

ANALISA KELAYAKAN PENAMBAHAN PLTS UNTUK PEMAKAIAN SENDIRI DI SISTEM KELISTRIKAN 0,4KV

Mochammad Nizar¹, Widodo Pudji Muljanto², Irrine Budi Sulistiawati³

Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional, Malang

¹mochammadnizar@gmail.com, ²widodo_pm@lecturer.itn.ac.id, ³irrine@lecturer.itn.ac.id

Abstrak— Pemerintah Indonesia melalui Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 112 Tahun 2022 berupaya mendorong penggunaan energi baru terbarukan (EBT) sebagai bagian dari strategi menuju target nol emisi karbon pada tahun 2060. Salah satu langkah yang ditempuh adalah integrasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang sudah beroperasi. Penelitian ini berfokus pada analisis kelayakan finansial penyuntikan daya PLTS ke sistem auxiliary 0,4 kV di PLTU SKS Kalimantan Tengah. Metode yang digunakan mencakup simulasi teknis dengan perangkat lunak ETAP 19 serta evaluasi ekonomi menggunakan empat pendekatan, yaitu Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit Cost Ratio (BCR), dan Payback Period (PP). Hasil simulasi menunjukkan tambahan daya sebesar 0,38 MW dengan produksi energi mencapai 1900 kWh. Dari sisi finansial, diperoleh NPV senilai Rp 3.547.423.823, IRR sebesar 11,8%, BCR sebesar 5,79, dan waktu pengembalian modal (PP) sekitar 3 tahun. Keempat indikator tersebut menegaskan bahwa proyek ini layak secara ekonomi. Dengan demikian, penerapan PLTS pada sistem auxiliary PLTU tidak hanya mendukung transisi energi bersih, tetapi juga memberikan keuntungan finansial dan efisiensi operasional jangka panjang.

Kata Kunci: PLTS, analisis kelayakan, energi terbarukan

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 112 Tahun 2022 tentang Energi Terbarukan untuk Sektor Ketenagalistrikan telah diimplementasikan oleh pemerintah Indonesia. Sesuai dengan komitmen Kontribusi Nasional (NDC) untuk mengurangi emisi gas rumah kaca pada tahun 2030, peraturan ini menjadi landasan bagi upaya mempertahankan pemanfaatan bahan bakar fosil menuju energi baru dan terbarukan (EBT). Indonesia diharapkan dapat mencapai target emisi nol bersih Perjanjian Paris pada tahun 2060 atau bahkan lebih cepat dengan inisiatif dan investasi di sektor energi bersih. Mengingat melimpahnya sinar matahari dan kemudahan konstruksi, bahkan di sekitar lokasi PLTU,

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan pilihan strategis dalam hal ini. [1], [2].

Kewajiban pemasangan PLTS pada PLTU dapat menjadi pendekatan transisi energi yang efektif. Dengan memanfaatkan lahan terbuka, atap bangunan, dan area tidak produktif lainnya di sekitar PLTU, PLTS dapat memberikan kontribusi langsung terhadap pengurangan beban energi dari batu bara serta menurunkan emisi secara bertahap[3].

Namun, kebijakan ini juga menghadirkan tantangan dari sisi teknis, finansial, dan regulasi. Permasalahan seperti intermittensi daya surya, keterbatasan kapasitas grid lokal, hingga keterbatasan investasi menjadi faktor-faktor yang perlu dianalisis lebih lanjut sebelum implementasi kebijakan ini dapat diterapkan secara masif dan efektif[4].

Injeksi energi listrik sendiri adalah proses memasukkan daya dari satu pembangkit ke sistem pembangkit lain untuk mendukung kebutuhan energi dan memperbaiki profil tegangan. Proses ini memberikan dampak yang signifikan terhadap dinamika sistem, meskipun stabilitas tetap terjaga dalam batas toleransi ketika pembangkit EBT dihubungkan ke jaringan distribusi.[5]

Tidak semua listrik yang dihasilkan oleh pembangkit dialirkan ke jaringan konsumen, sebagian digunakan untuk memenuhi kebutuhan operasional internal, yang dikenal dengan *auxiliary power* atau pemakaian sendiri. Semakin besar pemakaian auxiliary, semakin sedikit energi yang dapat disalurkan ke jaringan. Sistem auxiliary ini penting karena menopang peralatan vital seperti motor, pompa, kipas, dan sistem kontrol yang menjamin kelangsungan operasi pembangkit.[6]

Dalam konteks kajian ekonomi untuk injeksi PLTS pada sistem Auxiliary sistem 0,4kv di PLTU SKS Kalimantan Tengah, uraian kajian ekonomi akan mencakup berbagai analisis terkait biaya, manfaat, serta potensi keuntungan dan kerugian yang dapat ditimbulkan dari penerapan injeksi energi dalam sistem kelistrikan tersebut. Kajian ekonomi meliputi analisis teknis dan analisis ekonomi, perhitungannya dimulai

dari perhitungan daya, serta evaluasi kelayakan menggunakan metode *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, *Benefit Cost Ratio (BCR)*, dan *Payback Period (PP)*[7].

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, ada beberapa rumusan masalah yang perlu diketahui dalam proses analisis keekonomian injeksi PLTS pada PLTU. Dengan demikian, dapat dirumuskan pertanyaan yaitu bagaimana tingkat kelayakan dari aspek ekonomi dalam pembangunan PLTS?

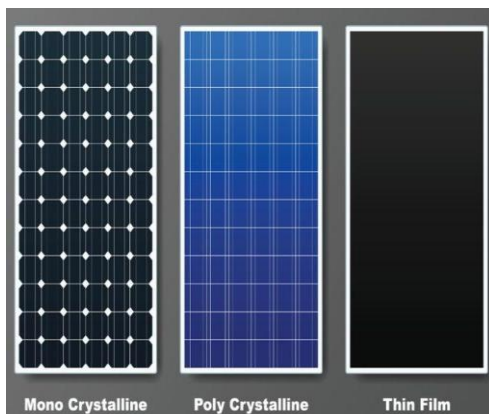
C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan di rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan hasil analisis keekonomian dari pembangunan pembangkit listrik tenaga surya di wilayah PLTU Kalimantan Tengah. Analisis dilakukan dengan menerapkan empat metode utama, yaitu NPV (Net Present Value), IRR (Internal Rate of Return), BCR (Benefit Cost Ratio), dan PP (Payback Period).

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Sistem yang memanfaatkan efek fotovoltaiik untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik dikenal sebagai pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Ketika sinar matahari mengenai sel surya, efek fotovoltaiik ini terjadi saat sel surya menerima cahaya matahari, ia akan diubah menjadi energi listrik karena energi foton cahaya yang melepaskan elektron-elektron yang akan mengalir pada sambungan n ke p sehingga menghasilkan aliran listrik[8].



Gambar 1 Jenis Panel Surya

Pada gambar 1 menunjukkan jenis Panel surya diantaranya:

1. Monocrystalline Silicon

Jenis panel yang paling banyak digunakan karena memiliki kelebihan yang dimiliki. Salah satunya yaitu efisinsi konversi energi listrik yang dimiliki oleh bahan PV ini yaitu 15%. Namun jenis panel surya ini perlu membutuhkan cahaya yang cukup terang saat beroperasi.

2. Polycrystalline Silicon

Panel surya ini memiliki susunan yang lebih rapat dan rapi, Namun, apabila dibandingkan dengan monocrystalline, efisiensi pada panel ini sangatlah rendah. sehingga membutuhkan area yang lebih luas untuk menghasilkan daya yang setara.

3. Thin Film Solar Cell

Kelebihan yang dimiliki oleh PV ini yaitu mempunyai kondisi fisik yang tipis sehingga memiliki bobot yang ringan dan fleksibel. Efisiensi pada PV cukup rendah, hanya memiliki penangkapan cahaya sebesar 8,5%. Untuk penggunaanya PV ini cocok untuk kebutuhan komersil.

Menghitung besar daya yang akan dibangkitkan dengan rumus :

$$P_{watt\ Peak} = \text{Jumlah panel surya} \times P_{mpp} \dots (1)$$

Dimana,

$$P_{watt\ peak} = \text{Daya max PLTS (Wp)}$$

$$P_{mpp} = \text{Daya max per modul surya (Wp)}$$

B. Daya atau Konsep Daya

Jumlah energi yang dihasilkan dan dikonsumsi dalam suatu rangkaian dikenal sebagai daya listrik.. Tegangan listrik menjadi sumber energi, sementara beban menerima energi tersebut. Dengan kata lain, daya listrik merupakan ukuran seberapa besar energi digunakan dalam suatu rangkaian, biasanya diukur dalam satuan watt atau *horsepower (HP)*. [9]

Secara matematis, daya dapat dinyatakan sebagai :

$$P = i \cdot v \dots (2)$$

atau

$$P = \frac{w}{t} \dots (3)$$

Dimana,

P = daya (watt)

w = energi (joule)

i = arus (ampere)

t = waktu (sekon)

v = tegangan (volt)

C. Kelayakan Keekonomian

Setiap pembangunan proyek berskala besar membutuhkan studi kelayakan yang meliputi aspek teknis, pasar, sumber daya manusia, dan keuangan. Untuk mengetahui apakah proyek yang direncanakan layak dari sudut pandang keuangan, maka perlu diperhatikan studi kelayakannya dari aspek finansial[7]. Analisis ekonomi proyek Injeksi PLTS 0,4 KV pada Sistem Bantu PLTU menggunakan beberapa teknik, yaitu :

1) NPV (Net Present Value)

NPV (Net Present Value) adalah suatu nilai sekarang yang dapat diketahui dengan menghitung antara selisih nilai pemasukan dan pengeluaran yang memperhitungkan juga diskon faktor. Setelah biaya keseluruhan, biaya operasional dan pemeliharaan, serta pendapatan yang diharapkan diketahui, NPV dapat dihitung. Faktor diskonto dipertimbangkan untuk menghitung selisih antara pendapatan dan biaya. Proyek dinilai layak bila $NPV > 0$. Perhitungan NPV dapat dilakukan dengan rumus :

$$NPV = \frac{C_1}{(1+r)^1} + \frac{C_1}{(1+r)^2} + \frac{C_1}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0 \dots \quad (4)$$

atau

$$NPV = \sum_{t=1}^t \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0 \dots \quad (5)$$

Dimana ;

C_0 = Nilai investasi awal (rupiah)

C_t = Arus kas per tahun pada periode t

R = Suku bunga (%)

Net Present Value memberikan pandangan tentang potensi keuntungan proyek di masa depan. Berikut adalah beberapa poin di mana NPV berfungsi sebagai alat penting dalam analisis finansial :

- Mengevaluasi nilai masa depan dari nilai uang saat ini. Hal ini krusial karena nilai uang berubah seiring waktu.
- Membantu menilai semua pengeluaran yang diperlukan untuk memulai dan mengoperasikan pembangkit listrik serta manfaat yang diharapkan di masa depan. Sebuah Net Present Value yang positif menandakan bahwa manfaat melebihi biaya yang dikeluarkan.
- Net Present Value memasukkan faktor risiko seperti fluktuasi harga atau pengeluaran yang tidak terduga dalam perhitungannya, membantu kita dalam menentukan keamanan investasi pada proyek tersebut

2) IRR (Internal Rate of Return)

Internal Rate of Return (IRR) merupakan salah satu metode dalam analisis kelayakan investasi yang menunjukkan tingkat bunga (discount rate) pada saat nilai $NPV = 0$. Dengan kata lain, IRR merepresentasikan tingkat pengembalian internal suatu proyek. Suatu proyek dianggap layak dijalankan apabila nilai IRR lebih tinggi dibandingkan tingkat diskonto (suku bunga) yang berlaku [11]. Perhitungan IRR dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \dots \quad (6)$$

Keterangan :

i_1 = tingkat diskonto yang menghasilkan NPV positif

i_2 = tingkat diskonto yang menghasilkan NPV negatif

NPV_1 = nilai NPV dalam kondisi menguntungkan (+)

NPV_2 = nilai NPV dalam kondisi merugikan (-)

Metode IRR menghasilkan nilai persentase yang menjadi indikator potensi tingkat keuntungan yang dapat dicapai dari sebuah proyek investasi. Berikut beberapa poin dimana IIRR dianggap penting dalam analisis finansial :

- Menyajikan sebuah persentase yang mengindikasikan potensi pengembalian dari proyek. Jika nilai IRR melebihi suku bunga, ini menandakan bahwa proyek tersebut berpotensi memberikan keuntungan yang signifikan.
- Memfasilitasi perbandingan antar berbagai jenis investasi. Proyek yang memiliki Internal Rate Of Return paling tinggi sering kali dipandang sebagai opsi terbaik karena menjanjikan pengembalian yang lebih substansial.
- Tidak berasumsi bahwa keuntungan yang diperoleh harus diinvestasikan kembali. Hal ini memberikan perspektif yang lebih nyata mengenai keuntungan yang akan diterima

3) BCR (Benefit Cost Ratio)

Benefit Cost Ratio (BCR) merupakan rasio antara jumlah nilai sekarang dari seluruh manfaat dengan jumlah nilai sekarang dari seluruh biaya. Hasil perhitungan ini menunjukkan berapa banyak keuntungan yang dihasilkan dari proyek. Hasil dari perhitungan ini dapat menunjukkan berapa kali lipat keuntungan yang didapat dari proyek [12]. Jika nilai $BCR > 1$, maka proyek dinilai layak, karena setiap satu satuan biaya menghasilkan manfaat lebih dari satu satuan. Perhitungan BCR dapat dilakukan dengan rumus :

$$BCR = \frac{\sum \text{Benefit}}{\sum \text{Cost}} \dots \quad (7)$$

Dimana

$\sum \text{benefit}$ = jumlah pendapatan/manfaat

$\sum \text{cost}$ = jumlah biaya/modal awal

Melalui BCR, dapat diketahui sejauh mana keuntungan finansial dari suatu proyek sebanding dengan biaya yang digunakan untuk merealisasikan proyek tersebut. Berikut adalah beberapa alasan utama mengapa Benefit Cost Ratio menjadi instrumen analitis penting dalam menilai kelayakan finansial, yang disampaikan dengan cara yang mudah dimengerti:

- Benefit Cost Ratio mengkalkulasi keuntungan yang diharapkan dari proyek dan membandingkannya dengan biaya yang terlibat. Ketika nilai BCR melampaui angka satu, hal ini menandakan bahwa manfaat finansial proyek lebih besar daripada

pengeluarannya, sehingga proyek dapat dikategorikan layak.

- b) Benefit Cost Ratio berguna dalam membandingkan proyek-proyek yang berbeda untuk menemukan yang paling menguntungkan. Proyek dengan Benefit Cost Ratio yang lebih tinggi biasanya lebih diutamakan karena menunjukkan rasio keuntungan yang lebih tinggi dibandingkan biaya.
- c) Benefit Cost Ratio memberikan gambaran tentang efektivitas penggunaan sumber daya yang ada. Proyek dengan Benefit Cost Ratio yang tinggi menunjukkan bahwa kita mendapatkan manfaat yang optimal dari investasi biaya yang kita lakukan

4) PP (Payback Period)

Teknik penelitian investasi yang disebut payback periode (PP) menghitung berapa lama waktu yang dibutuhkan arus kas bersih yang diperoleh untuk menutupi biaya investasi awal. [13]. Dengan metode ini, dapat diketahui pada tahun ke berapa modal yang ditanamkan telah sepenuhnya tertutupi oleh arus kas yang masuk. Kriteria penilaian:

- Jika PP kurang dari umur investasi, maka proyek dinyatakan layak.
- Jika PP lebih dari umur investasi, maka proyek dinyatakan tidak layak.

Rumus untuk menghitung Payback Period adalah :

$$\text{Payback Periode} = \frac{\text{Nilai Investasi}}{\text{Total Masuk Kas Bersih}} \times 1 \text{ Tahun} \quad (8)$$

atau

$$\text{Payback Periode} = n + \frac{X_0 - X_n}{X_s - X_n} \times 1 \text{ Tahun} \quad (9)$$

Dimana

n = Tahun terakhir di mana arus kas masuk tidak mencapai seluruh investasi awal

X_0 = Nilai investasi awal

X_n = Jumlah kas kumulatif hingga tahun ke- n

X_s = Jumlah kas pada tahun ke- $(n+1)$

Ada beberapa alasan mengapa Payback Period menjadi elemen penting dalam mengevaluasi kelayakan finansial suatu proyek:

- a) Teknik ini memberikan estimasi tentang kecepatan pengembalian dana yang telah diinvestasikan ke dalam proyek.
- b) Payback Period memungkinkan pengambilan Keputusan investasi yang lebih cepat karena fokus pada durasi pengembalian dana, tanpa perlu

mempertimbangkan nilai uang di masa yang akan datang.

- c) Proyek yang memiliki Periode Pengembalian Investasi yang lebih pendek sering kali dianggap sebagai pilihan yang lebih aman, karena dana yang diinvestasikan dapat dikembalikan dalam waktu yang lebih singkat.
- d) Payback Period juga berguna sebagai alat untuk membandingkan berbagai proyek investasi berdasarkan kecepatan pengembalian dana yang diinvestasikan[14]

Di dalam menganalisis kelayakan ekonomi, terdapat beberapa informasi atau data yang harus dihitung terlebih dahulu, di antaranya:

- Rencana Anggaran Biaya (RAB)
Merupakan perhitungan awal yang memuat seluruh estimasi biaya yang akan digunakan dalam proyek.
- Estimasi Total Biaya Proyek
Meliputi biaya investasi awal, operasi berkelanjutan, pemeliharaan, dan pengeluaran terkait lainnya..
- Arus Kas Bersih (Net Cash Flow)
Kas bersih adalah jumlah yang tersisa setelah semua pengeluaran (arus kas keluar) dikurangkan dari semua pendapatan (arus kas masuk).
- Nilai Kini (Present Value)
Metode untuk memperkirakan nilai suatu jumlah uang di masa depan dengan mempertimbangkan potensi pertumbuhan melalui investasi.
- Present Value Manfaat (PV Benefit)
Merupakan nilai saat ini dari seluruh keuntungan atau manfaat ekonomi yang dihasilkan proyek.
- Present Value Biaya (PV Cost)
Total nilai sekarang dari semua biaya terkait proyek selama jangka waktu tertentu..
- Arus Kas Kumulatif (Cumulative Cash Flow)
Total akumulasi seluruh kas masuk dan kas keluar dari awal proyek hingga akhir. Indikator ini penting untuk menilai kondisi finansial secara menyeluruh.
- Pendapatan Proyek
Dalam penelitian ini dihitung berdasarkan tarif penjualan listrik tahunan. Besarnya dapat ditentukan menggunakan persamaan (10), (11) dan (12) sesuai dengan asumsi tarif yang berlaku.

$$\text{Pendapatan total perhari} = \text{Energi total} \times \text{Harga Jual perKwh} \quad (10)$$

$$\text{Pendapatan total perbulan} = \text{Pendapatan total perhari} \times 30 \text{ Hari} \quad (11)$$

$$\text{Pendapatan total pertahun} = \text{Pendapatan total perbulan} \times 12 \text{ Bulan} \quad (12)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Teknik pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan pada area PLTU di kawasan Kalimantan Tengah. Pengambilan data ini dapat berupa data teknis, pemodelan simulasi auxiliary, data harga alat-alat yang digunakan, data energi yang dihasilkan, harga tarif listrik dari PLN, suku bunga bank yang digunakan, rencana RAB.

Proses analisis dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu:

1. Kajian Literatur

Tahap ini melibatkan studi pustaka untuk memahami teori terkait metode analisis keekonomian seperti NPV, IRR, BCR, dan PP, berdasarkan referensi dari buku, jurnal, serta standar IEEE.

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan mencakup data teknis Studi Aliran Daya (SLD, jaringan instalasi auxiliary system) khususnya akibat adanya pemasangan PLTS on-grid yg terhubung pada beberapa titik busbar 400V auxiliary system dan data harga alat-alat yang digunakan pada proyek Pembangunan PLTS. Data tersebut disimulasikan menggunakan perangkat lunak ETAP 19 dan dihitung menggunakan 4 metode tersebut.

3. Analisis Keekonomian

Pada tahap ini, data primer maupun skunder yang sudah terkumpul dilakukan perhitungan terhadap 4 metode sebagai berikut :

a. NPV (*Net Present Value*)

Setelah keuntungan proyek yang diharapkan, biaya operasional dan pemeliharaan, serta total pengeluaran investasi diketahui, NPV dapat dihitung. Jika nilai sekarang bersih (NPV) suatu proyek lebih dari nol (positif), proyek tersebut dianggap layak, karena hal ini menunjukkan bahwa manfaat melebihi biaya. Sebaliknya, jika nilai NPV kurang dari nol (negatif), maka dinyatakan tidak layak. Rumus perhitungan NPV dapat ditunjukkan pada persamaan (4).

b. IRR (*Internal Rate of Return*)

IRR adalah teknik untuk mengevaluasi investasi yang menghitung tingkat bunga (i) pada nilai sekarang bersih (NPV) nol.. Jika tingkat pengembalian yang diestimasikan (IRR) melebihi tingkat diskonto acuan, proyek tersebut mungkin dianggap layak.. Perhitungan IRR dapat ditunjukkan pada persamaan (6).

c. BCR (*Benefit Cost Ratio*)

BCR digunakan untuk membandingkan total manfaat atau pendapatan yang dihasilkan dengan total biaya atau modal yang dikeluarkan. Proyek dianggap layak jika BCR lebih besar dari satu karena keuntungannya lebih besar daripada kerugiannya. Di sisi lain, proyek dianggap tidak layak jika BCR kurang dari satu.. Rumus BCR dapat dilihat pada persamaan (7).

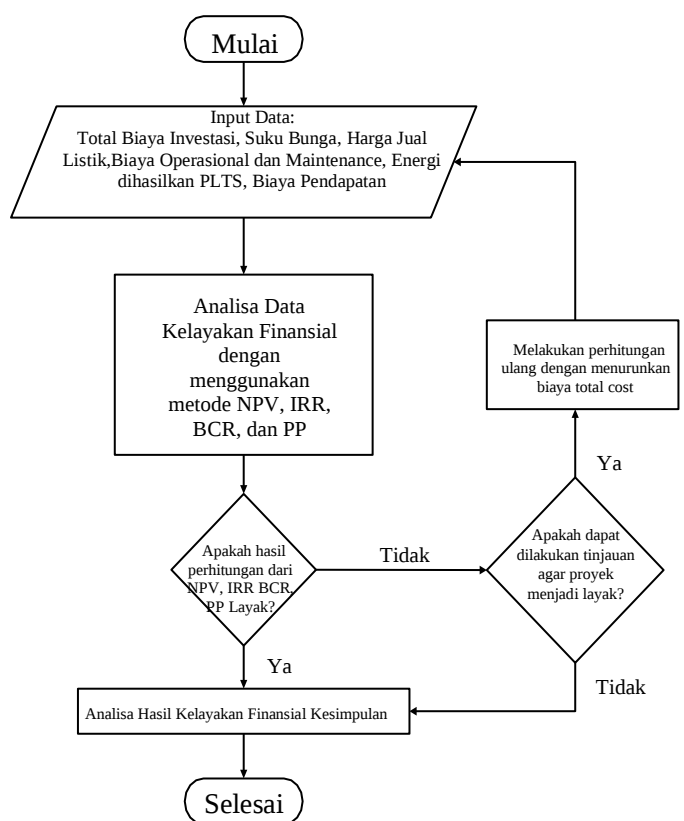
d. PP (*Payback Period*)

Periode pengembalian investasi (PP) adalah jangka waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan investasi awal melalui arus kas bersih tahunan. Pendekatan ini bertujuan untuk menentukan jadwal pengembalian investasi. Proyek dianggap layak jika nilai PP kurang dari umur investasi; jika lebih besar, proyek dianggap tidak layak. Untuk menentukan hasil dari Periode Pengembalian, dapat digunakan rumus (9).

Hasil analisis dari keempat metode tersebut digunakan untuk menentukan kelayakan finansial dalam proyek Pembangunan PLTS dalam sistem Auxiliary.

B. Flowchart

Flowchart alur penelitian ini bertujuan untuk mengorganisir hasil yang didapat berdasarkan perhitungan metode – metode yang digunakan sebagai berikut :



Gambar 2 Flowchart Penelitian

Pada gambar 2 menjelaskan algoritma Flowchart sebagai berikut :

1. Mulai

2. Input data

Data yang diperlukan dalam perhitungan kelayakan ekonomi meliputi: biaya investasi, biaya operasional dan pemeliharaan, tingkat suku bunga, harga jual listrik, jumlah energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS, serta proyeksi pendapatan yang diperoleh dari penjualan energi tersebut.

3. Analisa Kelayakan Data Finansial
 - a. Setelah seluruh data yang relevan terkumpul, informasi tersebut dipakai sebagai dasar dalam analisis kelayakan dengan menggunakan empat metode tersebut.
 - b. Analisis kemudian dilakukan dengan menerapkan keempat metode tersebut untuk mengetahui apakah proyek layak dijalankan dari sisi finansial.
4. Analisa Hasil Kelayakan Finansial dan Kesimpulan
Hasil yang didapat berdasarkan perhitungan metode - metode diatas dapat di analisa dan disimpulkan, Proyek dianggap layak jika NPV positif, Proyek dianggap layak jika IRR lebih besar daripada suku bunga, Proyek dianggap layak jika BCR lebih dari satu, dan Proyek dianggap layak jika PP lebih kecil dari umur proyek
5. Selesai

IV. HASIL DAN ANALISA

A. Energi PLTS

Hasil dari aliran daya pada simulasi ETAP 19 sebelum dan sesudah, menunjukkan kenaikan yaitu 0,095MW pada 4 unit output power dan Total hasil yang didapatkan yaitu 0,38 MW. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Net Power OutPut ke Grid PLN 150kV

No	Jalur	Daya (MW)		Keterangan	
		Sebelum	Sesudah	Naik (MW)	Turun (MW)
1	GSUT-2	89,546	89,699	0,095	-
2	Kasongan Line 1	45,185	45,28	0,095	-
3	Kasongan Line 2	45,185	45,28	0,095	-
4	Kuala Kurun Line 1	45,185	45,28	0,095	-

B. Biaya Pendapatan

Jadi total daya yang dihasilkan oleh PLTS sebesar 380 kw. Untuk menghitung biaya pendapatan selama setahun, perhitungannya adalah sebagai berikut :

Energi dihasilkan = Total daya x 5 Jam
 = 380kw x 5 Jam
 = 1900 kWh
 Pendapatan Perhari = 1900 kWh x Rp. 1.114,74 /kWh
 = Rp.2.118.006/hari
 Pendapatan perbulan = Rp. 2.118.006 /kWh x 30 hari
 = Rp. 63.540.180/bulan
 Pendapatan pertahun = Rp. 63.540.180 x 12 bulan
 = Rp. 762.482.160 /tahun

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penjualan energi listrik sebesar 380 kWh dalam setahun menghasilkan pendapatan total sebesar Rp 762.482.160.

C. Rencana Anggaran Biaya Selama 25 Tahun

Dalam perhitungan kelayakan finansial, RAB dibuat untuk periode 25 tahun berdasarkan umur penggunaan panel surya.

Perhitungan dimulai dengan menentukan arus kas bersih tahunan dari tahun ke-0 hingga ke-25, dengan biaya investasi awal sebesar Rp 3.001.152.000. dengan perhitungan cost/pengeluaran + pemasukan menjadi cashflow Dapat dilihat pada tabel 2 nilai cashflow yang dihasilkan selama 25 tahun.

Tabel 2 Biaya RAB 25 Tahun

Tahun	Cost (Rp)	Pemasukan (Rp)	Cashflow (Rp)
0	3.001.152.000	-	- 3.001.152.000
1	10.000.000	762.482.160	752.482.160
2	10.000.000	762.482.160	752.482.160
3	10.000.000	762.482.160	752.482.160
4	15.000.000	762.482.160	747.482.160
5	10.000.000	762.482.160	752.482.160
6	10.000.000	762.482.160	752.482.160
7	15.000.000	762.482.160	747.482.160
8	10.000.000	762.482.160	752.482.160
9	10.000.000	762.482.160	752.482.160
10	15.000.000	762.482.160	747.482.160
11	10.000.000	762.482.160	752.482.160
12	10.000.000	762.482.160	752.482.160
13	15.000.000	762.482.160	747.482.160
14	10.000.000	762.482.160	752.482.160
15	10.000.000	762.482.160	752.482.160
16	15.000.000	762.482.160	747.482.160
17	10.000.000	762.482.160	752.482.160
18	10.000.000	762.482.160	752.482.160
19	15.000.000	762.482.160	747.482.160
20	10.000.000	762.482.160	752.482.160
21	10.000.000	762.482.160	752.482.160
22	15.000.000	762.482.160	747.482.160
23	10.000.000	762.482.160	752.482.160
24	10.000.000	762.482.160	752.482.160
25	15.000.000	762.482.160	747.482.160

D. Perhitungan Net Present Value (NPV)

Analisis Net Present Value berperan dalam menilai peluang bagi investor untuk mengelola investasi selama beberapa tahun ke depan. NPV menghitung nilai sekarang dari arus kas berdasarkan asumsi tingkat diskonto tertentu. Dalam pendekatan ini, proyek akan dianggap layak jika nilai NPV positif atau lebih dari nol, karena memberikan keuntungan lebih besar daripada biaya modal. Untuk proyek pembangunan PLTS, nilai NPV dihitung dengan mengacu pada data RAB dan tingkat suku bunga 10%, kemudian diproses sesuai perhitungan pada rumus (4) :

$$NPV = \frac{752.482.160}{(1+0,1)^1} + \dots + \frac{747.482.160}{(1+0,1)^{25}} - 3.001.152.000$$

$$= 6.548.575.823 - 3.001.152.000$$

$$= \text{Rp. } 3.547.423.823$$

Untuk perhitungan mengenai net present value setiap tahunnya dapat dilihat pada tabel 3 suku bunga 10% dan Biaya Investasi Rp. 3.001.152.000.

Tabel 3 Perhitungan *Net Present Value* (NPV)

Tahun	Cashflow (Rp)	Present Value (Rp)
0	- 3.001.152.000	- 3.001.152.000
1	752.482.160	684.074.691
2	752.482.160	621.886.083
3	752.482.160	565.350.984
4	747.482.160	510.540.373
5	752.482.160	467.232.218
6	752.482.160	424.756.562
7	747.482.160	383.576.539
8	752.482.160	351.038.481
9	752.482.160	319.125.892
10	747.482.160	288.186.731
11	752.482.160	263.740.407
12	752.482.160	239.764.006
13	747.482.160	216.518.956
14	752.482.160	198.152.071
15	752.482.160	180.138.246
16	747.482.160	162.673.896
17	752.482.160	148.874.584
18	752.482.160	135.340.531
19	747.482.160	122.219.306
20	752.482.160	111.851.678
21	752.482.160	101.683.344
22	747.482.160	91.825.174
23	752.482.160	84.035.821
24	752.482.160	76.396.201
25	747.482.160	68.989.612
NPV		Rp 3.547.423.823

Berdasarkan dari tabel 3 perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa Net Present Value menghasilkan nilai positif lebih dari 0 yaitu Rp. 3.547.423.823.

E. Perhitungan *Internal Rate of Return* (IRR)

Metode IRR membantu menilai seberapa besar persentase pengembalian investasi yang dapat diharapkan. Jika hasil IRR

lebih tinggi dibandingkan tingkat bunga, maka proyek dinilai layak, dengan nilai IRR diperoleh saat NPV mendekati nol. Sebelum melanjutkan perhitungan IRR, harus terlebih dahulu ditentukan nilai diskonto yang menghasilkan nilai NPV negatif menggunakan software Microsoft Excel. Berdasarkan rumus (6), maka didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$IRR = 10\% + \frac{3.547.423.823}{3.547.423.823 - 5.878.703} (11,8\% - 10\%)$$

$$= 11,8\%$$

Pada tabel 4 Perhitungan IRR menunjukkan bahwa Tingkat diskonto yang menghasilkan NPV negatif yaitu 11,8% dengan nilai NPV - Rp. 5.878.703.

Tabel 4 Perhitungan *Internal Rate of Return* (IRR)

Tahun	Cashflow (Rp)	Present Value (Rp)	Present Value (Rp)
0	-3.001.152.000	- 3.001.152.000	-3.001.152.000
1	752.482.160	684.074.691	673.060.966
2	752.482.160	621.886.083	602.022.331
3	752.482.160	565.350.984	538.481.512
4	747.482.160	510.540.373	478.446.760
5	752.482.160	467.232.218	430.811.403
6	752.482.160	424.756.562	385.341.148
7	747.482.160	383.576.539	342.379.858
8	752.482.160	351.038.481	308.291.662
9	752.482.160	319.125.892	275.752.829
10	747.482.160	288.186.731	245.009.428
11	752.482.160	263.740.407	220.615.676
12	752.482.160	239.764.006	197.330.659
13	747.482.160	216.518.956	175.330.465
14	752.482.160	198.152.071	157.874.126
15	752.482.160	180.138.246	141.211.204
16	747.482.160	162.673.896	125.467.711
17	752.482.160	148.874.584	112.975.832
18	752.482.160	135.340.531	101.051.728
19	747.482.160	122.219.306	89.785.574
20	752.482.160	111.851.678	80.846.298
21	752.482.160	101.683.344	72.313.325
22	747.482.160	91.825.174	64.251.187
23	752.482.160	84.035.821	57.854.178
24	752.482.160	76.396.201	51.747.923
25	747.482.160	68.989.612	45.978.600
NPV 1 (+)		Rp. 3.547.423.823	
NPV 2 (-)		- Rp. 5.878.703	
IRR		11,8%	

Perhitungan IRR yang tercantum dalam Tabel 4 memperlihatkan bahwa proyek pembangunan PLTS mencapai nilai 11,8%.

F. Perhitungan Benefit Cost Ratio (BCR)

Metode Benefit Cost Ratio membantu menentukan kelayakan investasi dengan mengevaluasi rasio antara manfaat ekonomi dan biaya yang harus dikeluarkan. Apabila $BCR > 1$ maka proyek dianggap layak untuk diinvestasikan. Dalam metode ini perlu mencari Total Benefit dan Total Cost selama 25 tahun masa investasi, maka dapat ditentukan nilai BCR dari pembangunan PLTS dengan menggunakan rumus (7)

$$BCR = \frac{19.062.054.000}{3.291.152.000} = 5,79$$

Perhitungan Benefit dan Cost setiap tahun selama 25 tahun, hasil perhitungan BCR dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 5 Perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR)

Tahun	Cost (Rp)	Benefit (Rp)
0	3.001.152.000	-
1	10.000.000	762.482.160
2	10.000.000	762.482.160
3	10.000.000	762.482.160
4	15.000.000	762.482.160
5	10.000.000	762.482.160
6	10.000.000	762.482.160
7	15.000.000	762.482.160
8	10.000.000	762.482.160
9	10.000.000	762.482.160
10	15.000.000	762.482.160
11	10.000.000	762.482.160
12	10.000.000	762.482.160
13	15.000.000	762.482.160
14	10.000.000	762.482.160
15	10.000.000	762.482.160
16	15.000.000	762.482.160
17	10.000.000	762.482.160
18	10.000.000	762.482.160
19	15.000.000	762.482.160
20	10.000.000	762.482.160
21	10.000.000	762.482.160
22	15.000.000	762.482.160
23	10.000.000	762.482.160
24	10.000.000	762.482.160

25	15.000.000	762.482.160
Jumlah	3.291.152.000	19.062.054.000
BCR		5,79

Berdasarkan analisis pada Tabel 5, diperoleh nilai BCR untuk Proyek Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yaitu 5,79.

G. Perhitungan Payback Periode (PP)

Payback periode memberikan gambaran tentang seberapa cepat modal awal dapat dikembalikan, biasanya para investor menghindari investasi dengan payback periode yang terlalu lama. Karena dianggap investasi atau proyek tersebut kurang efisien atau kurang menguntungkan. sebelum menghitung periode pengembalian investasi, penting untuk terlebih dahulu menentukan arus kas kumulatif dari setiap tahun. Arus kas kumulatif ini dapat dihitung dengan menjumlahkan nilai arus kas sebelumnya dengan nilai arus kas sekarang, untuk tahun pertama dapat menggunakan arus kas Present Value tahun pertama. Dapat dilihat pada tabel 6

Tabel 6 Perhitungan *Payback Periode* (PP)

Tahun	Cost (Rp)	Cash Inflow (Rp)	Net Cash Flow (Rp)
0	- 3.001.152.000	-	- 3.001.152.000
1	15.000.000	762.482.160	- 2.238.669.840
2	10.000.000	762.482.160	- 1.476.187.680
3	10.000.000	762.482.160	- 713.705.520
4	15.000.000	762.482.160	48.776.640
5	10.000.000	762.482.160	811.258.800
6	10.000.000	762.482.160	1.573.740.960
7	15.000.000	762.482.160	2.336.223.120
8	10.000.000	762.482.160	3.098.705.280
9	10.000.000	762.482.160	3.861.187.440
10	15.000.000	762.482.160	4.623.669.600
11	10.000.000	762.482.160	5.386.151.760
12	10.000.000	762.482.160	6.148.633.920
13	15.000.000	762.482.160	6.911.116.080
14	10.000.000	762.482.160	7.673.598.240
15	10.000.000	762.482.160	8.436.080.400
16	15.000.000	762.482.160	9.198.562.560
17	10.000.000	762.482.160	9.961.044.720
18	10.000.000	762.482.160	10.723.526.880
19	15.000.000	762.482.160	11.486.009.040
20	10.000.000	762.482.160	12.248.491.200
21	10.000.000	762.482.160	13.010.973.360
22	15.000.000	762.482.160	13.773.455.520
23	10.000.000	762.482.160	14.535.937.680

24	10.000.000	762.482.160	15.298.419.840
25	15.000.000	762.482.160	16.060.902.000
Tahun ke-n		3	
Xn	3.049.928.640	Xs	16.012.125.360
PP		3,00	

Dalam tabel 6, dapat dilihat bahwa pada tahun ketiga, arus kas kumulatif masih belum cukup untuk menutupi jumlah investasi, dengan hal ini dapat dilakukan perhitungan PP menggunakan rumus (9) :

$$PP = 3 + \frac{3.001.152.000 - 3.049.928.640}{16.012.125.360 - 3.049.928.640} \times 1 \text{ Tahun}$$

$$= 3,00 \text{ Tahun}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai payback periode sebesar 3,03, dimana pada tahun ke 3 lebih 1 bulan proyek ini sudah mencapai titik balik modal

H. Analisa Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode NPV, IRR, BCR, dan PP, diperoleh gambaran mengenai kelayakan finansial proyek ini dengan suku bunga 10%, investasi awal Rp. 3.001.152.000, dan umur ekonomi peralatan selama 25 tahun, terdapat beberapa ringkasan hasil perhitungan yang sudah dilakukan diantaranya:

- Berdasarkan hasil perhitungan Analisa Kelayakan Finansial menggunakan metode Net Present Value diperoleh nilai Rp. 3.547.423.823 karena $NPV > 0$ maka proyek dikatakan LAYAK
- Berdasarkan hasil perhitungan Analisa Kelayakan Finansial menggunakan metode Internal Rate Of Return diperoleh nilai 11,8%, karena $IRR > i$ maka proyek dikatakan LAYAK
- Berdasarkan hasil perhitungan Analisa Kelayakan Finansial menggunakan metode Benefit Cost Ratio diperoleh nilai 5,79 karena $BCR > 1$ maka proyek dikatakan LAYAK
- Berdasarkan hasil perhitungan Analisa Kelayakan Finansial menggunakan metode Payback Periode diperoleh nilai 3,00, karena $PP < \text{umur investasi}$ maka proyek dikatakan LAYAK

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan terhadap proyek pembangunan PLTS untuk injeksi ke sistem auxiliary 0,4 kV di PLTU SKS Kalimantan Tengah, Dengan menggunakan empat metode *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, *Benefit Cost Ratio (BCR)*, dan *Payback Periode (PP)* didapatkan kesimpulan bahwa proyek pembangunan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) ini dinyatakan layak secara finansial, memberikan return yang tinggi, efisien dalam pengembalian modal cepat, dan layak untuk direalisasikan sebagai investasi jangka panjang. Hal ini

dibuktikan dari hasil analisis keekonomian menggunakan 4 metode yaitu Nilai NPV sebesar Rp. 3.547.423.823 yang menunjukkan proyek memberikan keuntungan di atas biaya investasi, dinyatakan Layak karena $NPV > 0$. Nilai IRR sebesar 11,8% yang lebih tinggi dari tingkat diskonto 10%, dinyatakan Layak karena $IRR > \text{Tingkat bunga}$. Nilai BCR sebesar 5,79 yang berarti setiap Rp 1 biaya menghasilkan Rp 5,79 manfaat, dinyatakan Layak karena $BCR > 1$. Nilai PP sebesar 3 tahun menunjukkan pengembalian investasi dalam waktu yang sangat relatif singkat, dinyatakan Layak karena $PP < \text{umur proyek}$.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penulis menyampaikan sejumlah saran yang diharapkan dapat dijadikan pertimbangan dalam implementasi maupun pengembangan proyek sejenis di masa mendatang:

1. Pengembangan Skala Proyek

Mengingat proyek ini menunjukkan hasil yang sangat layak secara finansial dengan nilai NPV positif, IRR yang lebih besar dari tingkat diskonto, serta BCR yang jauh lebih besar dari 1, maka disarankan agar proyek ini dapat ditingkatkan atau dikembangkan lebih lanjut dengan menambah jumlah unit PLTS untuk meningkatkan produksi energi.

2. Sinkronisasi dengan Kebijakan Energi Terbarukan Nasional

Proyek ini sebaiknya diintegrasikan dengan kebijakan pemerintah terkait pengembangan energi terbarukan, agar dapat memperoleh manfaat dari insentif, subsidi, atau kemudahan regulasi yang ditawarkan. Hal ini akan mendukung keberlanjutan proyek dan memperkuat kontribusi terhadap bauran energi nasional

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia, “*Pemerintah Terus Mendorong Percepatan di Dalam Negeri Guna Mencapai Target Net Zero Emission pada 2060*,” www.ekon.go.id.
- [2] P. P. (Persero), “*Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2021–2030*.” Jakarta, 2022.
- [3] T. Wahyudi dan A. Nasrullah, “*Analisis Integrasi PLTS pada PLTU untuk Efisiensi Energi*,” *Energi dan Lingkungan*, vol. 18, no 2, pp. 123–135, 2020.
- [4] International Energy Agency, “*Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*,” *International Energy Agency*. International Energy Agency, Paris, 2021.
- [5] R. Syahputra, R. M. Fasha, A. N. N. Chamim, and K. Purwanto, “*Prototipe Sistem Monitoring pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*,” *Semesta Tek.*, vol. 25, no. 1, pp. 40–46, 2022, doi: 10.18196/st.v25i1.13180.
- [6] A. Burhandono, J. Windarta, and N. Sinaga, “*Perencanaan PLTS Roof Top On-Grid Untuk Gedung Kantor PLTU Amurang Sebagai Upaya Mengurangi Auxiliary Power dan Memperbaiki Nilai*

Nett Plant Heat Rate Pembangkit,” J. Energi Baru dan Terbarukan, vol. 3, no. 2, pp. 61–79, 2022, doi: 10.14710/jebt.2022.13051.

- [7] O. A. V. Putri and N. A. Wessiani, “Analisis Kelayakan Finansial Proyek Pembangunan Jaringan Telekomunikasi di Kawasan Wisata Nusa Penida, Bali (Studi Kasus: PT Telkom Indonesia (Persero) Tbk Witel Singaraja,” *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v9i2.56210.
- [8] Al Bahar A.K Kusuma C.W, “Perencanaan PLTS Untuk Rumah Tinggal Dengan Kapasitas Daya Terpasang 450 VA,” *J. Ilm. Elektron.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–23, 2016.
- [9] M. A. H. Saifuddin, I. A. Djufri, and M. N. Rahman, “Analisa Kebutuhan Daya Listrik Terpasang Pada Gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat,” vol. 05, no. 1, pp. 49–57, 2018.
- [10] L. Kamelia, K. Kharisma, and A. Fadhil, “Analisis Perencanaan Secara Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Terbarukan (Studi Kasus: Kabupaten Gunung Kidul Yogyakarta)” *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 3, no. 1, pp. 13–27, 2017, doi: 10.15575/telka.v3n1.13-27.
- [11] L. Reskita Lubis and H. Fitriani, “Financial Feasibility Analysis of Warehouse Boarding At the Port of Baai Island Bengkulu,” *CSID J. Sustain. City Urban Dev.*, vol. 1, no. 1, pp. 49–64, 2018.
- [12] K. Senastri, “Benefit Cost Ratio: Pengertian, Rumus, dan Contoh Perhitungannya,” *accurate.id*.
- [13] O. Sensa Ritzky Cinicy, J. Windarta, and S. Saptadi, “Economic Feasibility Study of Rooftop Solar Power Plant 32 kWp in PT KPJB Office Building, PLTU Tanjung Jati B, Kabupaten Jepara,” *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 4, no. 2, pp. 97–107, 2023, doi: 10.14710/jebt.2023.17574.
- [14] W. P. Muljanto, B. Rosalie, P. Wiyoga, I. M. Wartana, and I. B. Sulistiawati, “Kelayakan Finansial

Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Di Sanggar Kota Batu , Jawa Timur,” vol. 12, no. 4, pp. 1063–1073, 2024.

VII. BIODATA PENULIS



Penulis bernama Mochammad Nizar lahir di Malang pada 01 November 1999. Penulis menyelesaikan pendidikan kesetaraan sma di PKBM Sumber Makmur Lawang. Saat ini penulis merupakan mahasiswa program Strata 1 (S1) di Institut Teknologi Nasional Malang dengan konsentrasi Teknik Energi Listrik pada Program Studi Teknik Elektronika.. Akhir kata dari penulis mengucapkan terima kasih dan rasa syukur yang sebanyak-banyaknya atas selesainya penelitian ini dengan judul “Analisa Kelayakan Penambahan PLTS Untuk Pemakaian Sendiri Di Sistem Kelistrikan 0,4KV”