

SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM PV *ROOFTOP ON-GRID*
UNTUK SUPLAJ DAYA LISTRIK PADA KANTOR
BAGIAN TRANSAKSI ENERGI PLN ULP
PALANGKARAYA BARAT**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

Muhammad Alfarabi

NIM. 2315374039

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

PERENCANAAN SISTEM PV *ROOFTOP ON-GRID* UNTUK SUPLAI DAYA LISTRIK PADA KANTOR BAGIAN TRANSAKSI ENERGI PLN ULP PALANGKARAYA BARAT

Oleh :

Muhammad Alfarabi

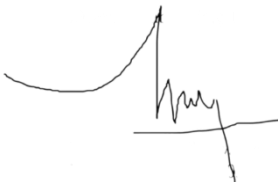
NIM. 2315374039

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, 2 September 2024

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing 1:



I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T.
NIP. 196504041994031003

Dosen Pembimbing 2:



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PERENCANAAN SISTEM PV *ROOFTOP ON-GRID* UNTUK SUPLAI DAYA LISTRIK PADA KANTOR BAGIAN TRANSAKSI ENERGI PLN ULP PALANGKARAYA BARAT

Oleh :

Muhammad Alfarabi

NIM. 2315374039

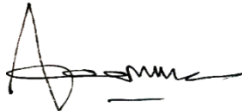
Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 5 September 2024,
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

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

Bukit Jimbaran, 9 September 2024

Disetujui Oleh :

Tim Penguji :

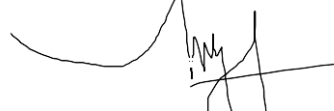


1. Prof. I Dewa Made Cipta Santosa,
ST., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197212211999031002



2. Ir. I Nyoman Sukarma, S.ST., M.T.
NIP. 196907051994031004

Dosen Pembimbing :



1. I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T.
NIP. 196504041994031003



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

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Kadek Amerta Yasa, ST., MT.
NIP. 196809121995121001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

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

“PERENCANAAN SISTEM PV *ROOFTOP* ON-GRID UNTUK SUPLAI DAYA LISTRIK PADA KANTOR BAGIAN TRANSAKSI ENERGI PLN ULP PALANGKARAYA BARAT” 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, 9 September 2024

Yang menyatakan



Muhammad Alfarabi

NIM. 2315374039

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan energi listrik yang terus meningkat di Indonesia, terutama di sektor industri dan perkantoran, mendorong pencarian sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu solusi yang semakin populer adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) On-Grid, yang memanfaatkan energi surya untuk menghasilkan listrik dan terhubung langsung ke jaringan listrik (grid). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis sistem PLTS *Rooftop* On-Grid di kantor bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat, dengan menggunakan perangkat lunak PVsyst untuk simulasi dan optimasi. Penelitian ini meliputi tiga aspek utama yaitu pertama, penentuan kapasitas optimal PLTS *Rooftop* On-Grid yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan suplai daya listrik di kantor tersebut; kedua, perancangan teknis yang efektif dan efisien untuk sistem PLTS, termasuk pemilihan modul surya, inverter, serta komponen pendukung lainnya; dan ketiga, analisis kelayakan ekonomi dari investasi sistem PLTS ini. Hasil simulasi PVsyst menunjukkan bahwa kapasitas optimal yang diperlukan adalah 10,069 kWp, dengan luas area yang dibutuhkan sebesar 48,18 m². Sistem ini diproyeksikan mampu menghasilkan energi sebesar 14,081.76 kWh per tahun dengan Performance Ratio (PR) sebesar 83,45%. Sistem ini menggunakan 20 modul surya berkapasitas 500 Wp dengan inverter berkapasitas 10 kW. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa investasi awal sebesar Rp 101.826.500 memiliki nilai Net Present Value (NPV) sebesar Rp 285.850.027, Profitability Index (PI) sebesar 3,80, dan Discounted Payback Period (DPP) selama 6 tahun 11 bulan. Berdasarkan hasil analisis tersebut, investasi sistem PLTS *Rooftop* On-Grid di kantor bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat layak untuk dilaksanakan dari segi ekonomi. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung adopsi energi terbarukan di sektor perkantoran, khususnya dalam mengoptimalkan penggunaan energi surya di Indonesia. Dengan penerapan sistem PLTS yang efisien dan berkelanjutan, diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mendukung upaya pengurangan emisi karbon di masa mendatang.

Kata Kunci: PLTS *Rooftop* On-Grid, PVsyst, Analisis Ekonomi.

ABSTRACT

The increasing demand for electricity in Indonesia, especially in the industrial and office sectors, has driven the search for alternative energy sources that are environmentally friendly and sustainable. One increasingly popular solution is the On-Grid Solar Power Plant (PLTS), which harnesses solar energy to generate electricity and connects directly to the electrical grid. This research aims to design and analyze a Rooftop On-Grid PLTS system at the Energy Transaction Department of PLN ULP Palangkaraya Barat, using PVsyst software for simulation and optimization. The study covers three main aspects: first, determining the optimal capacity of the Rooftop On-Grid PLTS needed to meet the office's electricity supply; second, designing an effective and efficient technical plan for the PLTS system, including the selection of solar modules, inverters, and other supporting components; and third, conducting an economic feasibility analysis of the PLTS investment. The PVsyst simulation results show that the optimal capacity required is 10.069 kWp, with a total area of 48.18 m². The system is projected to generate 14,081.76 kWh per year with a Performance Ratio (PR) of 83.45%. The system uses 20 solar modules with a capacity of 500 Wp each, paired with a 10 kW inverter. The economic analysis reveals that the initial investment of Rp 101,826,500 yields a Net Present Value (NPV) of Rp 285,850,027, a Profitability Index (PI) of 3.80, and a Discounted Payback Period (DPP) of 6 years and 11 months. Based on these results, the investment in the Rooftop On-Grid PLTS system at the Energy Transaction Department of PLN ULP Palangkaraya Barat is economically viable. This research provides significant contributions to supporting the adoption of renewable energy in the office sector, particularly in optimizing the use of solar energy in Indonesia. With the implementation of an efficient and sustainable PLTS system, it is expected to reduce dependence on fossil fuels and support efforts to reduce carbon emissions in the future.

Keywords: *Rooftop On-Grid PLTS, PVsyst, Economic Analysis.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Perencanaan Sistem *PV Rooftop On-Grid* untuk Suplai Daya Listrik pada Kantor Bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat”. Laporan skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk lulus program Diploma IV pada Program Studi Teknik Otomasi Spesialisasi D4 Energi Baru Terbarukan Program Studi Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali. Dalam menyelesaikan laporan skripsi ini penulis banyak mendapat dukungan dan kerjasama dari banyak pihak. Oleh karena itu, sudah sepantasnya bila pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom., selaku direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, S.T., M.T., selaku ketua jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Ibu Putri Alit Widyastuti Santiary, ST., M.T., selaku ketua program studi D4-Teknik Otomasi.
4. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan proposal skripsi.
5. Bapak Ir. I Made Budiada, M.Pd., selaku dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan proposal skripsi
6. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan kesempatan saya untuk kuliah di Politeknik Negeri Bali.
7. Teman-teman angkatan 2023 Kelas Spesialisasi Energi Terbarukan (EBT) Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi penyempurnaan proposal skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan berkontribusi secara signifikan dalam pengembangan ilmu pengetahuan, terutama dibidang energi terbarukan.

Bukit Jimbaran, 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	6
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Energi Baru Terbarukan.....	8
2.2.2 Radiasi Matahari	10
2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	10
2.2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid	12
2.2.5 Modul Surya.....	13
2.2.6 Sudut Kemiringan Modul Surya	14
2.2.7 Inverter.....	15
2.2.8 Pengaman Instalasi / Proteksi Rangkaian	17
2.2.8.1 MCB (Miniature Circuit Breaker)	18
2.2.8.2 SPD (Surge Protection Device)	19
2.2.8.3 Grounding	20
2.2.9 Kabel Penghantar.....	21

2.2.9.1 Kabel AC	21
2.2.9.2 Kabel DC	22
2.2.10 Combiner Box.....	23
2.2.11 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi Dan Output Panel Surya	24
2.2.12 Software Pvsyst.....	25
2.2.13 Aspek Biaya.....	26
2.2.13.1 Biaya Siklus Hidup (<i>Life Cycle Cost</i>).....	26
2.2.13.2 Levelized Cost of Energi (LCoE)	27
2.2.14 Analisa Kelayakan Investasi	27
2.2.14.1 Net Present Value (NPV).....	28
2.2.14.2 Profitability Index (PI).....	29
2.2.14.3 Discounted Payback Peroid (DPP)	29
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	31
3.1 Jenis Penelitian.....	31
3.2 Diagram Alir Penelitian	31
3.3 Lokasi Penelitian.....	32
3.4 Metode Pengumpulan Data.....	33
3.5 Metode Analisis Data.....	34
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Data Intensitas Radiasi Matahari Temperatur Udara.....	37
4.2 Pengukuran Daya Beban Puncak	38
4.3 Sudut Kemiringan Atap	40
4.4 Perancangan Sistem PLTS.....	41
4.4.1 Menghitung Area Array (PV Area)	41
4.4.2 Daya yang dibangkitkan	43
4.4.3 Pemilihan Modul Surya	44
4.4.4 Nilai Arus dan Tegangan String	45
4.4.5 Pemilihan Inverter.....	46
4.4.6 Sistem Proteksi.....	47
4.4.7 Energi yang dibangkitkan PLTS Hasil Simulasi PVSyst	48
4.5 Analisis Aspek Biaya.....	53
4.5.1 Menghitung Biaya Pemeliharaan dan Operasional.....	53
4.5.2 Menghitung Biaya Siklus Hidup PLTS (<i>Life Cycle Cost</i>).....	54
4.5.3 Menghitung Biaya Energi PLTS (<i>cost of energy</i>).....	55

4.6 Analisis Kelayakan Investasi	55
4.6.1 Net Present Value (NPV).....	57
4.7 Profitability Index (PI).....	57
4.7.1 Discounted Payback Period (DPP)	58
BAB 5 PENUTUP	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data irradiance wilayah palangkaraya barat.....	3
Gambar 2.1 Potensi dan pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia [10].....	9
Gambar 2.2 Skema Sistem PLTS On-Grid [16].....	12
Gambar 2.3 Modul surya mono-crystalline (mono c-Si) dan poly-crystalline (poly c-SI) [19].....	13
Gambar 2.4 Matahari diposisikan pada sudut datang 90° terhadap permukaan bumi (zenith) di ekuator [16]	14
Gambar 2.5 Posisi panel surya dengan kemiringan sebesar β [16].....	15
Gambar 2.6 Grid-tie inverter [22]	16
Gambar 2.7 Miniature Circuit Breaker [24].....	18
Gambar 2.8 SPD (Surge Protection Device) [26]	19
Gambar 2.9 Grounding [28]	20
Gambar 2.10 Besaran KHA kabel AC yang diatur dalam SNI 0255 berdasarkan luas penampang kabel [29].....	22
Gambar 2.11 Combiner Box [30].....	24
Gambar 2.12 Tampilan PVSyst [34]	26
Gambar 3.1 Diagram Alir (Flowchart) Penelitian.....	31
Gambar 3.2 Lokasi PLN ULP Palangkaraya Barat.....	32
Gambar 3.3 Orientasi Atap Kanntor Bagian Transaksi Energi	33
Gambar 4.1 Data Iradiasi dan Temperatur Udara PLN ULP Palangkaraya Barat	37
Gambar 4.2 Pengukuran Arus dan Tegangan Listrik	39
Gambar 4.3 Sudut Optimal Panel Surya	40
Gambar 4.4 Pengukuran Kemiringan Atap	41
Gambar 4.5 Single Line Diagram.....	44
Gambar 4.6 modul surya Trina Solar 500 Wp Monocrystalline [41]	45
Gambar 4.7 Inverter SMA Sunny Boy 10000TL-US [42].....	46
Gambar 4.8 Main Results PVSyst.....	49
Gambar 4.9 Grafik Produksi Energi Listrik	50
Gambar 4.10 Diagram Losses Sistem PLTS	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Detail Teknologi Modul PV Crystalline-Silicon [18]	13
Tabel 2.2 Data teknis inverter [17].....	17
Tabel 2.3 Rumus arus dan KHA	21
Tabel 2.4 Kapasitas hantar arus kabel DC berdasarkan luas penampang kabel	23
Tabel 4.1 Daftar peralatan dan beban kantor	37
Tabel 4.3 Nilai Iradiasi dan Temperatur PLN ULP Palangkaraya Barat.....	39
Tabel 4.4 Pengukuran Beban Puncak di Siang Hari	40
Tabel 4.5 Total Losses yang Mempengaruhi Daya Output PLTS	44
Tabel 4.6 Spesifikasi Trina Solar 500 Wp Monocrystalline	46
Tabel 4.7 Spesifikasi Inverter SMA Sunny Boy 10000TL-US [42]	47
Tabel 4.8 Biaya Investasi Awal PLTS	54
Tabel 4.9 Biaya penggantian komponen.....	55
Tabel 4.10 Perhitungan NCF, DF dan PVNCV dengan $i = 7,9\%$	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Waktu penelitian

Lampiran 2. Pengukuran Daya Beban Puncak

Lampiran 3. Data Iradiasi Selama Satu Bulan Menggunakan PVsyst

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu teknologi energi terbarukan yang semakin mendapatkan perhatian, terutama dalam menjawab tantangan krisis energi dan kebutuhan akan sumber energi yang ramah lingkungan. Indonesia, sebagai negara tropis dengan potensi energi surya yang melimpah, memiliki rata-rata insolation harian sekitar 4,5–4,8 kWh/m²/hari[1]. Potensi ini menjadikan energi surya sebagai alternatif yang menjanjikan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengurangi emisi karbon. Salah satu bentuk energi terbarukan yang memiliki potensi besar di Indonesia adalah energi surya. Pemanfaatan energi surya dapat dilakukan melalui Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), yang saat ini semakin diminati baik oleh sektor industri, komersial, maupun perkantoran.

Pemanfaatan PLTS di lingkungan perkantoran, khususnya dengan sistem PV *rooftop* on-grid, memberikan beragam manfaat seperti pengurangan biaya listrik, penurunan emisi gas rumah kaca, dan dukungan terhadap ketahanan energi nasional. Pemerintah Indonesia sendiri telah menunjukkan komitmen kuat dalam mendukung pengembangan energi terbarukan melalui berbagai regulasi dan kebijakan. Salah satunya adalah Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, yang menetapkan bahwa penggunaan energi baru terbarukan harus mencapai 23% dari total bauran energi nasional pada tahun 2025 [2]. Selain itu, Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 2 Tahun 2024 tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap yang Terhubung pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk Kepentingan Umum memberikan landasan hukum dan panduan teknis untuk pemasangan serta operasional sistem PLTS atap. Adapun pokok-pokok pengaturan yang tertuang dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 2 Tahun 2024 tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap mencakup beberapa ketentuan penting. Pertama, kapasitas pemasangan PLTS Atap tidak lagi dibatasi hingga 100% dari daya terpasang PLN, melainkan disesuaikan dengan ketersediaan kuota yang ditetapkan oleh PLN. Namun ada kuota kapasitas sistem PLTS Atap yang diatur berdasarkan clustering pada tingkat PLN UP3 dan dipublikasikan secara resmi melalui laman, aplikasi, serta media sosial PLN. Penetapan kuota ini dilakukan oleh


Direktur Jenderal Ketenagalistrikan setiap lima tahun, sehingga memberikan kepastian dalam perencanaan dan pengembangan PLTS Atap bagi masyarakat.[3].

Pada Kantor Bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat, terdapat beberapa permasalahan spesifik yang perlu dicari solusinya. Pertama, kebutuhan listrik yang tinggi pada siang hari, khususnya pada saat beban puncak, menimbulkan tantangan dalam memenuhi kebutuhan listrik secara berkelanjutan tanpa bergantung sepenuhnya pada pasokan dari jaringan PLN. Selain itu, permasalahan lain yang dihadapi adalah bagaimana mengoptimalkan penggunaan energi surya melalui sistem PLTS *rooftop* on-grid, sehingga tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan pada listrik dari PLN, tetapi juga dapat memberikan manfaat ekonomi jangka panjang bagi kantor.

Studi yang dilakukan di Kantor Desa Putat, Kecamatan Sedong, Kabupaten Cirebon menunjukkan bahwa penggunaan PLTS dengan kapasitas 10,402 kWp dapat memenuhi kebutuhan listrik kantor secara efektif dan efisien [4]. Berdasarkan kajian teknis dan ekonomis, penerapan PLTS on-grid di kantor BAPPEDA LITBANG Kota Probolinggo dapat mengurangi biaya tagihan listrik bulanan sebesar sebesar Rp.43.979.592 dan Rp.64.642.977 dan meningkatkan kemandirian energi [5]. Selain itu, penelitian yang dilakukan di Universitas Negeri Gorontalo menunjukkan bahwa Perencanaan PLTS *rooftop* pada gedung C2 Fakultas Teknik UNG tidak hanya memenuhi kelayakan teknis dengan nilai performance ratio (PR) sebesar 70%, tetapi juga terbukti layak secara ekonomi dengan nilai NPV sebesar Rp 488.730.414,17, BCR 1,77, dan PP 12,17 tahun [6].

Mengacu pada hasil-hasil penelitian tersebut, judul proposal skripsi ini "Perencanaan Sistem PV *Rooftop* On-Grid untuk Suplai Daya Listrik pada Kantor Bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat" bertujuan untuk mengkaji kelayakan dan perencanaan teknis serta ekonomis dari penerapan sistem PV *rooftop* on-grid di kantor tersebut. Tantangan utama yang perlu diatasi mencakup penentuan kapasitas optimal sistem yang sesuai dengan kebutuhan energi kantor, serta perancangan teknis yang efisien untuk memastikan bahwa sistem PLTS *rooftop* on-grid dapat beroperasi dengan optimal. Melalui simulasi dan analisis yang mendalam, diharapkan solusi yang ditemukan dapat memberikan dampak positif tidak hanya dari segi teknis tetapi juga dari segi ekonomi bagi kantor Bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat.

Wilayah tempat bangunan ini berada, memiliki nilai irradiance sebesar 4,93 kWh/m²/hari, yang menunjukkan tingkat sinar matahari yang cukup tinggi. Hal ini didapat dari data Meteonorm 8.1 pada aplikasi PVsyst, dengan tabel sebagai berikut:



PVsyst V7.4.0

Geographical Site		Situation	
PLN ULP Palangkaraya Barat	Indonesia	Latitude	-2.18 °S
		Longitude	113.89 °E
		Altitude	27 m
		Time zone	UTC+7

Monthly Meteo Values

PLN ULP Palangkaraya Barat_MN81.SIT -- Meteonorm 8.1 (2016-2021), Sat=100%

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
Horizontal global	5.16	5.30	5.20	5.23	5.11	4.99	5.01	4.63	4.60	4.53	4.42	4.96	4.93	kWh/m ² /day
Horizontal diffuse	2.25	2.67	2.86	2.39	2.24	2.10	2.25	2.85	3.00	3.00	2.79	2.74	2.59	kWh/m ² /day
Extraterrestrial	10.30	10.55	10.54	10.09	9.46	9.06	9.18	9.72	10.28	10.48	10.33	10.16	10.01	kWh/m ² /day
Clearness Index	0.501	0.502	0.494	0.518	0.541	0.551	0.546	0.476	0.448	0.432	0.428	0.489	0.492	ratio
Ambient Temper.	27.1	27.2	27.4	27.3	28.0	27.2	27.2	27.5	27.4	27.9	27.2	27.1	27.4	°C
Wind Velocity	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.1	1.3	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.3	m/s

Gambar 1.1 Data irradiance wilayah palangkaraya barat

Dampak atau hasil yang diharapkan setelah pemasangan sistem PV *Rooftop* ini dari segi teknis adalah kemampuan sistem untuk memenuhi kebutuhan listrik kantor secara berkelanjutan, terutama pada saat beban puncak, serta kontribusi dalam mengurangi penggunaan energi dari jaringan listrik utama. Dari segi ekonomi, diharapkan adanya pengurangan signifikan dalam biaya operasional listrik.

Dengan demikian, perencanaan dan implementasi sistem PV *Rooftop* On-Grid ini diharapkan tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan energi kantor dengan efisien tetapi juga memberikan manfaat ekonomi yang signifikan serta mendukung upaya pengurangan emisi karbon dan pelestarian lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang yang telah disampaikan, rumusan masalah yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Berapakah kapasitas optimal PLTS *Rooftop* On-Grid yang dibutuhkan untuk memenuhi suplai daya listrik pada kantor bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat?

2. Bagaimanakah rancangan teknis untuk sistem PLTS *rooftop* On-Grid pada kantor bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat dengan menggunakan simulasi PVsyst?
3. Apakah perencanaan PLTS *rooftop* On-Grid di kantor bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat layak untuk dilaksanakan bila ditinjau dari segi ekonomi?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjadikan penelitian lebih terfokus dan terukur, batasan masalah ditetapkan untuk membatasi cakupan penelitian. Berikut adalah batasan-batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini:

1. Penelitian ini membatasi pada perencanaan kapasitas optimal sistem PV *rooftop* on-grid yang dibutuhkan untuk memenuhi suplai daya listrik di Kantor Bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat.
2. Penelitian ini membahas perancangan teknis untuk sistem PV *rooftop* on-grid pada Kantor Bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat, dengan menggunakan hasil simulasi dari aplikasi PVsyst.
3. Penelitian ini mengkaji kelayakan ekonomi dari perencanaan sistem PV *rooftop* on-grid di Kantor Bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat. Kelayakan ini dievaluasi menggunakan perhitungan Net Present Value (NPV), Profitability Index (PI), dan Discounted Payback Period (DPP) untuk menentukan apakah proyek ini layak dari segi ekonomi.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Menentukan kapasitas optimal Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *rooftop* on-grid yang dibutuhkan untuk memenuhi suplai daya listrik pada Kantor Bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat.
2. Merancang sistem teknis PLTS *rooftop* on-grid berdasarkan hasil simulasi dari aplikasi PVsyst untuk memastikan sistem dapat beroperasi dengan maksimal dan memenuhi kebutuhan listrik kantor secara berkelanjutan.
3. Menganalisis kelayakan ekonomi dari perencanaan sistem PLTS *rooftop* on-grid di Kantor Bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat dengan menggunakan

metode perhitungan Net Present Value (NPV), Profitability Index (PI), dan Discounted Payback Period (DPP) untuk memastikan bahwa proyek ini layak dari segi ekonomi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini meliputi:

1. Membantu dalam memenuhi kebutuhan energi pada saat beban puncak di siang hari pada Kantor Bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat.
2. Menjadi referensi bagi penerapan sistem PV rooftop on-grid di perkantoran lainnya.
3. Mendukung pencapaian target bauran energi nasional dan membantu dalam penyusunan kebijakan energi terbarukan.
4. Menambah literatur ilmiah dan kontribusi dalam pengembangan teknologi energi terbarukan.
5. Mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan menurunkan emisi karbon, yang berkontribusi pada pelestarian lingkungan.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Kapasitas optimal dari PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) On-Grid untuk memenuhi suplai daya listrik pada kantor bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat adalah sekitar 10,069 Wp atau 10,069 kWp. Kapasitas ini dihasilkan dari perhitungan menggunakan luas area array yang diperlukan yaitu 48,18 m². Dengan kapasitas ini, PLTS diperkirakan dapat menghasilkan energi sebesar 14,081.76 kWh per tahun dengan Performance Ratio (PR) sebesar 83.45%, sesuai hasil simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst.
2. Perencanaan sistem PLTS rooftop On-Grid pada kantor bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat menggunakan 20 modul surya 500Wp *monocrystalline* total luas 48 m². Inverter yang digunakan berkapasitas 10kW dengan *array* disusun 2 *string* dikoneksikan 10 seri modul surya setiap *string*, didapatkan tegangan pada daya maksimum 1 string sebesar 428 V dan arus maksimumnya 23,38 A. Dilengkapi dengan pengamanan rangkaian berupa Fuse, MCB dan SPD.
3. Berdasarkan analisa ekonomi dan analisa kelayakan, investasi sistem PLTS rooftop On-Grid pada kantor bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat didapatkan nilai investasi awal sebesar Rp. 101.826.500, diperoleh nilai NPV sebesar Rp. Rp285.850.027 , PI bernilai 3,80, dan DPP dicapai dalam waktu 6 tahun 11 bulan. Mengacu pada parameter NPV, PI, DPP menunjukkan bahwa investasi perencanaan PLTS *Rooftop* On-Grid di kantor bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat layak untuk dilaksanakan jika ditinjau dari segi ekonomi.

5.2 Saran

1. Diperlukan studi lapangan yang lebih mendalam untuk mengevaluasi efisiensi pembangkit listrik tenaga surya, mengingat banyaknya faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi sistem. Hal ini penting untuk memastikan data yang diperoleh benar-benar mencerminkan kondisi yang ada.
2. Penting untuk menggunakan data pengukuran langsung terkait iradiasi dan suhu di lokasi penelitian agar hasil perencanaan sejalan dengan kondisi nyata di lapangan.
3. Dalam merencanakan sistem PLTS rooftop On-Grid pada kantor bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat, perlu diupayakan pemanfaatan maksimal potensi daya atap, serta pengolahan data yang sesuai dengan kebutuhan energi, sehingga hasil yang diperoleh dapat memenuhi rencana yang telah ditetapkan.
4. Apabila proyek sistem PLTS rooftop On-Grid pada kantor bagian Transaksi Energi PLN ULP Palangkaraya Barat diimplementasikan, diharapkan bahwa proses operasi dan pemeliharannya dilakukan sesuai dengan SOP yang ada, guna memastikan keandalan sistem PLTS tetap terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Yuliananda, G. Sarya, and R. Retno Hastijanti, “Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya,” *J. Pengabd. LPPM Untag Surabaya Nop.*, vol. 01, no. 02, pp. 193–202, 2015.
- [2] PP No. 79, “PP No. 79 Tahun 2014.pdf.” pp. 1–36, 2014.
- [3] Menteri ESDM, “Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineralrepublik Indonesianomor 2 Tahun 2024 Tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Yang Terhubung Pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik Untuk Kepentingan Umum,” *Menteri Energi dan Sumber Daya Miner.*, vol. 2024, pp. 1–35, 2024, [Online]. Available: [https://jdih.esdm.go.id/storage/document/Permen ESDM Nomor 2 Tahun 2024.pdf](https://jdih.esdm.go.id/storage/document/Permen_ESDM_Nomor_2_Tahun_2024.pdf)
- [4] S. Hani, G. Santoso, S. Priyambodo, and F. Fahrezzy, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem GRID-Connected Berbasis PvSyst 6.7.0 Pada Kantor Desa Putat Kecamatan Sedong Kabupaten Cirebon,” *Pros. Sains dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 630–635, 2022.
- [5] 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,” *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 4, p. 200, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i04.p23.
- [6] S. Salim, I. Jumiarti, and Rafli, “Perencanaan dan Studi Kelayakan PLTS *Rooftop* Pada Gedung Fakultas Teknik UNG,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 1, 2022.
- [7] M. Irfan, “Perencanaan Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem On-Grid,” *Semin. Nas. Teknol. Informasi, Komun. dan Ind. 9 Fak. Sains dan Teknol. UIN Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru, 18-19 Mei 2017 ISSN*, vol. 77, no. Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industr, pp. 18–19, 2017.
- [8] A. ASRORI, A. F. RAMDHANI, P. W. NUGROHO, and I. H. ERYK, “Kajian Kelayakan Solar *Rooftop* On-Grid untuk Kebutuhan Listrik Bengkel Mesin di Polinema,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 10, no. 4, p. 830, 2022, doi: 10.26760/elkomika.v10i4.830.
- [9] B. K. Prasaja M, W. Edifikar, and T. Abdullah, “Pendidikan dan Pelatihan Energi Baru Terbarukan (EBT) di Tingkat Universitas di Indonesia,” *JE-Unisla*, vol. 5, no. 2, p. 353, 2020, doi: 10.30736/je.v5i2.455.
- [10] D. H. Jayani, “Potensi Besar Energi Terbarukan Indonesia,” [katada.co.id](https://katadata.co.id). Accessed: Aug. 09, 2024. [Online]. Available: <https://katadata.co.id/infografik/60506b1591242/potensi-besar-energi-terbarukan-indonesia>

- [11] Y. Sianturi, “Pengukuran dan Analisa Data Radiasi Matahari di Stasiun Klimatologi Muaro Jambi,” *Megasains*, vol. 12, no. 1, pp. 40–47, 2021, doi: 10.46824/megasains.v12i1.45.
- [12] A. Octavianti, M. Muliadi, and A. Apriansyah, “Estimasi Intensitas Radiasi Matahari di Wilayah Kota Makassar,” *Prism. Fis.*, vol. 6, no. 3, pp. 152–159, 2018, doi: 10.26418/pf.v6i3.28711.
- [13] I. Anggara, I. Kumara, and I. Giriantari, “Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9Kw Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran,” *J. SPEKTRUM*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2014.
- [14] A. Hafid, Z. Abidin, S. Husain, and R. Umar, “Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Balang Lompo,” *J. List. Telekomun. Elektron.*, vol. 14, no. 1, p. 10, 2017.
- [15] A. A. N. B. B. Nathawibawa, I. N. S. Kumara, and W. G. Ariastina, “Analisis Produksi Energi dari Inverter pada Grid-connected PLTS 1 MWp di Desa Kayubihi Kabupaten Bangli,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 1, p. 131, 2016, doi: 10.24843/mite.1601.18.
- [16] ABB Ltd., “Photovoltaic plants. Cutting edge technology. From sun to socket,” pp. 1–158, 2019.
- [17] D. S. Sukadri, “Buku Panduan Perencanaan, Pembangunan, Operasional dan Pemeliharaan PLTS Atap,” pp. 1–56, 2021, [Online]. Available: <https://mitrahijau.or.id/wp-content/uploads/2022/07/Buku-Panduan-1.pdf>
- [18] M. Gumintang, M. Sofyan, and I. Sulaeman, “Design and Control of PV Hybrid System in Practice,” *Dtsch. Gesellschaft für Int. Zusammenarbeit*, pp. 1–122, 2020.
- [19] Z. R. K. Abojela, M. K. M. Desa, and A. H. Sabry, “Current prospects of building-integrated solar PV systems and the application of bifacial PVs,” *Front. Energy Res.*, vol. 11, no. April, pp. 1–23, 2023, doi: 10.3389/fenrg.2023.1164494.
- [20] M. Hu, Z. Liu, Y. Huang, M. Wei, and B. Yuan, “Estimation of Rooftop Solar Photovoltaic Potential Based on High-Resolution Images and Digital Surface Models,” *Buildings*, vol. 13, no. 11, 2023, doi: 10.3390/buildings13112686.
- [21] W. A. Nurtiyanto, P. Rosyani, L. Solihin, and W. Prayogo, “Analisis Efisiensi Inverter pada Grid-Connected 50 KWp Unpam Viktor,” *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 3, no. 4, pp. 348–355, 2022, doi: 10.47065/josyc.v3i4.2134.
- [22] “3000TL-US-22 3000 Watt grid tied inverter,” Ameresco Solar. Accessed: Aug. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.amerescosolar.com/3000tl-us-22-3000-watt-grid-tied-inverter>
- [23] P. Bunga, M. Pakiding, and Silimang Sartje, “Perancangan Sistem Pengendalian Beban Dari Jarak Jauh Menggunakan Smart Relay,” *J. Tek. Elektro dan Komput. Univ. Sam Ratulangi Manad.*, vol. 4, no. 5, pp. 65–75, 2015.
- [24] K. Wijaya, I, “Penggunaan Dan Pemilihan Pengaman Mini Circuit Breaker (Mcb),” *Teknol. Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 1–4, 2020, [Online]. Available:

<https://ojs.unud.ac.id/index.php/JTE/article/download/244/197/>

- [25] J. Jamaaluddin, I. Sulistiyowati, B. W. A. Reynanda, and I. Anshory, "Analysis of Overcurrent Safety in Miniature Circuit Breaker AC (Alternating Current) and DC (Direct Current) in Solar Power Generation Systems," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 819, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/819/1/012029.
- [26] "Acti 9 Surge Protection Devices - SPDs," Schneider Electric. Accessed: Aug. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.se.com/id/id/product-subcategory/1615-acti-9-surge-protection-devices-spds/>
- [27] M. Royhan, "Arestor Tegangan rendah pada daya 6,6 KVA / 380V di Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta," *Energi & Kelistrikan*, vol. 13, no. 2, pp. 214–222, 2021, doi: 10.33322/energi.v13i2.1506.
- [28] "Apa Itu Sistem Ground? Fungsi, Jenis dan Cara Kerjanya," *finoo.id*. Accessed: Aug. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.finoos.com/apa-itu-sistem-ground/>
- [29] SNI, "General electrical installation requirements (PUIL) 2011," *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2011, no. PUIL, pp. 1–133, 2011.
- [30] B. Rudiyanto, R. E. Rachmanita, and A. Budiprasojo, *Dasar-Dasar Pemasangan Panel Surya*. 2023. [Online]. Available: <https://sipora.polije.ac.id/27973/2/ebook-panel-surya.pdf>
- [31] "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi Dan Output Panel Surya," *DS New Energy*. [Online]. Available: <https://id.dsnsolar.com/info/factors-that-affect-the-efficiency-and-output-37927526.html>
- [32] S. D. Mendoza *et al.*, "Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya (PV) Terhadap Keluaran Daya," *Nat. Microbiol.*, vol. 3, no. 1, p. 641, 2020, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1038/s41421-020-0164-0><https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.02.027><https://www.golder.com/insights/block-caving-a-viable-alternative/><http://dx.doi.org/10.1038/s41467-020-15507-2><http://dx.doi.org/10.1038/s41587-020-05>
- [33] E. A. Karuniawan, "Analisis Perangkat Lunak PVSYST, PVSOL dan HelioScope dalam Simulasi Fixed Tilt Photovoltaic," *J. Teknol. Elektro*, vol. 12, no. 3, p. 100, 2021, doi: 10.22441/jte.2021.v12i3.001.
- [34] Pv. SA, "Pvsyst SA - Route de la Maison-Carrée 30 - 1242 Satigny - Switzerland www.pvsyst.com," pp. 1–28, 2019.
- [35] V. Kartikasari, A. Y. Asmoro, A. Fajar, and P. Putra, "Penentuan Harga Tenaga Listrik pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan Metode Life Cycle Cost dan LCOE," vol. 06, pp. 65–76, 2024.
- [36] V. R. Kossi, "Perencanaan PLTS Terpusat (Off-Grid) Di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah," *J. SI Tek. Elektro UNTAN*, 2018.
- [37] C. Kost *et al.*, "Levelized Cost of Electricity Renewable Energy Technologies Study Edition," no. November, 2013, [Online]. Available: www.ise.fraunhofer.de

- [38] A. R. Hakim, W. Sarwono, and L. Assadad, “Perancangan Sistem Photovoltaic untuk Mesin Pembuat Es di Pelabuhan Perikanan Sadeng,” *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 228–235, 2018, doi: 10.22146/jnteti.v7i2.427.
- [39] 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, doi: 10.14710/transient.7.4.875-882.
- [40] T. Turap, T. B. Merupakan, T. B. Lebih, and T. D. Turap, *DASAR – DASAR PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTIK TENAGA LISTRIK*.
- [41] TrinaSolar, “Tsm-De18M(Ii),” 2020, [Online]. Available: www.trinasolar.com
- [42] SMA Solar Technology AG, “Sunny Boy 9000TL-US / 10000TL-US / 11000TL-US,” p. 4, 2015, [Online]. Available: www.sma-america.com

