

Analisis Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap untuk Perusahaan Pemasok Suku Cadang

Wisudanto¹, Iftinaniffah Qonitah², dan Wahyu Utomo³

¹Manajemen, Universitas Airlangga

^{2,3}Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

¹Jl. Airlangga 4-6 Surabaya – 60285

^{2,3}Kampus ITS Tjokroaminoto, Surabaya, 60261

E-mail: Wisudanto@feb.unair.ac.id¹, Qonitah326@gmail.com², Wahyutomo72@gmail.com³

ABSTRAK

Pendekatan ekonomi berkelanjutan meliputi pada pertumbuhan ekonomi sekaligus menjaga kelestarian lingkungan. Salah satu solusi yang mencakup program *green economy* yang mendapat perhatian adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi utama untuk menghasilkan listrik. Peningkatan kebutuhan energi dan kepedulian terhadap lingkungan, sebuah perusahaan pemasok suku cadang di Karawang, Jawa Barat, memutuskan untuk melakukan *hybrid energy* dalam bentuk investasi dalam sumber energi terbarukan berupa Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan sistem *on-grid* yang dipasang di atap pabrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan finansial dari pengembangan dari upaya *green economic*. Analisis mencakup berbagai aspek, seperti biaya investasi awal, biaya operasional, biaya pemeliharaan material utama pembangkit (modul surya dan *inverter*), potensi penghematan biaya listrik, serta proyeksi pengembalian investasi dalam periode tertentu. Metode analisis keuangan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* (DPP), dan *Profitability Index* (PI) untuk menilai kelayakan ekonomi proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai DPP sebesar 2,43 tahun (kurang dari 25 tahun), NPV sebesar Rp 1.433.144.387,92 (lebih besar dari 1), IRR sebesar 46,31% (lebih besar dari 5,75%), dan PI sebesar 1,95 (lebih besar dari 1). Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pembangunan PLTS atap dengan sistem *on-grid* merupakan investasi yang layak secara finansial bagi perusahaan pemasok suku cadang di Karawang, Jawa Barat.

Kata Kunci: Ekonomi hijau, Sistem manajemen energi, Energi hibrida, Sel surya, Listrik yang terjangkau

Investment Feasibility Analysis of Rooftop Solar Power Plant for Spare Parts Supply Company

ABSTRACT

A sustainable economic approach involves achieving economic growth while preserving the environment. One solution aligned with green economy initiatives is the Solar Power Plant (PLTS), which utilizes sunlight as the primary energy source to generate electricity. In response to increasing energy demand and growing environmental concerns, a spare parts supply company in Karawang, West Java, has decided to adopt hybrid energy by investing in renewable energy sources through the installation of an on-grid Solar Power Plant (PLTS) on the factory roof. This study aims to evaluate the financial feasibility of this green economic initiative. The analysis considers various aspects, including initial investment costs, operational and maintenance expenses for key components (solar modules and inverters), potential savings in electricity costs, and the projected return on investment over a specific period. The financial analysis methods applied include Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Payback Period (DPP), and Profitability Index (PI) to determine the project's economic viability. The findings indicate that the DPP is 2.43 years (well below the 25-year lifespan), NPV is Rp 1,433,144,387.92 (positive and greater than 1), IRR is 46.31% (exceeding the 5.75% benchmark), and PI is 1.95 (greater than 1). Based on these results, it can be concluded that the construction of a rooftop solar power plant with an on-grid system is a financially viable investment for the spare parts supply company in Karawang, West Java.

Keywords: *Green economy, Energy management system, Hybrid energy, Solar cell, Affordable electricity*

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu energi penting yang dapat memengaruhi kehidupan manusia dan tentunya peningkatan kebutuhan akan energi ini akan terus bertambah seiring dengan perkembangan teknologi. Pada tahun 2023, konsumsi energi manusia meningkat dengan rata-rata 1,3% per tahunnya dan diperkirakan akan naik hingga 6,4% pada tahun 2050. Dikarenakan ketersediaan minyak bumi yang terbatas dan dampak pemanasan global yang dihasilkan oleh pembakaran minyak bumi, banyak melatar belakangi peneliti untuk melakukan studi lebih lanjut terkait energi baru terbarukan.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi salah satu pilar penting dari energi terbarukan dalam mendorong transisi menuju green economy. PLTS menghasilkan energi bersih dengan mengandalkan sinar matahari sebagai sumber utama, sehingga dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Implementasi PLTS tidak hanya memberikan manfaat lingkungan, tetapi juga menciptakan peluang ekonomi baru, seperti pengembangan teknologi energi terbarukan, penciptaan lapangan kerja hijau, dan pengurangan biaya energi jangka panjang. Dengan memanfaatkan PLTS, perusahaan dan masyarakat dapat berkontribusi langsung pada upaya global dalam mitigasi perubahan iklim, sekaligus mendukung pertumbuhan ekonomi yang ramah lingkungan.

Salah satu alternatif cara untuk menghasilkan energi listrik adalah dengan menggunakan panel surya (photovoltaic). Panel surya merupakan salah satu komponen dalam utama dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Jamil, 2021). Menurut Peishi Wu et al, (2017), penggunaan PLTS dinilai sangat baik untuk lingkungan. Diketahui bahwa PLTS memiliki jejak karbon 58 gCO₂eq/kWh. Jika dibandingkan dengan Batu bara dengan jejak karbon >1.000 gCO₂eq/kWh dapat dikatakan bahwa PLTS lebih unggul karena lebih ramah lingkungan (Bayu & Windarta, 2021).

Ketersediaan listrik dengan biaya terjangkau bagi pengguna, baik untuk rumah tangga, industri maupun bisnis selalu dibutuhkan, sedangkan affordable electricity yaitu pengurangan beban biaya energi agar operasional menjadi lebih efisien tetap harus tercapai. langkah-langkah yang dapat dilakukan yaitu analisis konsumsi energi, diversifikasi sumber energi, efisiensi energi, skema pendanaan atau investasi PLTS. Letak Indonesia yang bertepatan dengan garis khatulistiwa menyebabkan Indonesia memiliki intensitas penyinaran matahari yang sangat baik.

Hal ini dapat mendatangkan potensi yang besar untuk pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Berkenaan dengan hal ini, sejak 2019 telah dilakukan studi pemetaan untuk beberapa pembangkit energi baru terbarukan yang dilakukan oleh PT PLN (Persero). Dalam studi tersebut, direncanakan pada tahun 2023 ada 160 MWp PLTS di seluruh Indonesia. Provinsi dengan indikasi rencana pengembangan PLTS tertinggi adalah

Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) dengan target total kapasitas terpasang pada 2023 adalah 238 MWp. Sedangkan provinsi di Pulau Jawa sendiri diindikasikan rencana pengembangan PLTS dengan kapasitas tertinggi adalah Jawa Tengah 106,6 MWp dan yang terendah adalah Jakarta dengan kapasitas 7,9 MWp (Bayu & Windarta, 2021).

Dalam membangun pembangkit listrik tenaga surya dapat menggunakan tiga tipe skema jaringan antara lain: *on-grid*, *off-grid (stand alone)*, dan *hybrid*. Skema jaringan *on-grid* adalah skema jaringan dimana jaringan listrik lokalnya (jaringan listrik PLN) dihubungkan dengan pembangkit listrik tenaga surya. Pada skema jaringan *on-grid inverter* yang berfungsi untuk mengubah listrik DC yang dihasilkan sel surya menjadi listrik AC yang sesuai dengan jaringan lokal dan di dukung dengan instrumen lain untuk menstabilkan koneksi jaringan (Sudarmono et al., 2020). PLTS banyak diaplikasikan pada lahan terbuka atau *ground mounted*. Namun, selain lahan terbuka (*ground-mounted*), PLTS juga dapat diaplikasikan di atap bangunan (*roof-mounted*). Keputusan dalam pemilihan atap atau lahan perlu mempertimbangkan ketersediaan, kekuatan struktural, dan kebutuhan pemasangan Secara jaringan, PLTS dapat terhubung secara mandiri (*off-grid*) atau terhubung dengan jaringan PLN (*on-grid*) melalui inverter (Sutawan et al., 2015).

PLTS atap *on-grid*, di mana PLTS terhubung dengan jaringan PLN, menjadi pilihan populer di sektor komersial untuk menghemat biaya operasional. Pabrik-pabrik memanfaatkan PLTS atap sebagai investasi jangka panjang dengan harapan penghematan biaya listrik yang signifikan. Oleh karena itu, analisis kelayakan investasi sangat penting sebelum pemasangan PLTS untuk memastikan keberlanjutan dan keuntungan dari investasi tersebut.

Sebelumnya telah dilakukan analisis kelayakan uji investasi PLTS Atap *On-Grid* oleh Hiswandi dkk pada pabrik minum siap saji di Kabupaten Bekasi, Jawa Barat (Hiswandi dkk., 2023). Pada penelitian ini juga dilakukan uji kelayakan berdasarkan NPV, DPP, IRR, dan PI dengan rentang waktu yang mengacu pada batas pemakaian atau garansi pabrikan dari komponen utama PLTS, yakni modul surya dan *inverter*. Namun, pada perhitungan arus kas belum dipertimbangkan biaya operasi dan pemeliharaan untuk modul surya untuk mencapai *energy management system (EMS)*.

Implementasi EMS dimulai dengan komitmen manajemen puncak dan pembuatan kebijakan energi, dilanjutkan dengan audit energi untuk menganalisis pola konsumsi, serta identifikasi area atau peralatan yang boros energi. Selanjutnya, perusahaan menetapkan target penghematan energi yang spesifik dan membuat rencana aksi untuk mencapainya, termasuk penerapan teknologi hemat energi dan integrasi energi terbarukan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). EMS juga mencakup pemasangan perangkat pemantauan energi secara real-time untuk melacak penggunaan, pelatihan

karyawan untuk meningkatkan kesadaran, serta evaluasi berkala untuk perbaikan berkelanjutan.

Bagi perusahaan pemasok suku cadang, EMS dan PLTS saling melengkapi. EMS mengelola kombinasi sumber energi dari PLTS dan listrik PLN untuk memastikan penggunaan yang optimal, sementara PLTS menyediakan energi yang lebih terjangkau dan stabil. Dengan ini, perusahaan dapat mengurangi biaya operasional, meningkatkan efisiensi produksi, dan mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Selain itu, integrasi EMS dan PLTS membantu perusahaan memenuhi regulasi energi hijau, meningkatkan keberlanjutan, dan memperkuat daya saing. Kombinasi keduanya tidak hanya mengurangi risiko downtime akibat fluktuasi energi tetapi juga memberikan citra positif sebagai bisnis yang peduli lingkungan.

Analisis ekonomi perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro membahas analisa investasi dan alur kas selama investasi PLTS menggunakan beberapa metode, yaitu *Net Present Value* (NPV), *Benefit–Cost Ratio* (B-CR) dan *Discounted Payback Period* (DPP). Serta menghitung harga jual energi listrik untuk memperoleh kelayakan investasi. Hasil perhitungan analisis ekonomi teknik berdasarkan simulasi HOMER dan PVsyst dengan harga jual energi sebesar Rp 840,2 tidak layak, karena tidak mampu mengimbangi biaya investasi awal yang tinggi. Setelah dilakukan analisis sensitivitas dengan menaikkan harga jual energi, hasil perhitungan analisis ekonomi teknik berdasarkan simulasi HOMER dapat dikatakan layak apabila harga jual energi sebesar Rp 1932,8/kWh, sedangkan untuk PVsyst sebesar Rp 1440,2/kWh, karena mampu menutup biaya investasi (Hidayat dkk., t.t.). Analisis kelayakan ekonomi sistem PLTS terpusat desa Padaelo bertujuan mengevaluasi kelayakan investasi sistem PLTS dengan menggunakan harga jual listrik yang sesuai dengan *feed in* tarif dengan menggunakan model ekonomi yang meliputi NPV, IRR, PBP dan PI. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan studi kajian literatur yang berkaitan dengan analisis kelayakan sistem PLTS. Data yang dibutuhkan diperoleh dari hasil literatur, laporan dan asumsi-asumsi yang didasarkan pada penelitian sebelumnya. Hasil yang didapatkan berdasarkan skenario yang dibuat diperoleh hasil bahwa nilai $NPV < 1$, $IRR < \text{interest rate}$ yang dipakai, $PI < 1$ dan $PBP >$ dari umur sistem yang ditetapkan. Dengan demikian sistem ini dianggap tidak layak dari segi ekonomi dalam artian sistem PLTS terpusat ini tidak bersifat profit (Hidayatullah., 2023). PT Pertamina (Persero) melalui Unit Pengolahan IV Cilacap membangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Hal ini dengan melihat potensi sumber energi surya yang sangat melimpah yaitu 4,8 kWh/m²/hari dengan lama penyinaran matahari 8-12 jam per hari. PLTS yang akan dikembangkan diintegrasikan dengan sistem pembangkit yang sudah ada pada unit utilitas atau disebut sistem *grid-connected* tanpa menggunakan baterai. PLTS yang dikembangkan memiliki kapasitas 2 MW dengan produksi

energi listrik pertahun 4062,17 MWh. Menggunakan modul PV 250 Wp sebanyak 8094 buah. Komponen lain yang dibutuhkan untuk mendukung produksi energi listrik yaitu 57 Inverter 30 kW. Berdasarkan analisis keekonomian diperoleh biaya energi paling murah menggunakan modul PV buatan Cina yaitu USD 0,183/kWh. Disamping itu analisis investasi pembangunan PLTS di lingkungan PT Pertamina Unit Pengolahan IV Cilacap dengan modul PV Jerman, Jepang, dan Cina dengan metode NPV, PI, IRR dan DPP menunjukkan layak untuk dilaksanakan. Kelayakan investasi menunjukkan nilai NPV sebesar USD 2.128.717,24, Nilai PI sebesar 1,33, nilai IRR 18,2%, dan nilai DPP 11 tahun (Zamani., 2022).

Dalam melakukan analisis kelayakan investasi PLTS atap, beberapa parameter finansial akan dievaluasi. Pertama, *Net Present Value* (NPV) akan mengukur nilai sekarang dari aliran kas bersih yang dihasilkan oleh investasi dibandingkan dengan biaya awalnya. NPV positif menandakan bahwa investasi dapat memberikan keuntungan finansial. Kedua, *Discounted Payback Period* (DPP) akan menghitung waktu yang diperlukan untuk mendapatkan pengembalian modal setelah memperhitungkan nilai waktu dari uang. Ketiga, *Internal Rate of Return* (IRR) akan menilai tingkat pengembalian investasi, dengan IRR yang lebih tinggi dianggap lebih menguntungkan. Terakhir, *Profitability Index* (PI) akan mengukur rasio antara nilai sekarang dari aliran kas bersih dengan biaya awal.

Tujuan penulisan akan berfokus pada perusahaan pemasok suku cadang di Karawang, Jawa Barat. PLTS atap on-grid akan dipasang di atap perusahaan untuk memanfaatkan energi matahari yang melimpah. Daya yang dihasilkan oleh PLTS akan membantu memenuhi kebutuhan listrik perusahaan dan mengurangi ketergantungan pada pasokan listrik konvensional. Selain manfaat finansial, pemasangan PLTS juga akan memberikan dampak positif pada citra perusahaan dalam hal keberlanjutan dan tanggung jawab lingkungan.

Dalam penelitian ini, kami juga akan memperhitungkan biaya operasi dan pemeliharaan PLTS, termasuk pemeliharaan modul surya dan *inverter*. Analisis yang dilakukan akan memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang arus kas investasi dan membantu perusahaan membuat keputusan yang lebih tepat.

Dengan mempertimbangkan aspek-aspek tersebut, hasil analisis penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang potensi keuntungan dan dampak lingkungan dari pemasangan PLTS atap *on-grid* di perusahaan pemasok suku cadang di Karawang. Pengambilan keputusan yang bijaksana melibatkan keseimbangan antara keuntungan finansial jangka panjang dan dampak positif terhadap lingkungan.

2. RUANG LINGKUP

Dalam penelitian ini ruang lingkup permasalahan yang diteliti mencakup (Putri & Wisudanto, 2017):

1. Penelitian dilakukan untuk menguji kelayakan investasi PLTS atap pada salah satu perusahaan pemasok suku cadang yang berada di Karawang, Jawa Barat dengan meninjau komponen utama PLTS dan data yang didapatkan melalui simulasi Helioscope.
2. Uji kelayakan investasi dianalisis berdasarkan nilai NPV, DPP, IRR, dan PI dengan mempertimbangkan masa garansi komponen utama PLTS berupa modul surya dan *inverter* serta mempertimbangkan biaya operasi dan pemeliharaan PLTS dalam kurun waktu tersebut.
3. Rencana hasil yang didapatkan pada uji kelayakan investasi PLTS atap pada Perusahaan Pemasok Suku Cadang adalah nilai NPV, DPP, IRR, dan PI. Dalam analisisnya, juga dapat diketahui biaya penghematan dan estimasi biaya operasi dan pemeliharaan PLTS atap.

3. BAHAN DAN METODE

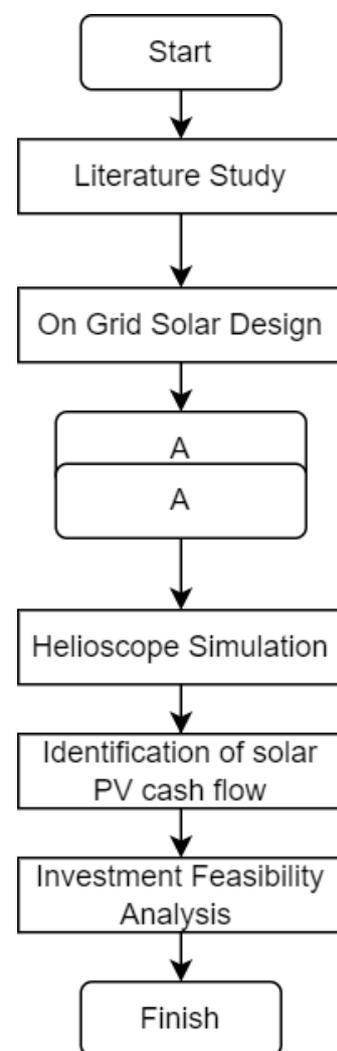
Investasi merupakan suatu kegiatan menempatkan sejumlah dana pada satu atau lebih jenis aset dalam periode tertentu dengan harapan dapat memperoleh penghasilan dan peningkatan nilai investasi dimasa yang akan datang. Konsep investasi adalah menempatkan dana pada masa sekarang pada jangka waktu tertentu guna mendapatkan manfaat dikemudian hari (Hidayati dkk., 2017). Investasi dapat diartikan juga sebagai pengkaitan sumber-sumber dalam jangka panjang untuk menghasilkan laba di masa yang akan datang (Sam et al., 2019). Pada analisis kelayakan investasi PLTS Atap pada Perusahaan Pemasok Suku Cadang yang perlu dilakukan pertama adalah studi literatur dan pengumpulan data sebagai sumber analisis. Data yang dikumpulkan adalah data kuantitatif (kebutuhan daya dan data elektrikal lainnya) dan data kualitatif terkait. Lalu dilakukan desain PLTS dan dilakukan simulasi untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh PLTS pada perangkat lunak Helioscope.

Helioscope memiliki keandalan hingga 90% berdasarkan penelitian yang dilakukan pada PLTS 40 Kwp di Asrama Putri Universitas Airlangga. Proses perencanaan melibatkan pengumpulan data dan survei lapangan sebagai dasar perhitungan dan simulasi menggunakan Helioscope. Hasil penelitian memberikan kontribusi dalam memahami kredibilitas HelioScope dalam pengembangan PLTS di Indonesia. Hasilnya menjadi acuan bagi EPC dalam menggunakan HelioScope sebagai alat bantu yang dapat diandalkan. Perbandingan kinerja PLTS dengan simulasi HelioScope juga penting untuk mengevaluasi efektivitas dan akurasi perangkat lunak Helioscope (Anwar & Rijanto, 2023). Perangkat lunak untuk mensimulasikan sistem photovoltaic dalam rangka pemanfaatan energi Matahari diantaranya adalah PVSOL, PVSYST dan Helioscope. Perbandingan ketiganya adalah dari segi kelengkapan fitur yang

ditawarkan, maka PVSOL dan PVSYST memiliki fitur yang lengkap jika dibanding Helioscope. Helioscope memiliki keunggulan antarmuka yang sederhana dan praktis namun tidak memiliki fitur yang lengkap (Karuniawan, 2021).

Setelah diketahui daya yang didapat dari simulasi, perlu dilakukan identifikasi arus kas. Baik nilai investasi yang dikeluarkan untuk pemasangan PLTS, biaya operasi dan pemeliharaan, dan biaya penghematan dari PLTS terhadap operasional pabrik.

Kemudian dilakukan analisis kelayakan investasi PLTS dengan beberapa parameter yakni, DPP, NPV, IRR, dan PI. Alur pengerjaan studi dapat dilihat pada Gambar 1. Analisis terhadap setiap parameter dilakukan berdasarkan perhitungan formula-formula terkait yang dapat dilihat pada studi literatur berikut.



Gambar 1. Gambaran Sistem
Figure 1. System Overview

3.1 Analisa Kelayakan Investasi

Analisis kelayakan investasi adalah proses evaluasi yang dilakukan untuk menentukan apakah suatu proyek atau investasi memiliki potensi untuk menghasilkan



keuntungan yang memadai. Fungsinya adalah membantu pemangku kepentingan dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dengan mengevaluasi faktor-faktor ekonomi dan non-ekonomi yang terlibat dalam investasi. Analisis kelayakan investasi mencakup berbagai metode seperti *Discounted Payback Period* (DPP), *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR) dan *Profitability Index* (PI) (Peprah dkk., 2023). Proses analisis kelayakan dengan metode DPP, NPV, IRR dan PI merupakan proses analisis proyek dengan *Capital Budgeting* (Rezka & Imo, 2012). Langkah pertama dalam analisis kelayakan investasi adalah mengumpulkan data yang relevan, kemudian menghitung indikator keuangan dan menganalisis risiko yang terkait.

3.2 Discounted Payback Period (DPP)

Discounted Payback Period (DPP) adalah metode evaluasi investasi yang digunakan untuk menentukan berapa lama waktu yang diperlukan untuk mendapatkan kembali investasi awal dengan mempertimbangkan nilai waktu uang. DPP menghitung periode waktu di mana aliran kas bersih setelah dipertimbangkan diskon masih belum mencapai jumlah investasi awal. Dalam analisis DPP, makin cepat DPP tercapai, makin menguntungkan investasi tersebut, karena makin singkat periode pengembalian modalnya. DPP membantu para pengambil keputusan dalam mengevaluasi keberhasilan investasi dengan mempertimbangkan faktor nilai waktu uang, sehingga mereka dapat membuat keputusan investasi yang lebih tepat dan berkelanjutan (Ross et al., 2005). DPP dapat diketahui dengan formula (1).

$$DPP = \text{Year before recovery} + \frac{\text{Investment Cost}}{\text{NPV Cost}} \quad (1)$$

3.3 Net Present Value (NPV)

Penilaian proyek investasi berdasarkan NPV adalah suatu metode penilaian penanaman modal dalam proyek investasi dengan menggunakan ukuran; present value aliran kas neto (proceeds) EAT + Depreciation setelah diperhitungkan dengan present value capital outlay (Karim, 2011). Proyek investasi dikatakan menguntungkan apabila present value dari aliran kas neto lebih besar daripada present value atas penanaman modal atau net present value bernilai positif (Wardana et al., 2021).

Nilai investasi dikatakan menguntungkan apabila nilai NPV > 0. Sedangkan investasi dikatakan tidak layak apabila nilai NPV < 0. Rumus NPV secara matematis dapat dilihat pada formula (2).

$$NPV = -I_0 \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (2)$$

Notifikasi CF_t menunjukkan aliran kas per tahun pada periode tertentu, r adalah suku bunga / *discount rate*. I₀ menunjukkan investasi pada tahun ke-0, t adalah periode, dan n adalah jumlah periode. Hasil perhitungan NPV dari data tersebut menunjukkan kelayakan dari investasi.

3.4 Internal Rate of Return (IRR)

IRR merupakan discount rate saat NPV bernilai nol (Brealey dkk., 2020). IRR diterima jika nilainya lebih besar dari Minimum Attractive Rate of Return (MARR). Pendapat lain dikemukakan oleh Hazen, Internal Rate of Return (IRR) adalah metode yang menghitung tingkat bunga (discount rate) yang membuat nilai sekarang dari seluruh perkiraan arus kas masuk sama dengan nilai sekarang dari ekspektasi arus kas keluar (Priyono, 2018).

IRR adalah suatu indikator efisiensi dari suatu investasi. Investasi dapat dikatakan layak dikerjakan apabila nilai IRR lebih besar daripada nilai cost of capital. Sebaliknya apabila nilai IRR lebih kecil daripada nilai cost of capital maka investasi tidak layak dikerjakan (Kurniawan, 2019).

Nilai IRR dapat dihitung dengan cara menghitung nilai NPV secara trial & error. Secara umum rumus IRR adalah sebagai berikut (3).

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} (i_2 - i_1) \quad (3)$$

Keterangan (3)

i₁ = *discount rate* dgn NPV positif
i₂ = *discount rate* dgn NPV negatif
NPV₁ = NPV bernilai positif
NPV₂ = NPV bernilai positif

3.5 Profitability Index (PI)

PI merupakan rasio perbandingan antara nilai arus kas bersih yang akan datang dengan nilai investasi saat ini. Suatu investasi dikatakan layak apabila nilai PI lebih besar daripada 1. Makin besar nilai PI maka investasi makin layak. Sebaliknya apabila nilai PI lebih kecil daripada 1 maka dapat dikatakan investasi tidak layak.

Untuk menghitung nilai PI dapat menggunakan formula (4) (Hiswandi dkk., 2023).

$$PI = \frac{NPV}{\text{Initial investment}} \quad (4)$$

Keterangan (4)

NPV = *Net Present Value*
Initial Investment = nilai investasi awal

4 PEMBAHASAN

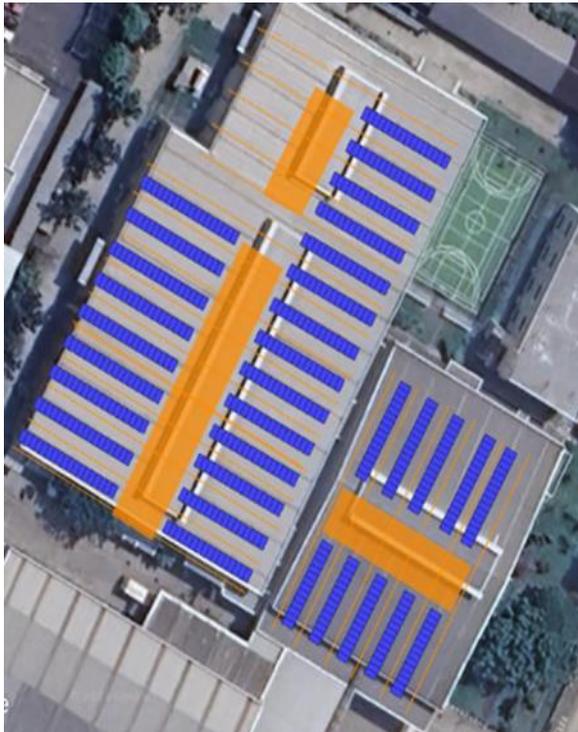
Analisis kelayakan investasi untuk PLTS atap Perusahaan Pemasok Suku Cadang di Karawang, Jawa Barat dapat dijabarkan sebagai berikut.

4.1 Desain PLTS Atap On-Grid

PLTS Atap *On-Grid* terdiri dari dua komponen utama, yakni modul surya dan *inverter*. Cahaya matahari yang diserap oleh modul surya diubah menjadi arus searah atau DC kemudian arus listrik diubah menjadi arus AC melalui *inverter*. Arus AC dialirkan kepada jaringan dan dapat digunakan untuk keperluan operasional. Jika dalam penggunaannya ditemukan adanya surplus energi, maka energi tersebut perlu dialirkan kembali ke grid. Dalam

beberapa kebijakan, PLN akan memberikan kredit listrik kepada Perusahaan dan akan mengurangi tagihan listrik Perusahaan.

Untuk desain PLTS *On-Grid* Perusahaan Pemasok Suku Cadang di Karawang, Jawa barat, modul surya akan dipasang pada atap bangunan dengan jenis *mounting L-Feet*. Rencana pemasangan modul surya dapat dilihat pada Gambar 2. Untuk tipe modul surya yang digunakan adalah *JA Solar, JAM72S30-540/MR (540W)* dengan *inverter* tipe *SG110CX Sungrow*.



Gambar 2. Rencana Pemasangan Modul Surya
Figure 2. Solar Module Installation Plan

4.2 Simulasi Helioscope

Dari desain yang sudah dibuat, dilakukan simulasi pada perangkat lunak *Helioscope*. Dari hasil simulasi tersebut, diketahui bahwa dalam kurun waktu satu tahun, energi yang dihasilkan dari PLTS Atap adalah 332,520.6 kWh. Grafik yang memperlihatkan daya yang dihasilkan oleh PLTS atap setiap bulannya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Daya yang Dihasilkan Setiap Bulan
Figure 3. Power Generated Every Month

4.3 Arus Kas

Dalam identifikasi arus kas untuk analisis kelayakan investasi terdapat beberapa data dan asumsi yang digunakan, yakni

1. Nilai investasi awal untuk pemasangan PLTS atap adalah Rp735,878,000,-
2. Masa garansi inverter adalah 10 tahun. Setelah 10 tahun perlu dilakukan pemeliharaan dan penggantian beberapa komponen dalam inverter.
3. Masa garansi modul surya adalah 25 tahun dengan masa garansi perbaikan modul surya adalah 12 tahun.
4. Biaya operasi dan pemeliharaan PLTS atap berupa pembersihan modul surya diasumsikan per kWh setiap tahun adalah Rp265.43 (Putu et al., 2022.).
5. Biaya listrik PLN diasumsikan sesuai dengan biaya PLN Golongan B-3.

Sehingga arus kas PLTS Atap dari tahun pertama hingga tahun ke-25 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Arus Kas PLTS
Table 1. Cash Flow PLTS

Year	PLN tariff per kWh	Production per Year	Savings from solar PV	O & M PLTS
To	(IDR)	(kWh)	(IDR)*	(IDR)*
0	1,114.74	332,531	370.685	88.258
1	1,114.74	326,545	364.013	86.670
2	1,114.74	324,749	362.011	86.193
3	1,114.74	322,963	360.020	85.719
4	1,114.74	321,187	358.040	85.247
5	1,114.74	319,420	356.070	84.778
6	1,114.74	317,663	354.112	84.312
7	1,114.74	315,916	352.164	83.848
8	1,114.74	314,179	350.227	83.387
9	1,114.74	312,451	348.301	82.929
10	1,114.74	310,732	346.386	82.473
11	1,114.74	309,023	344.480	82.019
12	1,114.74	307,323	342.586	81.568
13	1,114.74	305,633	340.702	81.119
14	1,114.74	303,952	338.828	80.673
15	1,114.74	302,280	336.964	80.229
16	1,114.74	300,618	335.111	79.788
17	1,114.74	298,965	333.268	79.349
18	1,114.74	297,320	331.435	78.913
19	1,114.74	295,685	329.612	78.479
20	1,114.74	294,059	327.799	78.047
21	1,114.74	292,441	325.996	77.618
22	1,114.74	290,833	324.203	77.191
23	1,114.74	289,233	322.420	76.766
24	1,114.74	287,643	320.647	76.344
25	1,114.74	332,531	370.685	88.258
		Total	8,576.079	2,041.919

Sehingga arus kas dari total 25 tahun masa operasi PLTS Atap pada Perusahaan Pemasok Suku Cadang di Karawang, Jawa Barat adalah Rp 6,534,160,200.85.



4.4 Discounted Payback Period (DPP)

Berdasarkan rumus persamaan DPP dan komulatif cashflow pada tabel 1 maka didapatkan periode pengembalian investasi PLTS atap on-grid sebagai berikut.

Investasi awal	= 735.878.000
Jumlah tahun sebelum positif	= 2
Sisa nilai investasi	= 99.710.227
NPV	= 233.228.357
DPP	= 2,43 tahun

Nilai kumulatif cash flow per tahun untuk investasi PLTS on-grid dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Arus Kas Kumulatif
Table 2. Kumulatif Cash Flow

Year To-	Investment Value	Cash Flow	Cumulative Cash Flow
To-0	735.878.000		-735.878.000
To-1	0	282,426,996	-453.451.004
To-2		277.343.310	-176.107.693
To-3		275.817.921	99.710.227

Berdasarkan perhitungan DPP, dihasilkan nilai DPP adalah 2,43 tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa nilai DPP masih di bawah umur maksimal PLTS atap on-grid (25 tahun) sehingga proyek investasi PLTS atap on-grid layak untuk dikerjakan.

4.5 Net Present Value (NPV)

Perhitungan investasi menggunakan NPV menggunakan asumsi sebagai berikut.

1. Suku bunga (discount rate) sebesar 5,75%
2. Masa berlaku garansi PV selama 25 tahun
3. Masa berlaku garansi repair PV selama 12 tahun
4. Masa berlaku garansi inverter selama 5 tahun
5. Tingkat penurunan dalam 2 tahun sebesar 1,8%
6. Tingkat penurunan sampai akhir sebesar 0,55%

Hasil penghematan terhadap tarif PLN sesuai perhitungan cash flow sesuai tabel 1 adalah Rp8.576.078.988,98. Perhitungan NPV sesuai persamaan NPV adalah sebagai dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perhitungan NPV
Table 3. NPV calculation

No	Description	Cumulative Cash Flow
1	Contract Value	735.878.000,00
2	O&M PLTS	2.041.918.788,13
3	Cost Savings	8.576.078.988,98
4	CFt	5.798.282.200,85
5	Interest Rate	5.75%
6	Time Period	25.00
	NPV	1.433.144.387,92

Hasil perhitungan sesuai tabel 3 didapat nilai NPV sebesar 1.433.144.387,92. Nilai tersebut lebih besar dari 1 sehingga PLTS Atap pada Perusahaan Pemasok Suku

Cadang di Karawang, Jawa Barat layak untuk dikerjakan. Selain itu, dengan nilai NPV bernilai positif dapat diartikan bahwa nilai investasi yang dikeluarkan untuk proyek PLTS atap on-grid tersebut dapat memberikan keuntungan sebesar nilai NPV-nya.

4.6 Internal Rate of Return (IRR)

Perhitungan *Internal Rate of Return* dilakukan dengan menggunakan formula *Ms Excel*. Di mana formulanya adalah IRR (jumlah_ arus_kas, [perkiraan_suku_bunga]). Untuk itu, arus kas dari tahun ke-0 perlu diketahui terlebih dahulu. Arus kas pada tahun ke-0 dapat diasumsikan nilai investasi dari pemasangan PLTS Atap itu sendiri.

Setelah diketahui arus kas dan nilai NPV dengan suku bunga 5.75%, akan diperkarakan nilai IRR dengan formula *Ms Excel*. Lalu dari IRR yang didapat dari formula akan dicoba kembali ke perhitungan NPV. Jika diketahui nilai NPV sudah mencapai nol, maka IRR dapat diketahui. IRR untuk instalasi PLTS Atap ini diketahui adalah 46.31%. Perhitungan IRR dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan IRR
Table 4. IRR Calculation

Year To	Interest Rate 5,75% Cash Flow*	NPV*	Interest Rate 46,31% Cash Flow*	NPV*
0	-735.878	735.878	-735.878	-735.878
1	282.427	267.070	348.170	237.966
2	277.343	248.003	341.903	159.717
3	275.818	233.228	340.023	108.562
4	274.301	219.334	338.153	73.792
5	272.792	206.267	336.293	50.157
6	271.292	193.979	334.443	34.093
7	269.800	182.423	332.604	23.173
8	268.316	171.555	330.775	15.751
9	266.840	161.335	328.955	10.707
10	265.373	151.723	299.786	6.669
11	263.913	142.684	325.347	4.947
12	262.461	134.184	323.557	3.362
13	261.018	126.190	321.778	2.285
14	259.582	118.672	320.008	1.553
15	258.155	111.603	290.888	0.965
16	256.735	104.954	316.498	0.718
17	255.323	98.701	314.757	0.488
18	253.918	92.821	313.026	0.332
19	252.522	87.291	311.304	0.225
20	251.133	82.091	282.232	0.140
21	249.752	77.201	307.889	0.104
22	248.378	72.601	306.196	0.071
23	247.012	68.276	304.512	0.048
24	245.654	64.209	302.837	0.033
25	244.302	60.384	273.811	0.020
	NPV	2,740.903		0

Dari IRR yang diketahui di atas diketahui bahwa investasi PLTS Atap untuk Perusahaan Suku Cadang di Karawang, Jawa Barat layak untuk dilakukan dikarenakan nilai IRR lebih besar daripada suku bunga ($46,31\% > 5,75\%$).

4.7 Profitability Index (PI)

PI digunakan untuk menghitung dan evaluasi terhadap keuntungan atas investasi yang dikeluarkan. Perhitungan PI dengan menggunakan persamaan PI adalah sebagai berikut (5).

$$PI = \frac{NPV}{Initial\ Investment} = \frac{1.433.144.387,92}{735.878.000,00} = 1,95 \quad (5)$$

Dari perhitungan di atas bahwa nilai PI sebesar 1,95. Nilai $PI > 1$ ($1,95 > 1$) sehingga dapat disimpulkan bahwa investasi PLTS atap *on-grid* layak untuk dikerjakan pada Perusahaan Pemasok Suku Cadang di Karawang, Jawa Barat.

5 KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan, dapat diketahui bahwa pemasangan PLTS Atap *On-Grid* pada Perusahaan Suku Cadang di Karawang, Jawa Barat layak untuk dilaksanakan. Hal ini didukung oleh hasil analisis yang telah dilakukan, yakni nilai DPP yang masih jauh lebih rendah dari umur pemakaian PLTS, NPV bernilai 1 dan berpotensi membawa keuntungan lainnya, lalu nilai IRR yang lebih tinggi daripada suku bunga yang digunakan, dan PI yang bernilai lebih dari satu. Dari hasil analisis juga telah diketahui nilai penghematan biaya tagihan listrik selama 25 tahun kedepan sebesar Rp8.576.078.988,98 serta biaya-biaya operasi dan pemeliharaan PLTS sebesar Rp2,041,918,788.13.

6 SARAN

Setelah diketahui kelayakan investasi untuk pemasangan PLTS Atap di Perusahaan Suku Cadang Karawang, Jawa Barat, akan lebih baik apabila dapat dilakukan analisis risiko investasi. Pengambilan data yang lebih aktual dengan survei lapangan maupun perincian kebutuhan operasi dan pemeliharaan PLTS atap juga perlu dilakukan..

7 REFERENSI

- Jamil, A. R. (2021). *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya On Grid Berbasis Iot Thingspeak*.
- Anwar, F., & Rijanto, T. (2023). *Analisis Perencanaan Plts On Grid Menggunakan Helioscope (Studi Kasus PLTS On Grid 40 Kw Di Gedung Asrama Putri Universitas Airlangga)*. 4(2). <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i2.455>
- PRIYONO, A. (2018). *Evaluasi Profitabilitas Investasi Modal Dengan Metode Net Present Value (Npv) Dan Internal Rate Of Return (Irr) Di Pt. Gudang Garam Group Tbk Karawang, Jawa Barat* (Doctoral dissertation, institut teknologi

sepuluh november).

- Bayu, H., & Windarta, J. (2021). Tinjauan Kebijakan dan Regulasi Pengembangan PLTS di Indonesia. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 2(3), 123–132. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.10043>
- Hidayat, F., Winardi, B., & Nugroho, A. (t.t.). *ANALISIS EKONOMI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) DI DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS DIPONEGORO*.
- Hiswandi, M. F., Iswahyudi, F., & Soeroto, W. M. (2023). ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP DENGAN SISTEM ON-GRID DI PABRIK MINUMAN SIAP SAJI. *Sebatik*, 27(1), 22–29. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v27i1.2246>
- Karuniawan, E. A. (2021). Analisis Perangkat Lunak PVSYSY, PVSOL dan HelioScope dalam Simulasi Fixed Tilt Photovoltaic. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(3), 100. <https://doi.org/10.22441/jte.2021.v12i3.001>
- Kurniawan, R. (2019). Analisis Studi Kelayakan Keuangan Sentra Peningkatan Performa Olahraga Indonesia (SP2OI) di Menara Mandiri. *Analisis Studi Kelayakan Keuangan Sentra Peningkatan Performa Olahraga Indonesia (SP2OI) Di Menara Mandiri*, 2.
- Peprah, F., Aboagye, B., Amo-Boateng, M., Gyamfi, S., & Effah-Donyina, E. (2023). Economic evaluation of solar PV electricity prosumption in Ghana. *Solar Compass*, 5, 100035. <https://doi.org/10.1016/j.solcom.2023.100035>
- Putu D W, I., Nyoman S, I., Wayan S, I., Raya Kampus Unud No, J., Kuta Sel, K., & Badung, K. (t.t.). *Maret 2022 I Putu Dedi Wiriastika, I Nyoman Setiawan* (Vol. 9, Nomor 1).
- Putri, E. S., & Wisudanto, W. (2017). Struktur pembiayaan pembangunan infrastruktur di indonesia penunjang pertumbuhan ekonomi. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 3(5).
- Rezka Y P, & Imo G. (2012). *ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI DALAM PEMBANGUNAN STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR ELPIJI (SPBE) STUDI KASUS PT BINTANG ABADI*. Universitas Indonesia.
- Ross, S. A., Westerfield, R., & Jaffe, J. F. (2005). *Corporate Finance*. McGraw-Hill/Irwin. <https://books.google.co.id/books?id=1DexAAAAIAAJ>
- Sam, B., Manullang, D. W., Karamoy, H., Pontoh, W., Ekonomi dan Bisnis, F., & Akuntansi, J. (2019). *ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI AKTIVA TETAP (STUDI KASUS PADA CINCAU JO, BLENCHO DAN BROWNICE UNIT KREATIVITAS MAHASISWA UNIVERSITAS SAM RATULANGI) ANALYSIS OF FIXED ASSETS INVESTMENT FEASIBILITY (CASE STUDY ON CINCAU*. 7(2), 2561–2570.



- Sudarmono, S., Waluyo, J., & Wilopo, W. (2020). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Pembasmi Serangga Pada Tanaman Bawang Merah Di Kabupaten Brebes. *Journal of Appropriate Technology for Community Services*, 1(1), 35-39.
- Sutawan, P. K., Kumara, I. N. S., & Ariastina, W. G. (2015). Simulasi Sistem Kontrol Operasi on Grid Serta Islanding Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana. *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, 14(2), 57.
- Hidayatullah, F. (2023). *Efisiensi Potensi Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Dan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) Dalam Pemanfaatan Energi Terbarukan di Kepulauan Banyak Aceh Singkil Menggunakan RETScreen Expert* (Doctoral dissertation, Universitas Malikussaleh).
- Wardana, F. K., Qomaruddin, M., & Mas Soeroto, W. (2021). ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI DENGAN PENDEKATAN ASPEK FINANCIAL DAN STRATEGI PEMASARAN PADA PROGRAM AYAM PETELUR DI BUMI DESA BUMI MAKMUR. *Sebatik*, 25(2), 318–325. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v25i2.1633>
- Zamani, S. Z. (2022). Small and Medium Enterprises (SMEs) facing an evolving technological era: a systematic literature review on the adoption of technologies in SMEs. *European Journal of Innovation Management*, 25(6), 735-757.