAB IV	37
4.1 <i>Assesment Photovoltaic Rooftop</i>	37
4.2 <i>Reposisi Photovoltaic Rooftop</i>	43
4.3 Kajian Ekonomis Hasil Skema Reposisi	50

BAB V	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	xv
LAMPIRAN	xviii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram dari sebuah potongan sel surya	11
Gambar 2.2	Hubungan Sel Surya, PV Modul dan Array	11
Gambar 2.3	<i>Monocrystalline Silicon Module</i>	12
Gambar 2. 4	<i>Polycrystalline Silicon Module</i>	13
Gambar 2. 5	<i>Thin Film Photovoltaic</i>	13
Gambar 2.6	Skema PLTS <i>Off-Grid PV System with Storage</i>	14
Gambar 2.7	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)	15
Gambar 2.8	Skema Prinsip <i>Inverter</i> Satu Fasa	16
Gambar 2. 9	<i>Inverter</i>	16
Gambar 2.10	Prinsip Teknologi <i>PWM</i>	17
Gambar 2. 11	Kurva I-V Daya Terhadap Perubahan Temperature	18
Gambar 2. 12	Efek <i>Insolation Intensity</i> terhadap Arus	21
Gambar 2. 13	Sudut Kemiringan Panel Surya yang berbeda.....	23
Gambar 2.14	Tampilan Awal <i>Helioscope</i>	23
Gambar 2.15	Tampilan <i>New Project Helioscope</i>	24
Gambar 2.16	Tampilan <i>New Project Helioscope</i>	25
Gambar 2.17	Tampilan Titik Lokasi di <i>Helioscope</i>	25
Gambar 2.18	Tampilan <i>Design Helioscope</i>	26
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 4.1	<i>Photovoltaic</i> dan <i>Inverter Existing</i>	38
Gambar 4.2	Fuse Pengaman.....	40
Gambar 4.3	Kabel Wiring <i>Photovoltaic Rooftop</i>	41

Gambar 4.5 Simulasi Kondisi <i>Existing</i> pada <i>Helioscope</i>	44
Gambar 4.6 <i>System Metrics</i> Kondisi <i>Existing</i> pada <i>Helioscope</i>	45
Gambar 4.7 Grafik Produksi Energi Kondisi <i>Existing</i> pada <i>Helioscope</i>	45
Gambar 4.8 Simulasi Reposisi <i>Photovoltaic Rooftop</i> pada <i>Helioscope</i>	46
Gambar 4.9 <i>System Metrics</i> Reposisi <i>Photovoltaic Rooftop</i>	47
Gambar 4.10 Grafik Produksi Bulanan Kondisi Reposisi.....	47
Gambar 4.11 Bagian Utara UP2D Bali	49
Gambar 4.12 Grafik <i>Pay Back Period</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Produksi Daya <i>Photovoltaic Rooftop</i>	37
Tabel 4.2 Kuat Hantar Arus	42
Tabel 4.3 Komparasi Reposisi	48
Tabel 4.4 RAB Pemasangan <i>Photovoltaic Rooftop</i>	50
Tabel 4.5 RAB Penggantian Kabel dan Reposisi <i>Photovoltaic Rooftop</i>	51
Tabel 4.6 Penurunan Produksi Energi dan Pendapatan	52
Tabel 4.7 Perhitungan Sisa Hutang	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Operation and Maintenance (O&M) dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) memiliki peran yang sangat penting untuk memastikan kinerja yang optimal, keberlanjutan, dan efisiensi dari sistem PLTS [1]. Pemeliharaan yang teratur dapat membantu menghindari kerusakan besar atau perbaikan mendesak, yang pada akhirnya dapat mengurangi biaya operasional jangka panjang. Pemeliharaan yang teratur juga membantu menjaga keamanan sistem PLTS. Panel surya yang rusak atau tidak terawat dapat menyebabkan potensi kebakaran atau risiko keamanan lainnya [2]. 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 menjalankan tugas dan tanggung jawab menjaga dan mengatur sistem kelistrikan 20 kV di seluruh Pulau Bali yang beralamat di Jalan Diponegoro No.17 Denpasar. Guna mendukung salah satu misi PLN Bali yaitu menjalankan kegiatan usaha yang berwawasan lingkungan dan dalam upaya peningkatan efisiensi operasional perusahaan serta sebagai wujud nyata dalam meminimalisir efek gas rumah kaca (GRK), PLN UP2D Bali memasang *Photovoltaic Rooftop* dengan kapasitas 5 kWp secara *on grid*.

Photovoltaic Rooftop dipasang pada tahun 2017 dan mulai memproduksi daya listrik dari bulan Mei tahun 2017 sampai dengan tahun 2019. Dari tahun 2020 sampai dengan saat ini sistem *PV Rooftop* tidak beroperasi sehingga tidak memproduksi daya listrik. Berdasarkan pemakaian energi listrik PLN diperoleh dari total inventarisasi data konsumsi listrik kegiatan kantor setiap bulannya dalam periode satu tahun, sementara data produksi *Photovoltaic Rooftop* diperoleh dari *history* produksi daya yang dihasilkan oleh sistem *Photovoltaic Rooftop existing*. Total pemakaian daya diperoleh dari penjumlahan pemakaian PLN dan produksi daya *Photovoltaic Rooftop*. Posisi *Photovoltaic Rooftop existing* berada disebelah barat yang membuat *Photovoltaic Rooftop* tidak tersinari dengan baik, hal ini didukung oleh kondisi Bali berada disebelah selatan khalustiwa yang mengakibatkan posisi optimal. Kemiringan panel surya ke atas untuk mendapatkan sudut inklinasi yang optimal. Ini bisa membantu meningkatkan penyerapan cahaya matahari apabila menghadap ke utara [3].

Berdasarkan uraian permasalahan diatas, *project* yang diangkat adalah melakukan *Assessment* peralatan *Photovoltaic Rooftop* yang sudah terpasang di PLN UP2D Bali. *Assessment* yang akan dilakukan berupa pemeriksaan dan pengukuran peralatan yang terpasang serta kajian ekonomis hasil reposisi arah *Photovoltaic Rooftop existing* di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali.

1.2 Perumusan Masalah

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

- a. Bagaimakah hasil *asssestment Photovoltaic Rooftop* eksiting di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali?
- b. Berapakah hasil pembangkitan energi listrik yang dihasilkan jika dilakukan reposisi, dengan simulasi *aplikasi berbasis web Helioscope*?
- c. Bagaimanakah analisis kelayakan reposisi arah *Photovoltaic Rooftop existing* di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali secara ekonomis?

1.3 Batasan Masalah

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

- a. *Assessment* yang akan dilakukan berupa pemeriksaan dan pengukuran peralatan *Photovoltaic Rooftop* yang sudah terpasang di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali;
- b. Analisis pembangkitan *Photovoltaic Rooftop* dilakukan sesuai dengan daya terpasang dengan komponen *existing* menggunakan aplikasi berbasis web *Hellioscope*;
- c. Analisis kelayakan sisi ekonomis yang dipertimbangkan dalam kelayakan reposisi yakni PBP dan BCR.

1.4 Tujuan Penelitian

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

- a. Untuk mengetahui hasil *asssestment Photovoltaic Rooftop* eksiting di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali.

- b. Untuk mengetahui estimasi pembangkitan energi listrik yang dihasilkan jika dilakukan reposisi dengan simulasi *aplikasi berbasis web Helioscope*.
- c. Untuk mengetahui kelayakan secara ekonomis hasil reposisi arah *Photovoltaic Rooftop existing* 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:

- d. Manfaat Akademik
 - 1. Memberikan saran segi akademik dalam penerapan *operation and maintenance Photovoltaic Rooftop* agar dapat efektif menghasilkan daya.
 - 2. Memberikan tambahan ilmu tentang evaluasi *Photovoltaic Rooftop* di lingkungan EBT.
- e. Manfaat Aplikatif
 - 1. Mendapatkan hasil *assessment* dan kajian perbaikan peralatan *Photovoltaic Rooftop* pada akhir pelaksanaan Skripsi.
 - 2. Rekomendasi perbaikan kelayakan sisi ekonomis pemasangan *Photovoltaic Rooftop* agar dapat dioperasikan kembali dan meningkatkan efisiensi produksi daya.

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 *photovoltaic rooftop, assesment photovoltaic rooftop*, 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 dan metode analisis data.

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 photovoltaic rooftop*.

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 hasil pembahasan *photovoltaic rooftop* 5kWp pada PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

- a. Hasil *assessment* peralatan *photovoltaic rooftop* ditemukan permasalahan kabel DC terputus di dua titik pada kabel *tray*, dan posisi penempatan *photovoltaic rooftop* tidak pada arah yang optimum. Dengan adanya temuan ini, maka perlu dilakukan perbaikan berupa penggantian kabel DC yang terputus dan melakukan reposisi *photovoltaic rooftop* agar menghasilkan energi listrik lebih optimum.
- b. Pembangkitan energi listrik *photovoltaic rooftop* posisi *existing* menghasilkan energi sebesar 7.289,3 kWh/tahun sedangkan reposisi ke sebelah utara *photovoltaic rooftop* menghasilkan energi sebesar 8.142,1 kWh/tahun berdasarkan simulasi Heliioscope. Ini mengindikasikan terjadinya peningkatan produksi energi sebesar 12% atau sebesar 852,8 kWh/tahun. Jika dikonversikan ke dalam nilai rupiah sesuai dengan jenis tarif listrik di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi Bali yakni B2 dengan tarif Rp 1.444,7/kWh, maka akan terlihat peningkatan produksi sebesar Rp 1.234.002,- apabila *photovoltaic rooftop* berada di sebelah utara. Dari segi *performance ratio* meningkat sebesar 7,3% dimana posisi barat menunjukkan *performance ratio* sebesar 73,9% sedangkan di utara 81,2%. Hal ini menunjukkan reposisi ke arah utara dari sisi teknis pembangkitan dikatakan layak.
- c. Penyempurnaan pemasangan *photovoltaic rooftop* agar dapat dioperasikan kembali dan memaksimalkan produksi energi listrik dilakukan dengan pergantian kabel DC dan reposisi *photovoltaic rooftop* ke arah utara dengan biaya *Life Cycle Cost* (LCC) sebesar Rp 119.959.349,-. Secara perhitungan kelayakan ekonomis *Pay back Period* (PBP), besarnya biaya tersebut akan diperoleh kembali di tahun ke-17 dengan umur ekonomis peralatan selama 19 tahun. Jadi keuntungan bersih yang akan diterima pada akhir umur ekonomis peralatan sebesar Rp 9.089.184,-. *Benefit Cost Ratio* (BCR) yang dihasilkan lebih besar dari 1 yaitu sebesar 1,07. Dari hasil perhitungan kelayakan ekonomis tersebut, dapat nilai perencanaan pekerjaan reposisi *photovoltaic rooftop* layak dikerjakan.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran untuk dilakukan pengembangan selanjutnya agar menjadi sempurna dan lebih informatif , antara lain:

- a. Kedepannya disarankan ada sistem monitoring terkoneksi dengan inverter Canadian Solar yakni CSI Solar agar mudah melakukan pemantauan.
- b. Untuk penelitian selanjutnya dapat mengembangkan sisi teknis pemasangan *Photovoltaic Rooftop* sesuai dengan sudut ideal hasil perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Tarigan, “Simulasi optimasi kapasitas PLTS atap untuk rumah tangga di Surabaya,” *Multitek Indonesia: Jurnal Ilmiah*, vol. 14, no. 1, pp. 13–22, 2020.
- [2] G. Beaucarne, G. Eder, E. Jadot, Y. Voronko, and W. Mühleisen, “Repair and preventive maintenance of photovoltaic modules with degrading backsheets using flowable silicone sealant,” *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, vol. 30, no. 8, pp. 1045–1053, 2022.
- [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] 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.
- [5] H. Falih, A. J. Hamed, and A. H. N. Khalifa, “Techno-economic assessment of a hybrid connected PV solar system,” *International Journal of Air-Conditioning and Refrigeration*, vol. 30, no. 1, p. 3, 2022.
- [6] I. W. S. Putra, I. N. S. Kumara, and R. S. Hartati, “Analisis Tekno Ekonomi Implementasi Sistem PLTS Atap Pada Gedung Kantor Walikota Denpasar”.
- [7] Z. Zulkifli, W. Wilopo, and M. K. Ridwan, “An analysis of energy production of rooftop on grid solar power plant on a government building (A Case Study of Setjen KESDM Building Jakarta),” *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)*, vol. 4, no. 2, pp. 55–66, 2020.
- [8] M. P. M. Tas and W. G. van Sark, “Experimental repair technique for glass defects of glass-glass photovoltaic modules—A techno-economic analysis,” *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 257, p. 112397, 2023.

- [9] 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.
- [10] T. Baraille and S. Jaglin, “The solar repair trade in Nairobi (Kenya): the blind spots of a ‘sustainable’ electricity policy,” *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement. Territory in movement Journal of geography and planning*, no. 55, 2022.
- [11] 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.
- [12] S. Putra and C. Rangkuti, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal,” in *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*, 2016, pp. 21–23.
- [13] K. A. W. Patra, “ALIH FUNGSI LAHAN PERTANIAN YANG BERBATASAN LANGSUNG DENGAN AREA PUSPEM KABUPATEN BADUNG: TAHUN 2005-2015,” *SPACE*, vol. 4, no. 1, 2017.
- [14] I. Bayusari, C. Caroline, H. Hermawati, and L. Mawarni, “DESAIN PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK SUMBER ENERGI ALTERNATIF PADA MESIN STERILISASI ALAT MEDIS PORTABLE,” *Jurnal Rekayasa Elektro Sriwijaya*, vol. 4, no. 2, pp. 73–82, 2023.
- [15] 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.
- [16] O. I. Sanjaya, I. A. D. Giriantari, and I. N. S. Kumara, “Perancangan Sistem Pompa Irigasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Pertanian Subak Semaagung,” *Jurnal SPEKTRUM Vol*, vol. 6, no. 3, 2019.
- [17] J. E. Putro, C. R. Handoko, H. Widodo, M. B. Rahmat, and A. Z. Arfianto, “Pemanfaatan Teknologi Tenaga Matahari sebagai Sumber Energi bagi Petani Porang di Magetan,” in *Seminar MASTER PPNS*, 2017, pp. 177–180.

- [18] R. Alfanz, R. Sumaedi, and S. Suhendar, "Analisis Sistem Fotovoltaik Menggunakan Respon Dinamika Induksi pada Lilitan Kawat Tembaga," *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 6–11, 2016.
- [19] D. F. Butay and M. T. Miller, "Maximum peak power tracker: a solar application," *Worcester Polytechnic Institute (WPI) Degree of Bachelor of Science*, 2008.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] 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.