

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) telah menjadi topik yang semakin relevan dan menarik perhatian di industri saat ini. Dalam upaya mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional dan mengatasi dampak lingkungan, penggunaan PLTS sebagai alternatif energi terbarukan menjadi pilihan yang menjanjikan. Data menunjukkan bahwa pemasangan PLTS di industri terus mengalami pertumbuhan yang signifikan. Menurut laporan dari *International Renewable Energy Agency (IRENA)*, kapasitas pemasangan PLTS di sektor industri mencapai 27,4 gigawatt (GW) pada tahun 2020, meningkat 8% dibandingkan tahun sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa industri secara global semakin menyadari manfaat dan potensi PLTS dalam memenuhi kebutuhan energi mereka. Di tengah kebutuhan akan sumber energi yang berkelanjutan, industri sebagai salah satu sektor yang mengonsumsi energi secara signifikan perlu mempertimbangkan pemasangan PLTS. Pemasangan proyek PLTS di Ngoro Jawa Timur mampu menghemat energi sebesar 25%, dimana 1 MWp menghasilkan 4 MW.

Perencanaan pemasangan PLTS memerlukan biaya yang sangat mahal untuk saat ini. Oleh karena itu, seringkali perusahaan dihadapkan pada keputusan strategis mengenai investasi dan pengembangan proyek. Seiring dengan perkembangan teknologi PLTS banyak peneliti yang melakukan analisis/kajian berkaitan dengan aspek teknis maupun ekonomis, khususnya instalasi PLTS Atap (*solar rooftop*) di Indonesia. PLTS Atap dapat dikembangkan dengan sistem *On-Grid* maupun *Off-Grid* (Irfan, 2017). Metode analisis teknis dan ekonomis dari sistem instalasi PLTS yang direncanakan tersebut, banyak menggunakan berbagai aplikasi *software* dan algoritma, misalnya: *Genetic Algorithm*, *PSO*, *SAM*, *HOMER*, *MATLAB*, *Grhyso*, *ETAP*, *Arena*, *PV-DesignPro*, *Hybrid2*, *PvSyst*, *Insel*, *Solsim*, *Watsun-PV* (Manullang et al., 2020).

Sedangkan beberapa peneliti lain, menggunakan metode analisis kelayakan ekonomis proyek dari sistem instalasi PLTS yang dihitung berdasarkan

NPV (*Net Present Value*), PI (*Profitability Index*), dan DPP (*Discounted Payback Period*). Sehingga dari hasil kajian aspek ekonomi ini, diperoleh rekomendasi bahwa proyek yang direncanakan layak (*feasible*) dilakukan (Kariongan et al., 2022).

Dalam rangka memaksimalkan potensi keuntungan dan meminimalkan risiko finansial, perusahaan harus memilih metode pendanaan yang paling sesuai dengan konteksnya. Dua metode pendanaan yang sering muncul dalam analisis kelayakan ekonomi adalah metode *up-front* (biaya modal tersendiri) dan metode *leasing* (sewa). Namun, pada penelitian sebelumnya metode pendanaan yang dipakai dalam proyek pemasangan PLTS yaitu metode *up-front*, salah satunya yaitu pada Kajian Kelayakan Solar *Rooftop On-Grid* untuk Kebutuhan Listrik Bengkel Mesin di Polinema (Asrori et al., 2022). Metode *up-front* adalah metode pendanaan dimana perusahaan menggunakan dana internal untuk membiayai investasi tanpa meminjam dana dari pihak lain. Dalam hal ini, perusahaan mengandalkan sumber daya yang sudah ada, seperti laba ditahan atau kas yang tersedia, untuk memulai proyek. Sedangkan metode *leasing* adalah pembiayaan dimana perusahaan menyewa aset yang diperlukan daripada membelinya. Dengan menyewa aset daripada membelinya secara langsung, perusahaan dapat menghindari beban finansial awal yang signifikan.

Pada penelitian ini penulis akan membandingkan hasil analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan metode *up-front* dan *leasing* pada proyek PLTS On-Grid 1,881 MWp di Jawa Timur. Dengan memahami manfaat dan risiko dari kedua metode, perusahaan dapat mengarahkan investasi mereka menuju jalur yang akan memberikan hasil terbaik sesuai dengan visi dan tujuan perusahaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan diatas, maka rumusan masalah yang diajukan dan dicari pemecahannya dalam penelitian ini yaitu :

1. Apakah proyek pemasangan PLTS di Jawa Timur layak dilakukan setelah dianalisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan dua metode bisnis.
2. Bagaimana cara menghitung analisis kelayakan ekonomi?
3. Bagaimana perbandingan nilai parameter jika menggunakan dua metode bisnis?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari analisis kelayakan ekonomi pada proyek ini antara lain:

1. Menganalisis kelayakan proyek pemasangan PLTS di Jawa Timur dengan dua metode yaitu *up-front* dan *leasing*
2. Membandingkan nilai IRR (*Internal Rate of Return*), NPV (*Net Present Value*), DPP (*Discounted Payback Period*), dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) pada metode *up-front* dan *leasing*.
3. Membandingkan waktu pengembalian modal tercepat antara metode *up-front* dan *leasing*.

1.4 Kerangka Pemikiran

Analisis kelayakan ekonomi dalam bidang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan proses penting untuk mengevaluasi apakah proyek PLTS layak secara finansial dan berkelanjutan. Proyek ini memiliki tujuan untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan dari sinar matahari dan menyuplai listrik ke jaringan utilitas. Pertama-tama, akan diidentifikasi dan dikuantifikasi semua biaya yang terlibat dalam proyek, termasuk investasi awal, peralatan, instalasi, dan biaya perizinan. Selanjutnya, tinjauan dilakukan terhadap potensi pendapatan yang dihasilkan dari penjualan listrik ke jaringan listrik regional serta kemungkinan adanya perjanjian jual-beli listrik (*power purchase agreement*). Selain itu, biaya operasional selama masa pengoperasian juga harus dipertimbangkan dengan memperhitungkan pemeliharaan rutin, pemantauan, dan penggantian komponen. Analisis kelayakan juga mencakup aspek sosial dan lingkungan dengan menilai manfaatnya, seperti penurunan emisi gas rumah kaca dan dampak positif pada lapangan kerja.

Dalam menghadapi risiko-risiko yang mungkin timbul, seperti fluktuasi harga energi atau perubahan regulasi, evaluasi risiko diperlukan untuk memahami bagaimana dampaknya terhadap kelayakan proyek. Penggunaan metrik keuangan, seperti IRR (*Internal Rate of Return*), NPV (*Net Present Value*), DPP (*Discounted Payback Period*), dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) membantu dalam mengukur kinerja keuangan proyek. Dari hasil analisis ini, kesimpulan dan rekomendasi akan dibuat untuk menentukan kelanjutan proyek, baik itu dengan

melakukan perbaikan jika hasil menunjukkan ketidaklayakan atau melanjutkan implementasi jika proyek terbukti layak secara ekonomi. Dengan demikian, Analisis kelayakan ekonomi membantu para pemangku kepentingan dalam mengambil keputusan investasi yang cerdas dan berwawasan masa depan, sehingga dapat mendorong transisi menuju sumber energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.5 Hipotesis

Pemasangan proyek PLTS *on-grid* 1,881 MWp di Jawa Timur memperhitungkan aspek ekonomi. Hasil dari perhitungan aspek ekonomi akan menentukan apakah proyek tersebut layak atau tidaknya. Perhitungan dengan metode *up-front* dan *leasing* pada proyek PLTS di Ngoro Jawa Timur menghasilkan analisis kelayakan ekonomi yang baik.

1.6 Kontribusi Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi, yaitu:

1. Bagi Penulis, diharapkan dapat menambah wawasan berupa ilmu pengetahuan tentang menghitung analisis kelayakan ekonomi.
2. Bagi Politeknik Negeri Lampung, sebagai referensi mahasiswanya dan menambah ilmu pengetahuan mengenai metode bisnis yang digunakan dalam menganalisis kelayakan ekonomi.

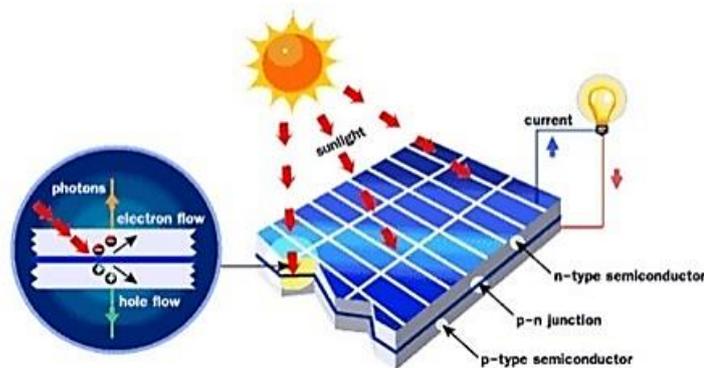
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PLTS

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) termasuk dalam salah satu sumber energi baru dan terbarukan. PLTS memanfaatkan sumber energi matahari dalam bentuk cahaya matahari untuk diubah langsung menjadi energi listrik. Pada dasarnya matahari membawa energi yang dibagi menjadi dua bentuk, yaitu energi panas dan cahaya. Dari dua bentuk energi tersebut dibagi menjadi dua sistem tenaga surya, yaitu sistem tenaga panas matahari (*solar thermal*) dan sistem tenaga surya (PLTS) (Nugraha, 2020).

2.1.1 Prinsip kerja Panel Surya

Prinsip kerja sel surya atau panel surya di PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dimulai ketika pancaran sinar matahari yang terdiri dari foton mengenai atom semikonduktor silikon panel surya. Sehingga dapat menghasilkan energi yang tinggi, mampu mengeluarkan elektron dari struktur atom. Elektron terpisah bermuatan negatif bergerak ke daerah konduktif dari bahan semikonduktor. Dalam atom yang kehilangan satu elektron, strukturnya kosong, disebut lubang bermuatan positif.



Gambar 1. Prinsip Kerja Panel Surya
(Sumber : Sanspower, 2023)

Jika ada elektron bebas yang negatif, mereka dapat menjadi donor elektron atau disebut semikonduktor tipe "n", dan untuk semikonduktor dengan lubang bermuatan positif, itu adalah akseptor elektron, atau semikonduktor tipe "p".

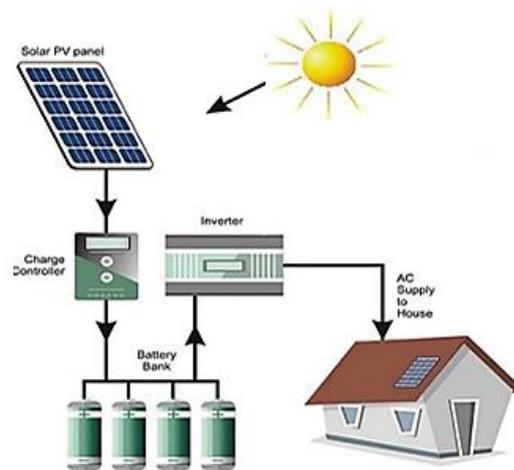
Antara daerah positif dan negatif yang dapat menghasilkan energi yang kemudian mendorong elektron dan lubang satu sama lain. Dimana elektron jauh dari daerah negatif dan lubang jauh dari daerah positif.

2.1.2 Jenis-jenis Sistem PLTS

Sistem PLTS dibagi menjadi dua jenis menurut aplikasi dan konfigurasi, yaitu sistem yang tidak terhubung ke jaringan listrik (*Off Grid*) bisa juga disebut *stand alone*, dan sistem yang terhubung ke jaringan listrik (*On Grid*). Namun, ketika suatu sistem PLTS digabungkan dengan jenis pembangkit listrik lainnya, maka dapat disebut sebagai sistem *hybrid*.

1. Sistem *Off Grid*

Sistem produksi listrik tenaga surya terpusat (*Off Grid*) adalah sistem produksi energi yang menggunakan radiasi matahari tanpa terhubung dengan jaringan PLN, dengan kata lain energi tersebut menggunakan radiasi matahari dengan bantuan panel surya. PLTS *Off Grid* juga hanya digunakan di daerah yang belum mendapat aliran listrik dari PLN, seperti pedesaan.

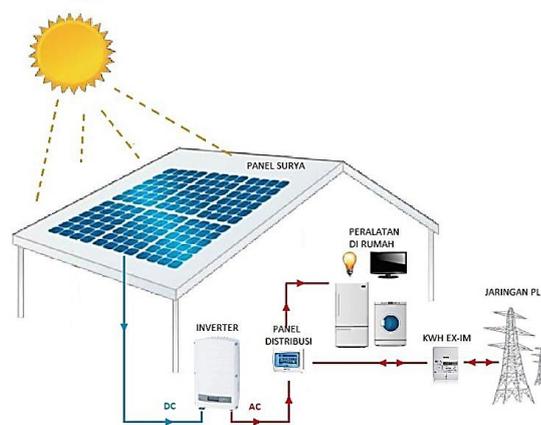


Gambar 2. Sistem PLTS Off Grid
(Sumber: Ramadhana, M, & Hafid, 2022)

Pada PLTS dengan sistem *Off Grid*, listrik yang dihasilkan modul surya pada siang hari akan disimpan dalam baterai yang diatur oleh solar charge controller untuk mencegah *overcharging*. Listrik yang dihasilkan modul surya bergantung pada intensitas sinar matahari yang diterima modul surya dan efisiensi sel yang dimilikinya.

2. Sistem *On Grid*

Sistem PLTS interkoneksi (*On Grid*) atau biasa disebut *Grid Connected PV System* adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan listrik. Seperti namanya, sistem ini akan mengoptimalkan penggunaan energi surya melalui modul surya atau modul fotovoltaik yang menghasilkan listrik sebanyak-banyaknya, sehingga terhubung ke jaringan PLN. Sistem ini juga dianggap ramah lingkungan dan bebas emisi. Sistem PLTS interkoneksi juga menjadi solusi *green energy* bagi masyarakat perkotaan, termasuk perkantoran dan perumahan, yang bertujuan untuk menekan tagihan listrik PLN dan memberikan nilai tambah bagi pemilik properti.



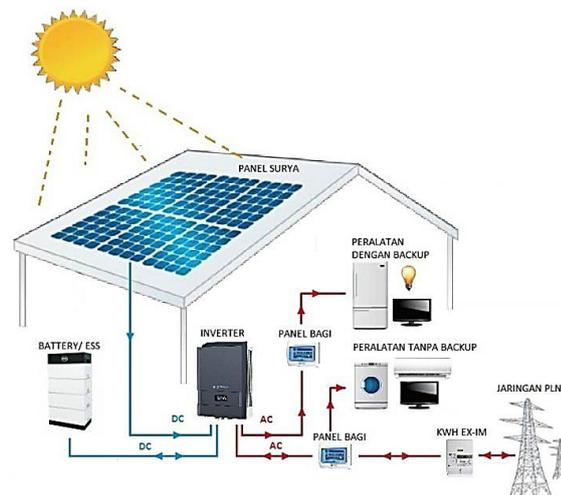
Gambar 3. Sistem PLTS On Grid
(Sumber: Ramadhana, M, & Hafid, 2022)

3. Sistem *Hybrid*

Sistem *Hybrid* PLTS adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya yang menggabungkan penggunaan panel surya dengan sumber energi lain seperti baterai penyimpan energi, genset bahan bakar atau jaringan publik. Sistem yang banyak digunakan adalah PLTS-Genset *Hybrid*, yaitu jenis yang menutupi kelemahan masing-masing jenis genset pada kondisi tertentu, sehingga sistem yang terpasang dapat beroperasi dengan hemat biaya. Salah satu fitur utama dari sistem *Hybrid* PLTS adalah kemampuannya untuk menggunakan sumber energi tambahan, seperti baterai penyimpan energi atau generator bahan bakar, untuk menyediakan cadangan energi saat pasokan tenaga surya terbatas. Baterai penyimpan energi dapat digunakan untuk

menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya yang tidak segera digunakan atau tidak diperlukan untuk sementara waktu, sehingga dapat digunakan saat pasokan matahari terbatas, seperti pada malam hari atau cuaca buruk.

Sistem PLTS *Hybrid* juga dapat dihubungkan ke jaringan publik, mengimpor atau mengarahkan kelebihan energi sistem PLTS Hibrida ke jaringan publik, dan mengimpor energi saat pasokan energi matahari tidak mencukupi. Keunggulan sistem *Hybrid* PLTS adalah dapat mengoptimalkan penggunaan energi matahari, menyediakan penyimpanan energi saat dibutuhkan, dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi lain, sehingga meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem pembangkit listrik tenaga surya.



Gambar 4. Sistem PLTS *Hybrid*
(Sumber: rumahsolarraina.com, 2023)

Tabel 1. Perbandingan Sistem PLTS *On Grid*, *Off Grid* dan *Hybrid*

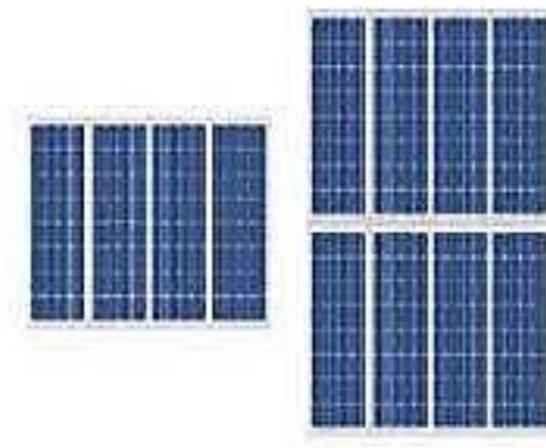
Sistem <i>On Grid</i>	Sistem <i>Off Grid</i>	Sistem <i>Hybrid</i>
Beroperasi tanpa baterai	Beroperasi menggunakan baterai	Beroperasi menggunakan baterai
Tersambung dengan jala-jala PLN	Tidak tersambung dengan jala-jala PLN	Tersambung dengan jala-jala PLN
Tidak memberikan daya cadangan selama pemadaman	Memberikan daya cadangan selama pemadaman	Tidak memberikan daya cadangan selama pemadaman
Lokasi yang telah terpasang Kwh meter exim atau yang akan dan sedang dalam pengurusan pemasangan kWh meter exim	Lokasi yang jauh, terpencil, pulau terluar dan kepulauan, perbatasan, pedalaman hutan, yang tidak memiliki sumber listrik mandiri	Lokasi yang telah terpasang Kwh meter exim atau yang akan dan sedang dalam pengurusan pemasangan kWh meter exim

2.1.3 Komponen-komponen pada PLTS

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem yang memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan. Untuk mencapai tujuan tersebut, PLTS terdiri dari beberapa komponen, baik komponen utama maupun komponen pendukung, diantaranya yaitu:

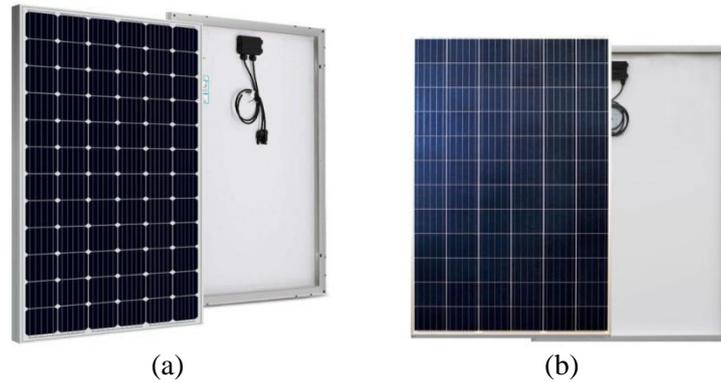
1. Panel Surya (*Photovoltaic*)

Panel Surya merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik melalui proses fotoelektrik, energi yang dihasilkan adalah arus searah (DC). Untuk dapat memanfaatkan radiasi sinar matahari yang sampai ke bumi agar mendapatkan energi listrik dibutuhkan modul *photovoltaic*. Modul fotovoltaik biasanya dilindungi dengan lapisan pelindung transparan, seperti kaca tempered atau plastik khusus, untuk melindungi sel surya dari kerusakan dan kondisi lingkungan yang ekstrim. Modul-modul ini kemudian dipasang pada struktur penyangga yang sesuai, seperti atap rumah atau tanah yang terpapar sinar matahari secara optimal.



Gambar 5. Panel Surya
(Sumber: Ramadhana, M, & Hafid, 2022)

Dan menurut Yulianto, (2011) dalam laman arsip berita KESDM RI, panel surya monokristalin dan polikristalin lebih sering dijumpai di pasaran.



Gambar 6. (a) monokristalin (b) Polikristalin
(Sumber: Sanspower, 2023)

Tabel 2. Keunggulan dan Kelemahan Panel Surya Monokristalin dan Polikristalin

No	Jenis Panel	Keunggulan	Kelemahan
1	Monokristalin	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Efisiensi energi tertinggi (hingga 22,5%) ✓ Tahan lama ✓ Tidak membutuhkan banyak ruang ✓ Cenderung lebih efisien pada suhu yang panas/ iklim hangat 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cenderung lebih mahal daripada jenis panel lainnya
2	Polikristalin	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mudah dibuat ✓ Harga lebih murah ✓ Limbah silikon yang dihasilkan lebih sedikit ✓ Mampu mempertahankan efisiensi di suhu yang tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Efisiensi hanya berkisar di angka 12%-14% ✓ Lebih tidak efisien tempat bila dibandingkan Monokristalin ✓ Tampilan kurang estetik jika dibandingkan dengan monokristalin dan thin film

Sumber: <https://osceolaenergi.com/> (2019)

2. Baterai



Gambar 7. Baterai
(Sumber: pltssurabaya.com, 2023)

Baterai digunakan pada sistem PLTS dengan fungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan modul surya. Listrik yang tersimpan dalam baterai dimaksudkan sebagai sumber listrik cadangan saat modul surya tidak menghasilkan listrik, seperti pada malam hari dan hari mendung. Satuan kapasitas energi pembangkit baterai adalah *ampere-hour* (Ah), yang berarti arus maksimum yang dapat dikeluarkan oleh baterai dalam satu jam. Proses pengosongan baterai (*discharge*) tidak boleh dikosongkan secara maksimal, karena hal ini akan mempengaruhi masa pakai baterai. Batas pengosongan baterai dinyatakan dalam kedalaman pengosongan (DOD), dan satuannya adalah persentase. Baterai dengan DOD 80% berarti hanya 80% dari energi yang tersedia yang dapat digunakan dan 20% dicadangkan. Semakin dalam penerapan DOD pada baterai, semakin pendek siklus baterai.

3. *Solar Charge Controller* (SCC)



Gambar 8. Solar Charge Controller
(Sumber: solarshop.com,2023)

Solar charge controller (SCC) atau juga dikenal sebagai *battery charge regulator* (BCR) adalah komponen elektronik daya di PLTS yang beroperasi dengan cara mengatur tegangan dan arus pengisian berdasarkan daya yang tersedia dari larik modul fotovoltaik dan status pengisian baterai (SoC, *state of charge*) agar lebih optimal.

Charge Controller memiliki fungsi untuk memastikan baterai tidak terjadi kelebihan pelepasan muatan (*over discharge*) atau kelebihan pengisian muatan (*over charger*) yang dapat menjadikan baterai tidak awet. *Charge Controller* mampu menjaga tegangan atau arus keluar masuk baterai sesuai kondisi baterai.

4. Inverter

Inverter adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Pada PLTS, inverter berfungsi sebagai

pengkondisi tenaga listrik (*Power Condition*) dan sistem kontrol yang merubah arus listrik DC yang dihasilkan oleh modul surya menjadi listrik AC, yang kemudian akan mengontrol kualitas daya listrik yang dikeluarkan untuk dikirim ke beban atau jaringan listrik. Berdasarkan jumlah fasanya inverter dibagi menjadi dua yaitu inverter 1 fasa(L-N) untuk *Solar Home System* (SHS) yang bebannya kecil dan 3 fasa (R-S-T) untuk sistem PLTS yang besar dan terhubung dengan jaringan PLN.



Gambar 9. Inverter
(Sumber: vpsolar.com, 2023)

2.2 Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi bertujuan menilai kelayakan ekonomi dari suatu rencana investasi teknis dengan melakukan pendalaman berbagai alternatif yang dianggap paling menguntungkan. Dalam melakukan analisis ekonomi terhadap sistem PLTS terdapat beberapa indikator yang sering digunakan, yaitu *Internal Rate of Return* (IRR), *Net Present Value* (NPV), *Discounted Payback Period* (DPP), dan *Benefit Cost Ratio* (BCR).

2.2.1 *Internal Rate of Return* (IRR)

IRR merupakan nilai tingkat bunga yang menjadi titik keseimbangan antara keseluruhan pengeluaran dan pemasukan. *Internal rate of return* (IRR) adalah metode perhitungan suatu investasi dengan menghitung tingkat bunga atau biasa dikenal dengan tingkat pengembalian modal yang akan menyamakan nilai sekarang dari pendapatan yang diterima dengan nilai sekarang dari pengeluaran investasi atau sering disebut dengan laju pengembalian modal (Suripto, 2021). Apabila IRR lebih besar dari pada tingkat bunga maka proyek tersebut dapat diterima.

Untuk menghitung nilai *Internal rate of return* (IRR) yaitu dengan mencari tingkat suku bunga yang menghasilkan nilai *Net Present Value* (NPV) positif dibandingkan dengan tingkat suku bunga yang menghasilkan nilai *Net Present Value* negatif.

Suatu Proyek investasi dianggap layak apabila nilai IRR investasi tersebut lebih dari pada nilai MARR (*minimum acceptable rate of return*). Nilai MARR ditentukan berdasarkan suku bunga bank atau tingkat bunga bank ditambah *risk premium* yang mencerminkan tingkat resiko proyek ditambah tingkat keuntungan yang diharapkan investor. Dalam proyek teknik, biasanya nilai MARR berkisar antara 10%-13%. Sebaliknya, nilai IRR yang berada dibawah nilai MARR menunjukkan bahwa investasi tidak layak (tidak menguntungkan). Adapun nilai IRR = nilai MARR menunjukkan bahwa pengembalian investasi berada pada titik minimum kelayakan atau titik impas (break-even point).

Formula untuk IRR dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} \times (i_2 - i_1) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- i : tingkat suku bunga
- i_1 : tingkat suku bunga yang bisa menghasilkan nilai positif NPV
- i_2 : tingkat suku bunga yang bisa menghasilkan nilai negatif NPV
- NPV_1 : nilai positif *Net Present Value*
- NPV_2 : nilai negatif *Net Present Value*

2.2.2 *Net Present Value* (NPV)

Net Present Value (NPV) adalah kriteria investasi yang banyak digunakan untuk mengukur kelayakan suatu proyek. NPV sangat bergantung pada perubahan nilai mata uang atau barang. Tujuan dari perhitungan NPV adalah digunakan untuk perhitungan alokasi modal untuk menganalisis manfaat proyek yang dilaksanakan agar dapat membangun proyek yang sama di masa depan. Perhitungan *Net Present Value* merupakan *net benefit* yang telah didiskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* (SOCC) sebagai *discount factor*. Secara singkat formula untuk *Net Present Value* adalah sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=1}^n NB (1 + i)^{-n} \dots\dots\dots(2)$$

Atau

$$NPV = \sum_{i=1}^n \bar{B}_i - \bar{C}_i \dots \dots \dots (3)$$

Apabila nilai *Net Present Value* (NPV) lebih besar dari 0 (nol), maka proyek layak (*feasible*) untuk dilaksanakan, dan jika nilai *Net Present Value* (NPV) lebih kecil dari 0 (nol), maka proyek tidak layak untuk dilaksanakan. Hasil *Net Present Value* (NPV) sama dengan 0 (nol) ini berarti proyek tersebut berada dalam keadaan *break even point* (BEP) tidak ada perbedaan apabila proyek tetap dilaksanakan atau ditolak (Maruli Pangaribuan et al., 2020).

Dimana:

- NB = Net Benefit = *Benefit-Cost*
 C = Biaya Investasi + Biaya Operasi
 B = *Benefit* yang telah di-*discount*
 C = *Cost* yang telah di-*discount*
 n = Periode dalam tahun (umur investasi).

2.2.3 *Discounted Payback Period (DPP)*

Payback Period adalah periode lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan nilai investasi melalui penerimaan-penerimaan yang dihasilkan oleh proyek (investasi). Sedangkan *Discounted Payback Period* adalah periode pengembalian yang didiskontokan. Periode pengembalian yang didiskontokan memberikan jumlah tahun yang diperlukan untuk mencapai titik impas dari melakukan pengeluaran awal, dengan mendiskontokan arus kas masa depan dan mengakui nilai waktu dari uang (Kenton, 2020).

Berikut rumus *Discounted Payback Periode*

$$DPP = \text{year before recovery} + \frac{(\text{Investment Cost} - \text{Kumulatif PVNCF sebelum pengembalian investasi})}{NPV_{\text{Kumulatif}}} \dots (4)$$

Keterangan:

- Year before recovery* = Jumlah tahun sebelum tahun pengembalian final
Investment Cost = Biaya investasi awal
 NPV Kumulatif = Jumlah kas bersih nilai

Kriteria pengambilan keputusan apakah usulan investasi layak diterima atau layak ditolak adalah:

- a) Investasi dinilai layak, apabila DPP memiliki periode waktu lebih pendek dari umur proyek (periode *cut off*).
- b) Investasi dinilai tidak layak, apabila DPP memiliki periode waktu lebih panjang dari umur proyek (periode *cut off*).

2.2.4 Net Benefit Cost Ratio

Net *Benefit Cost Ratio* merupakan perbandingan antara net benefit yang telah di *discount* positif (+) dengan net benefit yang telah di *discount* negatif (-), dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Net } B/C = \frac{\sum_{i=1}^n \overline{NB}_i(+)}{\sum_{i=1}^n \overline{NB}_i(-)} \dots\dots\dots (5)$$

Jika nilai B/C lebih besar dari 1 (satu) berarti proyek tersebut layak untuk dikerjakan atau dilaksanakan dan jika lebih kecil dari 1 (satu), maka proyek tidak layak untuk dikerjakan. Untuk B/C sama dengan 1 (satu) berarti *cash in flows* sama dengan *cash out flows*, dalam *present value* disebut dengan *Break Event Point* (BEP), yaitu *total cost* sama dengan *total revenue*.

2.3 Kelayakan Bisnis

Analisis kelayakan bisnis adalah proses mengevaluasi apakah sebuah ide bisnis dapat dijalankan dan dikemudian hari dapat memperoleh keuntungan atau tidak serta apakah ide bisnis tersebut dapat direalisasikan (Wijatno,2009).

Studi kelayakan bisnis adalah studi tentang rencana bisnis yang tidak hanya menganalisis apakah suatu bisnis layak atau tidak, tetapi juga saat dioperasionalkan secara rutin untuk mencapai keuntungan yang maksimum dalam waktu yang tidak ditentukan (Sunyoto,2014).

Studi kelayakan bisnis adalah suatu kegiatan yang mempelajari secara mendalam tentang suatu usaha atau bisnis yang akan dioperasikan untuk menentukan apakah bisnis tersebut layak (Kasmir, 2014) .

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa studi kelayakan bisnis adalah kegiatan penelitian mendalam yang mengkaji beberapa aspek untuk menentukan apakah suatu ide bisnis dapat dilaksanakan, ditunda atau bahkan tidak dijalankan dengan meninjau dari beberapa aspek untuk memperoleh tingkat keuntungan yang maksimal. Penelitian mendalam mengacu pada pemeriksaan

secara seksama terhadap data dan informasi yang ada, kemudian menggunakan metode tertentu untuk mengukur, menghitung dan menganalisis hasil penelitian.

2.3.1 Tujuan Kelayakan Bisnis

Adanya studi kelayakan sebelum suatu usaha atau proyek dijalankan agar jika usaha ini dijalankan tidak akan sia-sia, tidak membuang uang, tenaga atau pikiran secara percuma serta tidak akan menimbulkan masalah yang tidak perlu dimasa yang akan datang. Bagi penanam modal, melalui studi kelayakan bisnis dapat mengetahui prospek perusahaan dan kemungkinan keuntungan yang diterima.

Tujuan studi kelayakan bisnis yaitu agar dapat mengetahui jaminan 8 keselamatan dari modal yang ditanam yang akan diambil keputusan terhadap penanaman modal (Yacob Ibrahim, 1998).

Sedangkan menurut Purwana dan Hidayat, studi kelayakan bisnis memiliki tujuan khusus yang dilakukan sebelum menjalankan suatu usaha, yaitu:

- a. Menghindari risiko kerugian, dengan melakukan peramalan pelaku bisnis dapat meminimalkan risiko kerugian baik risiko yang dapat dikendalikan maupun yang tidak dapat dikendalikan.
- b. Memudahkan perencanaan, dengan adanya jadwal pelaksanaan usaha, mulai dari usaha yang dijalankan hingga waktu tertentu.
- c. Memudahkan pelaksanaan pekerjaan, menjadikan hasil tepat sasaran dan sesuai dengan rencana.
- d. Memudahkan pengawasan, perencanaan yang dilakukan studi kelayakan bisnis memudahkan pelaku bisnis untuk melakukan pengawasan terhadap jalannya usaha sehingga pelaksanaan pekerjaan tidak mengalami hambatan.
- e. Memudahkan pengendalian, mengembalikan pelaksanaan pekerjaan apabila terjadi penyimpangan-penyimpangan sehingga dengan cepat dapat mengatasi penyimpangan tersebut.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan tujuan studi kelayakan bisnis yaitu untuk menghindari keterlanjuran penanaman modal yang terlalu besar untuk kegiatan yang ternyata tidak menguntungkan.

2.3.2 Tahap-tahap Studi Kelayakan Bisnis

Tahapan dalam kelayakan bisnis dilakukan untuk mempermudah pelaksanaan kelayakan bisnis dan keakuratannya (Kasmir & Jakfar, 2013).

Tahapan yang umum dilakukan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data dan informasi

Pengumpulan data dan informasi dapat diperoleh dari berbagai sumber yang dapat dipercaya, misalnya dari Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM), Badan Pengelola Pasar Modal (Bapepam), Bank Indonesia (BI) atau lembaga-lembaga penelitian baik milik pemerintah maupun swasta.

2. Melakukan pengolahan data

Pengolahan data dilakukan secara benar dan akurat dengan metode-metode dan ukuran-ukuran yang digunakan untuk bisnis.

3. Analisis data

Kelayakan bisnis ditentukan dari kriteria yang telah memenuhi syarat sesuai kriteria yang layak digunakan.

4. Mengambil keputusan

Mengambil keputusan sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan layak atau tidak dengan ukuran yang telah ditentukan berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya.

2.4 *Up-front* (Biaya Modal Tersendiri)

Metode *up-front* merupakan pembiayaan proyek dengan menggunakan dana internal perusahaan, tanpa mengandalkan sumber pendanaan eksternal. Dalam pendekatan ini, biaya modal (*capital cost*) proyek sepenuhnya berasal dari dana yang ada di perusahaan, seperti laba ditahan atau kas yang tersedia. Beberapa keuntungan dari metode pembayaran ini adalah sebagai berikut:

- a. Kepemilikan Penuh: Dengan membayar secara sekaligus, pemilik proyek memiliki kendali penuh atas PLTS dan dapat mengelola dan memanfaatkannya sesuai kebutuhan.
- b. Potensi Keuntungan Lebih Besar: Jika PLTS menghasilkan listrik yang cukup untuk memenuhi kebutuhan sendiri, pemilik proyek dapat menjual kelebihan energi ke jaringan listrik dan mendapatkan pendapatan tambahan.

- c. Penghematan dalam Jangka Panjang: Dengan membayar sekaligus, pemilik proyek dapat menghindari biaya bunga atau pembayaran sewa yang terkait dengan metode *leasing*.

2.5 *Leasing* (Sewa)

Leasing adalah metode di mana perusahaan tidak membeli aset tetapi menyewanya dari pihak lain. Aset yang diperlukan untuk proyek diambil dalam bentuk sewa, dan perusahaan membayar sejumlah uang tetap secara berkala kepada pihak yang memiliki aset tersebut. Metode ini memungkinkan perusahaan untuk memanfaatkan aset tanpa harus mengeluarkan dana besar secara langsung.

Beberapa keuntungan dari metode pembayaran ini adalah sebagai berikut:

- a. Modal Awal yang Lebih Rendah: Salah satu keuntungan utama *leasing* adalah perusahaan tidak perlu mengeluarkan modal besar pada awalnya. Ini dapat membantu perusahaan untuk menghemat likuiditas dan mengalokasikan sumber daya pada prioritas lainnya.
- b. Fleksibilitas Keuangan: *Leasing* memberikan fleksibilitas keuangan karena biaya sewa dapat dianggap sebagai pengeluaran operasional dan tidak harus tercatat sebagai utang. Ini dapat memengaruhi rasio keuangan dan kelayakan pinjaman perusahaan.
- c. Pemeliharaan Aset: Beberapa bentuk *leasing* mungkin mencakup pemeliharaan dan perawatan aset oleh pihak *leasing*. Ini mengurangi tanggung jawab perusahaan terkait pemeliharaan fisik aset.
- d. Pergantian Aset yang Mudah: Pada akhir kontrak *leasing*, perusahaan dapat memilih untuk memperbarui atau mengganti aset dengan teknologi atau model terbaru, tanpa harus menangani masalah penjualan aset lama.

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai analisis kelayakan ekonomi pada pemasangan PLTS sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, dimana menghasilkan besaran nilai yang berbeda-beda sesuai dengan parameter yang digunakan dalam menentukan layak atau tidaknya suatu proyek. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan mengenai analisis kelayakan ekonomi pada PLTS, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penelitian Terdahulu Mengenai Analisis Kelayakan Ekonomi pada PLTS

Judul	Parameter Analisis Kelayakan	Hasil	Sumber
Perencanaan dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop dengan Sistem On Grid sebagai Catu Daya Tambahan pada RSUD Kabupaten Mimika	<i>Net Present Value (NPV)</i> , <i>Profitability Index (PI)</i> dan <i>Discounted Payback Period (DPP)</i>	Hasil analisa <i>Net Present Value (NPV)</i> menunjukkan nilai positif Rp. 1.761.529,00, sedangkan hasil analisa <i>Profitability Index (PI)</i> menunjukkan nilai positif 1,0015 dan <i>Discounted Payback Period (DPP)</i> masih dibawah umur proyek 25 tahun yaitu 24 tahun 8 bulan. Kesimpulan dari kajian ini adalah investasi proyek PLTS pada RSUD Kab. Mimika, berdasarkan aspek teknis dan aspek ekonomi layak dilaksanakan	Yakobus, 2022
Kajian Kelayakan Solar Rooftop On-Grid untuk Kebutuhan Listrik Bengkel Mesin di Polinema	<i>Net Present Value (NPV)</i> , <i>Profitability Index (PI)</i> dan <i>Pay Back Period (PBP)</i> .	Modal awal adalah Rp. 1.281.440.000,00, NPV adalah Rp. 919.842.956,00, dan PI bernilai 1,72. Sehingga estimasi PBP adalah 11,18 tahun. Sehingga berdasarkan aspek teknis dan aspek ekonomis, proyek Solar Rooftop On-Grid ini dinilai layak dilaksanakan.	Asrori,2022
Analisis Performansi dan Ekonomi PLTS Atap 10 kWp pada Bangunan Rumah Tangga di Desa Batuan Gianyar	<i>Net Present Value (NPV)</i> , <i>Internal Rate of Return (IRR)</i> , <i>Benefit Cost Ratio (BCR)</i> , <i>Profitability Index (PI)</i> , dan <i>Payback Period (PP)</i>	Pada analisis ekonomi, tingkat kelayakan investasi pembangunan PLTS ini dinyatakan tidak layak, dengan nilai NPV Rp. - 321.004.050 pada tingkat diskonto 10%, nilai IRR – 90,4%, BCR bernilai 0,78, PI di angka 0,32, dan PP yang mencapai 78 tahun.	Riawan,2022

Tabel 3. Lanjutan

Judul	Parameter Analisis Kelayakan	Hasil	Sumber
Studi Kelayakan Pemasangan PLTS 80 KW pada Sistem Kelistrikan PT. Indonesia Kendaraan Terminal	Net Present Value (NPV) dan IRR	Pada analisa ekonomi yang dilakukan didapatkan alternatif investasi terbaik dengan nilai NPV Rp 81.346.406,00, nilai IRR sebesar 0,54%. Sehingga proyek ini layak untuk dijalankan.	Pius, 2021
Analisis Ekonomi Energi Perencanaan Pembangunan PLTS (Studi Kasus Gedung Kuliah Politeknik Negeri Ketapang)	<i>Net Present Value (NPV)</i> , <i>Profitability Index (PI)</i> dan <i>Discounted Payback Period (DPP)</i>	Hasil analisis kelayakan investasi dilakukan dengan NPV, PI, DPP, ROR menunjukkan bahwa investasi PLTS layak untuk direalisasikan.	Yudi, 2016