

**ANALISIS TEKNIS INTEGRASI PLTS ATAP PADA BALAI
LATIHAN KERJA (BLK) KABUPATEN SUKABUMI**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
SUKABUMI
JULI 2023**

**ANALISIS TEKNIS INTEGRASI PLTS ATAP PADA BALAI
LATIHAN KERJA (BLK) KABUPATEN SUKABUMI**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik Elektro*



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
SUKABUMI
JULI 2023**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : ANALISIS TEKNIK INTEGRASI PLTS ATAP PADA BALAI
LATIHAN KERJA (BLK) KABUPATEN SUKABUMI
NAMA : EKA CIPTA WIBAWA
NIM : 20210120007

“Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.



PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : ANALISIS TEKNIS INTEGRASI PLTS ATAP PADA BALAI
LATIHAN KERJA (BLK) KABUPATEN SUKABUMI
NAMA : EKA CIPTA WIBAWA
NIM : 20210120007

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui

Sukabumi, Juli 2023

Pembimbing I



Aryo De Wibowo, M.S, S.T., M.T.
NIDN: 0402128905

Pembimbing II

Ir. Handrea Bernando, T, S.T., M.Eng.
NIDK: 8965420021

Ketua Prodi Teknik Elektro

Aryo De Wibowo, M.S, S.T., M.T.
NIDN: 0402128905

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : ANALISIS TEKNIS INTEGRASI PLTS ATAP PADA BALAI
LATIHAN KERJA (BLK) KABUPATEN SUKABUMI
NAMA : EKA CIPTA WIBAWA
NIM : 20210120007

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 26 Juli 2023. Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik Elektro.

Sukabumi, 26 Juli 2023

Pembimbing I

Pembimbing II

Aryo De Wibowo, M.S, S.T., M.T.
NIDN: 0402128905

Ir. Handrea Bernando, T, S.T., M.Eng
NIDK: 8965420021

Ketua Penguji

Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro

Anang Suryana, S.PD., M.SI.
NIDN: 0407098009

Aryo De Wibowo, MS, S.T., M.T.
NIDN: 0402128905

Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIDN: 0402037401

ABSTRACT

The utilization of solar energy as Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) is continuously growing and gaining attention in recent decades. The BLK in Sukabumi Regency has a promising rooftop that can be utilized as a rooftop PLTS, which can reduce electricity bills. This research aims to analyze the optimum capacity and technical aspects of the rooftop PLTS at the BLK workshop in Sukabumi Regency. Additionally, this study also analyzes the impact of rooftop PLTS integration on the network voltage profile. The methods used include measuring the rooftop area in relation to solar panel dimensions, analyzing the technical aspects of rooftop PLTS integration, and conducting Quasi Dynamic analysis to evaluate the impact of rooftop PLTS integration on the network voltage profile. The research findings show that the optimum capacity of the rooftop PLTS, designed using Helioscope, is 30.7 kW with 96 Canadian Solar 320 Wp solar panels and an ICA Solar 30 kW inverter. Based on the technical analysis using HOMER, the rooftop PLTS can achieve a 61% penetration rate with a total production of 42,920 kWh per year, thereby fulfilling energy needs and reducing dependence on fossil energy sources. The Quasi Dynamic analysis using Digsilent PowerFactory indicates that rooftop PLTS integration can reduce voltage drops with an average voltage increase of 0.0048%. The integration of rooftop PLTS in Sukabumi Regency's BLK is worth implementing.

Keywords: integration of rooftop PLTS, rooftop PLTS, quasi-dynamic, renewable energy, voltage profile.



ABSTRAK

Pemanfaatan energi surya sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) semakin berkembang dan mendapatkan perhatian dalam beberapa dekade terakhir. BLK Kabupaten Sukabumi memiliki atap gedung yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai PLTS atap, sehingga dapat mengurangi tagihan listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas optimum dan aspek teknis PLTS atap pada *workshop* BLK Kabupaten Sukabumi. Selain itu penelitian ini juga menganalisis dampak integrasi PLTS atap terhadap profil tegangan jaringan. Metode yang digunakan meliputi pengukuran luasan atap gedung terhadap dimensi panel surya, analisis integrasi PLTS atap terhadap aspek teknis, dan analisis *Quasi Dynamic* untuk mengevaluasi dampak integrasi PLTS atap terhadap profil tegangan jaringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas optimum dari PLTS atap yang dirancang menggunakan *Helioscope* adalah sebesar 30,7 kW dengan 96 panel surya *Canadian Solar* 320 W dan inverter ICA Solar 30 kW. Berdasarkan hasil analisis teknis menggunakan HOMER, PLTS atap ini dapat memberikan penetrasi sebesar 61% dengan total produksi sebesar 42.920 kWh/tahun, sehingga dapat memenuhi kebutuhan energi dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil. Hasil analisis *Quasi Dynamic* menggunakan *Digsilent PowerFactory* menunjukkan bahwa integrasi PLTS atap dapat mengurangi drop tegangan dengan rata-rata kenaikan tegangan sebesar 0,0048%. Integrasi PLTS atap pada BLK Kabupaten Sukabumi layak untuk diimplementasikan.

Kata Kunci : energi terbarukan, integrasi PLTS atap, PLTS atap, profil tegangan, *Quasi Dynamic*.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Teknis Integrasi PLTS Atap pada Balai Latihan Kerja (BLK) Kabupaten Sukabumi”

Tujuan penulisan skripsi ini sebagai syarat lulus menyelesaikan masa studi dan mendapat penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T).

Sehubungan dengan itu penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi, Dr. H. Kurniawan, S.T., M.Si., M.M.
2. Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Putra Sukabumi,
3. Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra Sukabumi, Aryo De Wibowo MS, S.T., M.T.
4. Dosen Pembimbing I Universitas Nusa Putra Sukabumi, Aryo De Wibowo MS, S.T., M.T.
5. Dosen Pembimbing II Universitas Nusa Putra Sukabumi, Ir. Handrea Bernando Tambunan, S.T., M.Eng
6. Ketua Dosen Penguji, Dosen Penguji I dan Dosen Penguji II.
7. Orang tua dan keluarga yang penulis cintai dan selalu memberikan dukungan.
8. Teman-teman kelompok skripsi yang telah bekerja sama dalam penyelesaian laporan skripsi.
9. Semua pihak terkait yang telah membantu pelaksanaan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripisi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat kami harapkan demi perbaikan. Amin Yaa Rabbal 'Alamiin.

Sukabumi, Juli 2023

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA , saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eka Cipta Wibawa
NIM : 20210120007
Program Studi : S1 Teknik Elektro
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (Non-exclusive Royalty- Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Analisis Teknis Integrasi PLTS Atap Pada Balai Latihan Kerja (BLK) Kabupaten Sukabumi” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/format- kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Dibuat di : Sukabumi
Pada tanggal : 26 Juli 2023

Yang menyatakan

(Eka Cipta Wibawa)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENULIS	ii
PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
PENGESAHAN SKRIPSI	iv
ABSTRACT	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.4.1 Tujuan Penelitian	4
1.4.2 Manfaat Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Energi Surya	6
2.2. PLTS Atap	7
2.3. Komponen Utama PLTS Atap <i>On-Grid</i>	8
2.3.1 Modul Fotovoltaik	9
2.3.2 Inverter.....	11
2.3.3 Kwh Meter Ekspor-Import	12
2.4 Analisis Teknis.....	12



2.4.1 <i>Optimal Configuration</i>	12
2.4.2 <i>PV Quantity</i>	13
2.4.3 <i>AC Load</i>	13
2.4.4 <i>Excess Electricity</i>	13
2.4.5 <i>Renewable Fraction</i>	13
2.4.6 <i>Energy Based Metric</i>	14
2.5 <i>Analisis Quasi Dynamic</i>	14
2.6 <i>Penelitian Terkait</i>	14
2.7 <i>State of The Art</i>	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 <i>Tahapan Penelitian</i>	18
3.2 <i>Diagram Alir Penelitian</i>	20
3.3 <i>Pengumpulan Data</i>	21
3.4 <i>Perancangan PLTS Atap</i>	28
3.5 <i>Perancangan Analisis Teknis PLTS Atap</i>	29
3.6 <i>Perancangan Analisis Quasi Dynamic</i>	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 <i>Hasil Desain dan Simulasi PLTS atap</i>	32
4.2 <i>Hasil Analisis Teknis</i>	34
4.2.1 <i>Optimal Configuration</i>	34
4.2.2 <i>PV Quantity</i>	35
4.2.3 <i>AC Load</i>	36
4.2.4 <i>Excess Electricity</i>	37
4.2.5 <i>Renewable Fraction</i>	38
4.2.6 <i>Energy Based Metric</i>	39
4.3 <i>Hasil Analisis Quasi Dynamic</i>	41
BAB V PENUTUP	47
5.1 <i>Kesimpulan</i>	47
5.2 <i>Saran</i>	48
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel.2.1 Data Potensi Energi Surya di wilayah BLK Sukabum	7
Tabel.2.2 <i>Review</i> Penelitian Terkait.....	13
Tabel.3.1 Data Beban <i>Workshop</i> Listrik dan Refrigerasi	23
Tabel.3.2 Data Beban <i>Workshop Processing</i>	24
Tabel.3.3 Data Beban <i>Workshop</i> Garmen Apparel.....	24
Tabel.3.4 Data Beban <i>Workshop</i> Bangunan	25
Tabel.3.5 Data Beban <i>Workshop</i> Las.....	25
Tabel.3.6 Data Beban <i>Workshop</i> Manufaktur	25
Tabel.3.7 Data Beban <i>Workshop</i> Otomotif	26
Tabel.3.8 Data Beban <i>Workshop</i> TIK dan KKI.....	26
Tabel.3.9 Data Beban <i>Workshop</i> Bisnis Manajemen.....	26
Tabel.3.10 Data Beban Gedung Sekretariat.....	26
Tabel.3.11 Data profil beban BLK Kabupaten Sukabumi.....	27
Tabel.4.1 Energi yang dibeli dan Energi yang dijual dalam setahun	38
Tabel.4.2 Besaran daya beban harian	42
Tabel.4.3 Daya keluaran PLTS atap	45
Tabel.4.4 Perbandingan tegangan sistem	46



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Potensi Energi Surya di Indonesia	6
Gambar 2.2 Contoh PLTS atap.....	7
Gambar 2.3 Diagram sistem instalasi PLTS Atap <i>on-grid</i>	8
Gambar 2.4 Ilustrasi perbedaan sel fotovoltaik, modul, <i>string</i> dan <i>array</i>	9
Gambar 2.5 Modul fotovoltaik <i>Monocrystalline</i>	10
Gambar 2.6 Modul fotovoltaik <i>Polycrystalline</i>	10
Gambar 2.7 Modul fotovoltaik <i>Thin Film</i>	11
Gambar 2.8 Contoh inverter.....	11
Gambar 2.9 kWh Meter Ekspor-Import	12
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	21
Gambar 3.2 <i>Workshop</i> BLK Kabupaten Sukabumi.....	22
Gambar 3.3 Sudut Kemiringan Atap.....	22
Gambar 3.4 Data (a) Gardu Distribusi BLK (b) kWh meter BLK.....	23
Gambar 3.5 Grafik profil beban BLK Kabupaten Sukabumi	28
Gambar 3.6 Diagram alir desain PLTS atap menggunakan <i>Helioscope</i>	29
Gambar 3.7 Diagram alir analisis teknis menggunakan HOMER	30
Gambar 3.8 Diagram alir analisis <i>Quasi-Dynamic</i>	31
Gambar 4.1 Hasil Desain PLTS atap menggunakan <i>Helioscope</i>	32
Gambar 4.2 Grafik produksi energi listrik dalam setahun.....	33
Gambar 4.3 <i>Single line diagram</i> PLTS atap	33
Gambar 4.4 Persentase rugi-rugi pada PLTS atap	34
Gambar 4.5 Konfigurasi sistem PLTS atap <i>on-grid</i>	35
Gambar 4.6 Grafik <i>PV Power output</i>	35
Gambar 4.7 Grafik profil harian penetrasi PLTS atap dalam setahun	36
Gambar 4.8 Profil beban harian	37
Gambar 4.9 Profil beban bulanan	37
Gambar 4.10 Profil beban tahunan.....	37
Gambar 4.11 Grafik energi yang dibeli dan energi yang dijual	38
Gambar 4.12 Perbandingan produksi PLTS atap dan Jaringan PLN.....	39

Gambar 4.13 <i>Instantaneous renewable output divided by load</i>	39
Gambar 4.14 <i>Instantaneous renewable output divided by generation</i>	40
Gambar 4.15 <i>One Minus Instantaneous Nonrenewable divided by load</i>	40
Gambar 4.16 Model sistem sebelum integrasi PLTS atap.....	41
Gambar 4.17 Grafik profil beban harian.....	42
Gambar 4.18 Grafik perubahan tegangan sistem	43
Gambar 4.19 Model sistem dengan integrasi PLTS atap	44
Gambar 4.20 Daya keluaran PLTS atap.....	44
Gambar 4.21 Grafik tegangan sistem setelah integrasi PLTS atap	46



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. *Report Helioscope*

Lampiran 2. *Datasheet Canadian_Solar-KuPower_CS3K-MS_EN*

Lampiran 3. *Dataheet ICA solar SNV-GT3032TM V02* Lampiran

4. *Single Line Diagram Model Sistem*



DAFTAR ISTILAH

BLK	: Balai Latihan Kerja
EBT	: Energi Baru Terbarukan
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
W	: Watt
kW	: kilo Watt
GW	: Giga Watt
Wp	: Watt peak
kWp	: Kilo Watt peak
MWp	: Mega Watt peak
kWh	: kilo Watt hour
VA	: Volt Ampere
HOMER	: <i>Hybrid Optimization of Multiple Energy Resource</i>
PV	: <i>Photovoltaic</i>
DC	: <i>Dirrect Current</i>
AC	: <i>Alternating Current</i>
TIK	: Teknologi Informasi dan Komunikasi
KKI	: Koordinator Kelompok Instruktur



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) yang sangat melimpah, yang dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik. Potensi EBT di Indonesia yang paling besar adalah energi surya, karena Indonesia merupakan negara tropis yang dilalui oleh garis khatulistiwa sehingga cahaya matahari selalu tersedia sepanjang tahun. Total potensi energi surya di Indonesia pada tahun 2021 yaitu sebesar 3.294,4 GW, dengan kapasitas pembangkit listrik sebesar 0,2 GW atau baru dimanfaatkan hanya sebesar 0,01% [1]. Pemanfaatan energi matahari sebagai energi bersih, ramah lingkungan, berkelanjutan, dan terbarukan melalui sistem PLTS telah menjadi perhatian yang besar bagi para peneliti, sebagai bentuk dukungan implementasi transisi energi terbarukan di pemerintahan, karena Indonesia mempunyai target Energi Baru dan Terbarukan (EBT) sebesar 23% pada bauran Energi Nasional tahun 2025.

Sesuai dengan inisiatif pemerintah, sistem kelistrikan Indonesia diharapkan dapat menggunakan lebih banyak energi surya di masa depan karena rencana pengurangan biaya untuk teknologi fotovoltaik surya [2]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau dikenal dengan istilah PLTS merupakan teknologi yang dapat diterapkan di seluruh wilayah Indonesia, bahkan di daerah 3T (terdepan, terpencil, dan tertinggal) sekalipun, karena penggunaan teknologi PLTS sangat mudah dari sisi instalasi, operasi, hingga perawatannya [3]. Sementara itu pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral menargetkan peningkatan kapasitas terpasang PLTS atap sebesar 3,6 GW pada tahun 2025. PLTS atap merupakan salah satu solusi pemanfaatan energi terbarukan di suatu wilayah yang lahannya terbatas. Penggunaan sistem PLTS atap bertujuan untuk menghemat tagihan listrik pelanggan PLTS atap, mendapatkan listrik dari sumber energi terbarukan dan berkontribusi menurunkan emisi gas rumah kaca [4].

Balai Latihan Kerja Kabupaten Sukabumi merupakan Unit Pelaksana Teknis Daerah dibawah Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Kabupaten Sukabumi, BLK merupakan penyelenggara pelatihan keterampilan bagi masyarakat yang

dilaksanakan dalam rangka meningkatkan kompetensi sumber daya manusia yang meliputi Pelatihan Berbasis Kompetensi Instusional dan Pelatihan Berbasis Kompetensi Non Instusional. Saat ini BLK memiliki 11 kejuruan yang aktif yaitu Teknik Las, Manufaktur, Otomotif, Listrik, Refrigerasi, Processing, Garmen Apparel, Bangunan, Teknologi Informasi dan Komunikasi serta kejuruan Bisnis dan Manajemen. Setiap kejuruan memiliki mesin atau peralatan praktikum yang cukup memadai dan memiliki daya tersambung dari PLN sebesar 41500 VA. Berdasarkan histori tagihan listrik dari PLN, BLK Kabupaten Sukabumi memiliki tagihan listrik yang cukup besar setiap bulannya, menurut data tagihan yang dihimpun dari tahun 2019 sampai 2023, tagihan terbesar yaitu sebesar Rp. 5.632.146,00. Hal ini disebabkan BLK memiliki beban yang relatif besar sehingga menyerap energi listrik yang besar juga terutama saat diselenggarakannya program pelatihan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Wiwi Anjarani, Abil Huda dan Fitriani Said pada tahun 2023 dengan judul “Desain PLTS Atap Menggunakan *Helioscope* Berbasis Web pada SMA Negeri 3 Malinau”, disimpulkan bahwa Pada desain pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada area SMA Negeri 3 Malinau dilakukan dengan sistem *on-grid*, sistem ini di pilih untuk mengurangi pemakaian listrik dari PLN. Berdasarkan hasil simulasi energi yang dihasilkan cukup efesien yakni sebesar 63,017 MWh [5].

Berdasarkan penelitian lainnya dijelaskan bahwa menurut simulasi *Helioscope* pada PLTS *on-grid* 40 kWp dapat menghasilkan potensi produksi energi sebesar 60.820,40 kWh/tahun dan total produksi energi PLTS selama 7 bulan pada tahun 2021 sebesar 35.287,90 kWh dengan penghematan biaya tagihan listrik sebesar Rp. 67.640.740,00 [6].

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Ahmad Iqbal Zajuli pada tahun 2022 dengan judul “Analisis Probabilistik Pengaruh Integrasi 0,5 MWp PLTS ITN Malang Terhadap Profil Tegangan Sistem Distribusi Singosari Penyulang Karangploso” disimpulkan bahwa integrasi PLTS terhadap sistem distribusi bisa mempengaruhi nilai dari profil tegangan dan injeksi daya dari PLTS yang bervariasi bisa memperbaiki profil tegangan [7].

Berdasarkan permasalahan yang terjadi, maka pada penelitian ini akan merencanakan pemasangan PLTS atap *on-grid* di BLK Kabupaten Sukabumi dan menentukan kapasitas optimum PLTS atap yang sesuai, setelah itu melakukan analisis teknis dari PLTS atap yang terpasang tersebut, kemudian melakukan analisis dampak Integrasi pada PLTS atap yang terpasang terhadap profil tegangan jaringan distribusi,

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang dijelaskan sebelumnya maka terdapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa kapasitas PLTS atap yang optimum dengan luasan atap dan kebutuhan energi di Balai Latihan Kerja (BLK) Kabupaten Sukabumi?
2. Bagaimana analisis teknis kinerja dari PLTS atap tersebut per tahunnya?
3. Apa dampak yang mungkin terjadi dalam integrasi PLTS atap di BLK Kabupaten Sukabumi?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diberikan batasan masalah berupa:

1. Penelitian ini dilakukan di wilayah BLK Kabupaten Sukabumi, Jl.Raya Kadupugur Km.10,4 Desa Lembur sawah, Kecamatan Cicantayan, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat.
2. Daya total yang terpasang di BLK Kabupaten Sukabumi yaitu 41.500 VA.
3. Analisis dari penelitian dilakukan dengan simulasi menggunakan *software Helioscope* web <https://app.Helioscope.com/>, *Digsilent PowerFactory* versi 15.1 dan HOMER (*Hybrid Optimization of Multiple Energy Resource*) versi 3.14.2.
4. Pembahasan mengenai aspek teknis penelitian berfokus pada sistem PLTS atap *on-grid*.
5. Sistem PLTS tidak menggunakan baterai sebagai media penyimpan energi.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun maka yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah:

1.4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu :

- a. Menganalisis kapasitas optimum PLTS atap yang sesuai untuk gedung *workshop* BLK Kabupaten Sukabumi
- b. Menganalisis teknis dari PLTS atap yang terpasang.
- c. Menganalisis dampak Integrasi pada PLTS atap yang terpasang terhadap profil tegangan.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu dapat memberikan rekomendasi kapasitas PLTS atap yang sesuai untuk kebutuhan beban listrik di BLK Kabupaten Sukabumi dengan mempertimbangkan dampak ke jaringan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan prosedur yang harus diikuti dalam mengorganisir dan menyusun sebuah laporan penelitian. Tujuan dari sistematika ini adalah untuk memberikan struktur yang jelas dan logis bagi pembaca agar dapat dengan mudah memahami isi dari penelitian yang telah dilakukan. Berikut adalah beberapa bagian utama dalam sistematika penulisan penelitian.



BAB I. PENDAHULUAN

Sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian pada bab ini berisikan mekanisme penelitian yaitu menguraikan secara berurutan kegiatan penelitian dari latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, kemudian ditutup dengan sistematika penelitian.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori- teori mengenai integrasi PLTS yang mendukung penelitian serta mendasari metode- metode yang dipakai dalam pemecahan permasalahan. Dalam tinjauan pustaka dimuat uraian sistematis tentang hasil-hasil penelitian yang didapat oleh peneliti terdahulu dan yang ada hubungannya dengan penelitian yang akan dilakukan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan desain, metode, atau pendekatan yang digunakan dalam menjawab permasalahan penelitian integrasi PLTS di Balai Latihan Kerja Kabupaten Sukabumi. Penjelasan meliputi parameter penelitian, model yang digunakan, rancangan penelitian, teknik perolehan data dan analisis data dan teori penunjang pelaksanaan penelitian.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini berisi presentasi data yang telah dikumpulkan dan hasil dari analisis data. Hasil simulasi dari perangkat lunak *Helioscope*, HOMER dan *Digsilent PowerFactory* akan disajikan dengan jelas menggunakan gambar, tabel, grafik, atau diagram untuk mempermudah pemahaman

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan serta berisi saran rekomendasi tindak lanjut.



BAB V

PENUTUP

Dalam penelitian ini, penulis telah melakukan studi dan analisis tentang penerapan PLTS atap pada atap bangunan *workshop* BLK Kabupaten Sukabumi dengan menggunakan perangkat lunak yaitu *Helioscope*, *HOMER* dan *Digsilent PowerFactory*. Dari penelitian ini maka didapatkan kesimpulan dan saran sebagai berikut.

5.1 Kesimpulan

1. Penerapan *Helioscope* dalam perancangan PLTS atap memiliki keunggulan dalam menghasilkan model yang tepat dan efisien berdasarkan lokasi penelitian dan dimensi atap. Penulis berhasil mendapatkan desain, komponen dan kapasitas PLTS atap yang optimal dan sesuai kebutuhan. Dari hasil desain PLTS atap didapatkan kapasitas PLTS atap sebesar 30,7 kW dengan komponen utama berupa 96 panel surya *Canadian Solar 320 W* dan inverter *ICA Solar 30 kW*.
2. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa PLTS atap dengan kapasitas 30,7 kW menunjukkan performa yang baik dalam menghasilkan energi listrik dari sumber energi surya. PLTS mampu memenuhi sebagian dari kebutuhan energi listrik dalam sistem, terutama pada saat kondisi sinar matahari yang optimal. PLTS atap 30,7 kW memiliki *minimum output* sebesar 0 kW, dan *maximum output* sebesar 27,2 kW dengan rata-rata *output* sebesar 4,90 kW dengan rata-rata energi listrik yang diproduksi sebesar 118 kWh/hari. *PV Penetration* berhasil mencapai 61 % dengan *Hours of Operation* sebanyak 4.414 jam/tahun. Total Produksi energi sebesar 42.920 kWh/tahun dan energi yang terjual ke jaringan sebesar 13.737 kWh.
3. Hasil analisis *Quasi Dynamic* menggunakan *Digsilent PowerFactory* menunjukkan bahwa integrasi PLTS atap dengan jaringan dapat memperbaiki profil tegangan atau mengurangi *drop* tegangan. Hal ini menunjukkan bahwa PLTS atap berfungsi sebagai sumber daya tambahan yang mampu

memperbaiki kualitas tegangan. Oleh karena itu rancangan PLTS atap pada gedung *workshop* BLK Kabupaten Sukabumi layak untuk diimplementasikan.

5.2 Saran

1. Energi matahari yang melimpah khususnya di Kabupaten Sukabumi memungkinkan penerapan PLTS atap sebagai solusi yang ramah lingkungan dan ekonomis. Namun, kesuksesan implementasi PLTS atap perlu adanya dukungan serius dari pemerintah baik dalam hal kebijakan, regulasi ataupun dukungan anggaran.
2. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan analisis ekonomi yang lebih rinci untuk mengetahui seberapa besar keuntungan secara finansial dari implementasi PLTS atap. Evaluasi biaya investasi awal, estimasi penghematan biaya listrik dari PLTS, dan perhitungan tingkat pengembalian investasi akan menjadi informasi yang berharga untuk mendukung keputusan dalam menerapkan PLTS atap.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] DEN, Dewan Energi Nasional, “Outlook Energi Indonesia 2022”. <https://www.den.go.id/index.php/publikasi/download/135> (accessed Mar. 31, 2023).
- [2] H. B. Tambunan, Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Deepublish, 2020.
- [3] A. A. Simaremare, H. B. Tambunan, P. A. A. Pramana, and B. S. Munir, “Optimization of Renewable Energy Penetration for Microgrid System – Case Study of Tomia Island,” in 2018 3rd International Conference on Information Technology, Information System and Electrical Engineering (ICITISEE), 2018, pp. 180–183, doi: 10.1109/ICITISEE.2018.8720965.
- [4] “Salinan Permen ESDM Nomor 1 tahun 2021 tentang PLTS Atap.pdf,” <https://drive.esdm.go.id/wl/?id=5XQv80ogkSp0tLQsY4wJNUPVSPpcgGtz> (accessed Mar. 21, 2023).
- [5] Huda, Abil, and Fitriani Said, “DESAIN PLTS ATAP MENGGUNAKAN HELIOSCOPE BERBASIS WEB PADA SMA NEGERI 3 MALINAU.” *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro* 12.2 (2023): 108-113.
- [6] Adi Febriana Putra, I Kadek, Ida Ayu Dwi Giriantari, & I Wayan Sukerayasa. " ANALISIS PENGHEMATAN BIAYA LISTRIK DI KANTOR DINAS KETENAGAKERJAAN DAN ESDM PROVINSI BALI PASCA TERPASANG PLTS ATAP 40 KWP." *Jurnal SPEKTRUM* [Online], 9.2 (2022): 138-147
- [7] Zajuli, Ahmad Iqbal. Analisis Probabilistik Pengaruh Integrasi 0.5 MWp PLTS ITN Malang Terhadap Profil Tegangan Sistem Distribusi Singosari Penyulang Karangploso. Diss. ITN MALANG, 2022.
- [8] “Global Solar Atlas.” <https://globalsolaratlas.info/download/indonesia> (accessed Jul. 22, 2023)
- [9] “Global Solar Atlas” <https://globalsolaratlas.info/detail?s=-6.904702,106.85325&m=site&c=6.904955,106.853027,11&pv=small,0,11,30.7> (accessed Jul. 22, 2023)

- [10] Karuniawan, Eriko Arvin, et al. "ANALISIS POTENSI DAYA LISTRIK PLTS ATAP DI GEDUNG DIREKTORAT POLITEKNIK NEGERI SEMARANG DENGAN PERANGKAT LUNAK PVSYST." *Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE)* 4.2 (2023).
- [11] "Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi (EBTKE)" <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/01/21/3058/implementasi.peraturan.menteri.esdm.tentang.plts.atap>
- [12] Nugroho, Nuriyanto, and Kho Hie Khwee. "Studi Teknis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem Off Grid Dan On Grid (Studi Kasus: PT. Arif Borneo Azzahra)." *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura* 1.1 (2022).
- [13] Seto, Bayu, et al. "Kajian Tekno-Ekonomi Penerapan Rooftop Solar Panel di Desa Wisata Banjaran, Bantul, DI Yogyakarta." *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)* 8.2 (2022): 273-284.
- [14] LenSOLAR, "Mengetahui Komponen Utama PLTS Atap On-Grid Bersama LenSOLAR". <https://www.lensolar.co.id/mengetahui-komponen-utama-plts-atap-on-grid-bersama-lensolar/>
- [15] Khusyairi, M. Kiki. Analisis Pengaruh Variasi Sudut Kemiringan Terhadap Daya Yang Dihasilkan Oleh Panel Surya Di Desa Bungku Kecamatan Bajubang. Diss. Teknik Elektro, 2022.
- [16] YourHome, "Photovoltaic Systems". <https://www.yourhome.gov.au/energy/photovoltaic-systems>
- [17] "Teknologi Photovoltaic" https://www.researchgate.net/profile/Nelly-Safitri/publication/341909134_BUKU_TEKNOLOGI_PHOTOVOLTAIC/links/5ed8ec27458515294531484a/BUKU-TEKNOLOGI_PHOTOVOLTAIC.pdf
- [18] Albahar, Abdul Kodir, and Chandra Wijaya Kusumah. "Perencanaan PLTS Untuk Rumah Tinggal Dengan Kapasitas Daya Terpasang 450 VA." *JURNAL ELEKTRO* 9.1 (2021): 12-21.
- [19] PARASTIWI, ANDRIANI, et al. *Photovoltaic Terapan: Photovoltaic Terapan*. Vol. 1. UPT Percetakan dan Penerbitan Polinema, 2018.
- [20] Kurniawan, Izef Aulia. "Analisa Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Pemanfaatan Lahan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

- Paiton." *Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember* (2016).
- [21] Lestari, Ni Made Neli, I. Nyoman Satya Kumara, and Ida Ayu Dwi Giriantari. "Review Status Panel Surya di Indonesia Menuju Realisasi Kapasitas PLTS Nasional 6500 MW." *Jurnal Spektrum* 8.1 (2021).
- [22] SanLegen, "Solar cells: Jenis-jenis sel surya"
<http://sanfordlegenda.blogspot.com/2013/10/Solar-cells-Jenis-jenis-sel-surya.html>
- [23] Duomulti solusindo, "Buku Panduan PLTS on grid" <https://e-katalog.lkpp.go.id/>
- [24] "Aplikasi PLTS Teknik Energi Terbarukan"
https://repositori.kemdikbud.go.id/8790/1/Teknik%20Energi%20Terbarukan_Teknik%20Energi%20Surya%20dan%20Angin_Kelompok%20Kompetensi%208.pdf
- [25] "ICA Solar" <https://m.icasolar.com/product/icasolar-snv-gt3032tm-30kw-3xmppt>
- [26] Lazuardi, achmad bintang. *Analisis kwh meter exim pada pembangkit listrik tenaga surya (plts) atap di pt pln (persero) up3 bandengan*. Diss. Universitas Mercu Buana Bekasi, 2022.
- [27] Aturumah, "Jual Listrik Ke PLN" <https://www.aturumah.com/panel-surya/jual-listrik-ke-pln/>
- [28] Yogathama, I. G. B., Wijaya Wiradhi, and Arta IW. "Desai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Mengikuti Pola Astap Wantilah Desa Antosari Untuk Memenuhi Daya 3600 Watt." *Jurnal Spektrum* 8.2 (2021).
- [29] Silaban, Irwan Octopianus, I. Nyoman Satya Kumara, and I. Nyoman Setiawan. "Perancangan PLTS Atap Pada Gedung Kantor Bupati Tapanuli Utara Dengan Arsitektur Rumah Adat Batak Toba." *Jurnal SPEKTRUM Vol* 8.2 (2021).
- [30] Ardiansyah, Allan, I. Nyoman Setiawan, and I. Wayan Sukerayasa. "Perancangan Plts Atap On Grid System Pada Kantor Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Penelitian Dan Pengembangan Kota Probolinggo." *Jurnal SPEKTRUM Vol* 8.4 (2021).



- [31] Situmorang, Marcelinus Anggiat, Ida Ayu Dwi Giriantari, and I. Nyoman Setiawan. "PERANCANGAN PLTS ATAP GEDUNG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS UDAYANA." *Jurnal SPEKTRUM* Vol 9.2 (2022).
- [32] Fatur, Rahman. "STUDI KELAYAKAN PLTS ATAP *ON-GRID* DAN EFEK TERHADAP PROFIL TEGANGAN DI JARINGAN TEGANGAN RENDAH (JTR)." (2023).

