

Untuk mengatasi masalah ini, dunia mulai beralih ke sumber energi terbarukan yang lebih bersih dan berkelanjutan. Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar adalah energi matahari yang dikenal sebagai energi surya.

Energi surya, sebagai salah satu sumber energi terbarukan yang melimpah dan berkelanjutan, menawarkan solusi potensial untuk mengatasi krisis energi ini. Teknologi panel surya, yang mengubah sinar matahari menjadi listrik, telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir. Peningkatan efisiensi dan penurunan biaya produksi panel surya membuat teknologi ini semakin menarik bagi berbagai negara di dunia, termasuk negara berkembang yang memiliki akses sinar matahari yang melimpah sepanjang tahun. Energi surya adalah energi yang berasal dari radiasi matahari dan dapat diubah menjadi energi listrik melalui teknologi Photovoltaic atau konsentrasi surya. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menjadi solusi yang menjanjikan untuk menyediakan energi listrik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Pembangkit listrik tenaga surya memanfaatkan panel surya yang terbuat dari sel-sel *Photovoltaic* untuk mengonversi sinar matahari langsung menjadi listrik. Teknologi ini terus berkembang dengan inovasi-inovasi baru yang meningkatkan efisiensi dan menurunkan biaya produksi serta instalasi. Seiring dengan perkembangan ini, PLTS semakin banyak digunakan di berbagai negara, termasuk di Indonesia yang memiliki potensi energi surya yang sangat besar karena posisi geografisnya.

Indonesia, sebagai negara kepulauan yang terletak di garis khatulistiwa, memiliki potensi energi surya yang sangat besar. Paparan sinar matahari yang konsisten sepanjang tahun membuat Indonesia ideal untuk pengembangan teknologi panel surya. Namun, meskipun potensinya besar, adopsi panel surya di Indonesia masih relatif rendah. Berbagai tantangan seperti biaya investasi awal yang tinggi, keterbatasan infrastruktur, kurangnya kesadaran masyarakat, serta hambatan regulasi dan kebijakan perlu diatasi untuk memaksimalkan pemanfaatan energi surya.

Dengan posisi geografis yang terletak di khatulistiwa, Indonesia menerima sinar matahari yang melimpah sepanjang tahun, menjadikannya kandidat ideal untuk pengembangan energi surya. Potensi besar ini belum dimanfaatkan secara optimal, meskipun pemerintah telah menunjukkan komitmen untuk meningkatkan porsi energi terbarukan dalam bauran energi nasional melalui berbagai kebijakan dan program.

Perlu disadari bahwa sumber energi berbasis fosil suatu saat akan habis. Oleh sebab itu, cepat atau lambat Pemerintah harus meninggalkan sumber energi fosil dan beralih pada sumber energi baru dan terbarukan. Semakin berkurangnya produksi energi berbasis fosil terutama minyak bumi serta komitmen global dalam pengurangan emisi gas rumah kaca, Pemerintah mendorong peningkatan peran energi baru dan terbarukan secara terus menerus sebagai bagian dalam menjaga ketahanan dan kemandirian energi. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, Pemerintah menargetkan bauran energi baru dan terbarukan pada tahun 2025 paling sedikit 23% dan 31% pada tahun 2050.

Pemasangan panel surya merupakan investasi yang dapat memberikan penghematan biaya operasional yang signifikan. Dengan mengurangi ketergantungan pada sumber energi eksternal, menstabilkan biaya energi, dan memanfaatkan insentif pemerintah, pengguna panel surya dapat menikmati biaya operasional yang lebih rendah dan stabil. Selain itu, dengan pemeliharaan yang minimal dan potensi untuk menjual energi berlebih, panel surya tidak hanya membantu dalam menekan biaya tetapi juga dapat menjadi sumber pendapatan tambahan. Melalui berbagai cara ini, panel surya menawarkan solusi energi yang efisien dan ekonomis untuk berbagai sektor.

Salah satu langkah nyata dari sebuah perusahaan di Kabupaten Tangerang yang berkomitmen dan mendukung kebijakan pemerintah terhadap peningkatan energi baru dan terbarukan berupa perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan sistem on-grid. Peraturan terkait PLTS atap sudah ada sejak tahun 2018, yaitu Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 49 Tahun 2018 tentang Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap oleh Konsumen PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) (Kementerian ESDM, 2018). Dalam peraturan ini diinformasikan penggunaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di atap yang disebut PLTS atap adalah untuk mengurangi biaya pemakaian atau tagihan pembayaran listrik PLN konsumen. Peraturan ini beberapa kali mengalami

perubahan, perubahan terakhir yaitu Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 16 Tahun 2019 (Kementerian ESDM, 2019b). Tahun 2022, terbit Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral tentang PLTS baru yang menggantikan peraturan tahun 2018, yaitu Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2021 tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap yang Terhubung pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk Kepentingan Umum (Kementerian ESDM, 2021). Namun, peraturan baru ini belum diaplikasikan dan akan dilakukan revisi pada tahun 2023 dengan substansi pokok perubahan Permen PLTS mencakup kapasitas PLTS ekspor listrik, biaya kapasitas, dan ketentuan peralihan, sesuai informasi dari website Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Kapasitas PLTS menggunakan sistem on-grid yang direncanakan akan dipasang adalah di bawah 324 Kwp. Kapasitas tersebut dipilih dengan pertimbangan atas izin PLTS atap lebih mudah didapatkan. Sesuai Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 12 Tahun 2019 tentang Kapasitas Pembangkit Tenaga Listrik untuk Kepentingan Sendiri yang Dilaksanakan Berdasarkan Izin Operasi, Pasal 3 Ayat 1, dinyatakan bahwa usaha penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan sendiri dengan total kapasitas pembangkit tenaga listrik sampai dengan 324 Kwp (Tiga Ratus Dua Puluh Empat Kilowatt Power) dalam 1 (satu) sistem instalasi tenaga listrik: a. tidak diperlukan izin operasi; dan b. wajib menyampaikan laporan sebanyak 1 (satu) kali kepada Menteri melalui Direktur Jenderal atau gubernur sesuai dengan kewenangan sebelum melakukan usaha penyediaan tenaga listrik untuk kepentingan sendiri (Kementerian ESDM, 2019a).

KAJIAN LITERATUR

A. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Menurut buku (Handbook, 2013) , pengertian Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah *“Converting sunlight into electricity; Transform light from the sun directly into electricity without any moving parts”*

Jenis- jenis Panel Surya Menurut Jurnal (Purwoto, Jatmiko, F, & Huda)

1. Monokristal (Mono-crystalline)

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal didesain untuk penggunaan yang membutuhkan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim . Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah kurang optimal ditempat yang memiliki cahaya matahari yang kurang. efisiensinya akan menurun ketika cuaca berawan.

2. Polikristal (Poly-Crystalline)

Panel surya ini difabrikasi dengan proses pengecoran. Polikristal membutuhkan permukaan yang lebih besar untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel ini memiliki harga yang lebih rendah daripada monokristal karena efisiensinya yang rendah pula.

3. Thin Film Photovoltaic

Panel surya jenis ini merupakan panel dengan dua lapisan struktur yaitu mikrokristal silikon dan amorphous yang efisiensinya 8,5% dan membutuhkan permukaan yang lebih luas agar daya yang dihasilkan juga lebih besar daripada monokristal & polikristal. Inovasi terbaru adalah Thin Film Triple Junction Photovoltaic (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain.

B. Operating Cost / Operating Expenditure

Menurut (Ruswandi, Jhoansyah, & Sunarya, 2020) Operating Cost / Operating Expenditure / Biaya operasi merupakan biaya yang terkait dengan operasional perusahaan yang meliputi biaya penjualan dan administrasi (selling and administrative expense), biaya marketing (advertising expense), biaya penyusutan asset (depreciation and amortization expense), serta perbaikan dan pemeliharaan (repairs and maintenance expense).

C. Depresiasi / Penyusutan

Depresiasi atau Penyusutan adalah alokasi secara periodik dan sistematis dari harga perolehan asset selama periode berbeda yang memperoleh dari penggunaan asset bersangkutan (Sari, 2018). Depresiasi mengakui bahwa aset tersebut kehilangan nilai seiring berjalannya waktu akibat pemakaian, keausan, atau penurunan teknologi.

Tujuan Depresiasi

1. Pengalokasian Biaya: Membagi biaya aset tetap ke dalam periode-periode akuntansi selama masa manfaatnya, sehingga mencerminkan penggunaan aset tersebut dalam menghasilkan pendapatan.
2. Pencerminan Nilai Buku: Menunjukkan nilai buku yang lebih akurat dari aset tetap pada laporan keuangan.
3. Perencanaan Pajak: Depresiasi dapat digunakan untuk perencanaan pajak, karena biaya depresiasi biasanya dapat dikurangkan dari pendapatan kena pajak.

Metode Penyusutan Garis Lurus

Menurut (Sihombing, 2016), Penyusutan metode garis lurus adalah penyusutan asset dimana nilai depresiasi atau penurunan konsisten setiap tahunnya dan pembebanannya tidak dipengaruhi oleh efisiensi dan perubahan produktivitas.

D. Payback Period

Payback period adalah Teknik penentuan investasi dengan mempertimbangkan waktu yang dibutuhkan sebuah investasi tersebut untuk bisa balik modal seluruhnya (Ermawati & Handayani, 2021)

Langkah Langkah menentukan payback period sebagai berikut :

1. Identifikasi investasi awal: Tentukan jumlah total dana yang diinvestasikan di awal.
2. Perkirakan aliran kas tahunan: Hitung atau perkirakan jumlah aliran kas bersih yang dihasilkan oleh investasi setiap tahun.
3. Hitung akumulasi aliran kas: Jumlahkan aliran kas bersih setiap tahun hingga jumlahnya sama dengan atau lebih besar dari investasi awal.
4. Tentukan payback period: Payback period adalah jumlah tahun yang diperlukan hingga akumulasi aliran kas bersih setara dengan investasi awal.

E. Undang- Undang Energi Terbarukan

Menurut undang undang no 30 Tahun 2007 pasal 1 poin 6 yang menjelaskan bahwa sumber energi terbarukan adalah sumber energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang berkelanjutan jika dikelola dengan baik, antara lain panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, air dan terjunan air. (Indonesia, 2007)

METODOLOGI PENELITIAN

Pemasangan Panel Surya pada PT. AAT menggunakan system on-grid dimana pengadaan main equipment seperti PV Modul, Inverter, Mounting dan DC Cable termasuk dalam scope pekerjaan kontraktor utama. Penelitian ini untuk menghitung payback period investasi dan efisiensi biaya listrik (Operating Expenditure).

Berikut Langkah-langkah yang akan dilakukan :

1. Pengumpulan data teknis
 - a. Spesifikasi Panel Surya: Efisiensi, kapasitas daya (Wp), umur pakai.
 - b. Sistem Pendukung : Inverter, Sistem penyimpanan Baterai dan Biaya pemasangan
2. Pengumpulan data Finansial
 - a. Biaya Awal Investasi
 - b. Biaya untuk pemeliharaan dan perbaikan
3. Pengumpulan data eksternal
 - a. Tarif listrik
 - b. Adakah potensi subsidi dari pemerintah
 - c. Intensitas radiasi matahari di lokasi instalasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Teknis

Kapasitas rencana PLTS	: 324 Kwp
Contract period	: 20 Tahun
Kapasitas PV di tahun-1	: 97,5%
Degradasi PV	: 0,5%

2. Kondisi Eksisting

Daya terpasang	: 1817 KVA
Pemakaian Kwh Listrik	: 718.944 / bulan

3. Data Finansial

Nilai investasi	: Rp. 3,140,833,800
Biaya Maintenance PV	: Rp. 5,494,500
Biaya Penggantian Modul	: Rp. 7,154,164 / 3 panel / tahun
Penggantian Inverter	: Rp. 361,094,210 / 10 tahun
Biaya Asuransi	: Rp. 15,704,169 / tahun

4. Data Eksternal

Tarif listrik	: Rp. 1081,255
Kenaikan Tarif	: 5% / tahun
Subsidi Pemerintah	: Rp. 0
Nett Sun Hours	: 3,03 jam / hari
Inflasi	: 3%
Bunga	: 8%

Payback Period adalah salah satu metode yang digunakan dalam analisis investasi untuk menentukan seberapa cepat investasi awal dapat dikembalikan dari arus kas masuk yang dihasilkan oleh suatu proyek. Metode ini sangat populer karena kesederhanaannya dan kemampuannya untuk memberikan gambaran tentang risiko yang terkait dengan waktu pengembalian investasi. Payback period dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

Tabel 1.1 Perhitungan payback period

Year	1	2	3	4	5
Index	97,50	97,00	96,50	96,00	95,50
Energy	349.370	347.578	345.787	343.995	342.203
Tariff	1.036	1.088	1.143	1.200	1.260
Revenue	361.947.320	378.165.255	395.099.375	412.780.718	431.241.632
COGS (O&M+PV Module Replacement)	12.648.664	13.028.124	13.418.968	13.821.537	14.236.183
COGS (Inverter)					
COGS (Tools O&M)					
COGS (Biaya Pembongkaran) - Optional					
Insurance Cost	15.704.169	15.704.169	15.704.169	15.704.169	15.704.169
Depreciation	274.143.764	274.143.764	274.143.764	274.143.764	274.143.764
Total OPEX	302.496.597	302.876.057	303.266.901	303.669.470	304.084.116
Gross Profit	59.450.723	75.289.198	91.832.474	109.111.248	127.157.516
Tax					
Net Profit	59.450.723	75.289.198	91.832.474	109.111.248	127.157.516
EBITDA	335.517.217	349.282.728	365.746.678	382.939.344	400.892.283
Investating Cashflow	3.140.833.800				
Project Cashflow	- 2.805.316.583	349.282.728	365.746.678	382.939.344	400.892.283
Payback Period	- 2.805.316.583	- 2.456.033.855	- 2.090.287.177	- 1.707.347.833	- 1.306.455.550

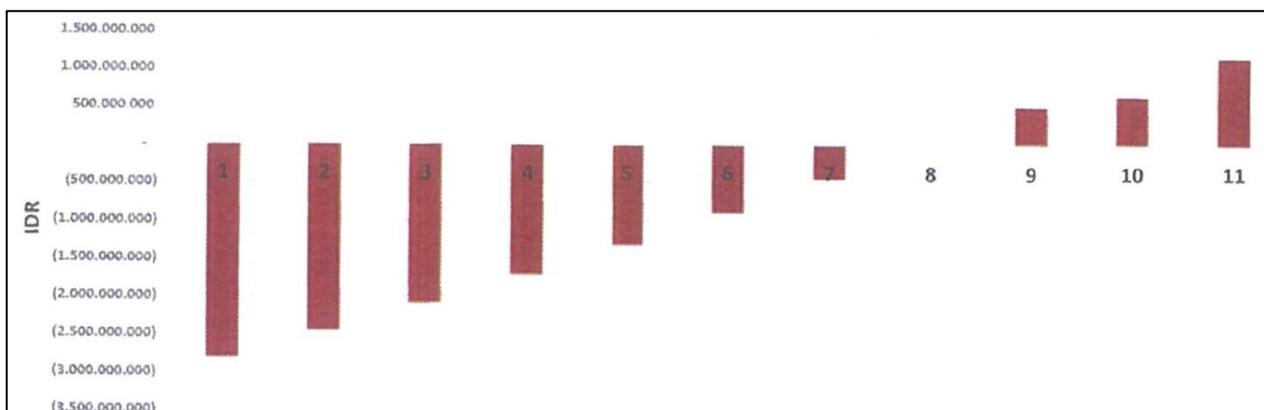
Year	6	7	8	9	10	11
Index	95,00	94,50	94,00	93,50	93,00	92,50
Energy	340.412	338.620	336.829	335.037	333.245	331.454
Tariff	1.323	1.390	1.460	1.533	1.610	1.691
Revenue	450.515.829	470.638.442	491.646.082	513.576.898	536.470.639	560.368.716
COGS (O&M+PV Module Replacement)	14.663.269	15.103.167	15.556.262	16.022.950	16.503.639	16.998.748
COGS (Inverter)					361.094.210	
COGS (Tools O&M)						
COGS (Biaya Pembongkaran) - Optional						
Insurance Cost	15.704.169	15.704.169	15.704.169	15.704.169	15.704.169	15.704.169
Depreciation	274.143.764	274.143.764	274.143.764	274.143.764	274.143.764	274.143.764
Total OPEX	304.511.202	304.951.100	305.404.195	305.870.883	667.445.782	306.846.681
Gross Profit	146.004.627	165.687.342	186.241.887	207.706.015	- 130.975.143	253.522.035
Tax						
Net Profit	146.004.627	165.687.342	186.241.887	207.706.015	- 130.975.143	253.522.035
EBITDA	419.638.377	439.211.896	459.648.544	480.985.526	142.167.392	526.517.152
Investating Cashflow						
Project Cashflow	419.638.377	439.211.896	459.648.544	480.985.526	142.167.392	526.517.152
Payback Period	- 886.817.173	- 447.605.277	12.043.267	493.028.793	635.196.185	1.161.713.337

NPV	- 153.928.864
PIRR	6,70%

Pada tabel diatas, dapat dilihat dari kolom tahun ke-8 item payback period menunjukkan nilai positif yaitu Rp. 12,043,267 yang artinya investasi panel surya berada di titik balik investasi atau yang disebut juga break even point. Pada kolom tahun ke-10 terdapat nilai Operating & maintenance Rp. 361,094,210 untuk penggantian inverter yang berarti umur pakai inverter untuk panel surya adalah 10 tahun.

Diagram batang tahunan (barchart) ini menggambarkan proses akumulasi arus kas masuk dari investasi selama beberapa tahun, serta menunjukkan titik di mana investasi awal berhasil dikembalikan sepenuhnya, yang dikenal sebagai Payback Period.

Berikut diagram batang (Barchart) untuk payback period investasi panel surya :



Grafik 1 : Barchart Payback Period

1. Index yang tertera pada table 1.1 merupakan kapasitas panel surya pertahun dimana penurunan / degradasi pv modul diasumsikan berkurang 0,5% setiap tahunnya.
2. Perhitungan revenue di hitung sebagai berikut :

Revenue = Energy x Tarif listrik

Dimana tarif listrik PLN diasumsikan naik setiap tahunnya sebanyak 5%

3. Operating Expenditure merupakan total dari Biaya pemeliharaan panel surya , Biaya Asuransi dan Depresiasi / penurunan nilai asset.
4. Pada perhitungan diatas, didapatkan payback period di tahun ke-8 dengan nilai PIRR (Profitabilitas Internal Rate of Return) di angka 6,7% dimana Jika perhitungan PIRR > 1% maka proyek tersebut menguntungkan secara cashflow.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tersebut, Penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

Pada Investasi Panel Surya pada PT. AAT dinilai memberi dampak yang positif pada arus kas perusahaan. Hal ini diperkuat dengan perhitungan payback period pada tahun ke-8. Dengan investasi senilai Rp. 3,140,833,800 dapat menurunkan biaya Operasional sebanyak Rp. 30.115.000 setiap bulannya. Perhitungan pada penelitian ini dengan asumsi net sun hours selama 3 jam / hari, namun panel surya akan lebih efektif penggunaannya pada musim kemarau dimana net sun hours bisa diangka 5 jam / hari. Biaya pemeliharaan dapat diminimalisir dengan cara perawatan panel surya secara berkala. Membersihkan permukaan panel surya dan memastikan tidak ada kotoran yang menempel setiap harinya dapat membantu menjaga keawetan panel. Melakukan pengecekan berkala terhadap kabel dan system instalasi juga sangat penting agar kabel tidak korosi.

B. SARAN

Perusahaan – perusahaan terutama yang bergerak pada bidang produksi dapat mengaplikasikan energi terbarukan berupa panel surya sebagai alternatif penghematan biaya listrik. Berikut saran dari penulis dalam pengaplikasian panel surya : Penentuan Jenis dan bahan panel surya sangat berpengaruh kepada nilai investasi dan ketahanan panel. Sebelum menggunakan panel surya, dibutuhkan studi kelayakan dan studi ketahanan pemasangan panel surya. Panel Surya memiliki berbagai dampak positif diantaranya dapat mengurangi emisi karbon dan penghematan biaya energi listrik jangka Panjang. Panel surya juga memiliki kekurangan yaitu biaya pemasangan awal yang cukup tinggi dan sangat ketergantungan pada cuaca karena membutuhkan sinar matahari untuk mengoptimalkan fungsi panel surya. Serta memiliki umur pakai sekitar 25-30 tahun, setelah itu panel perlu di ganti dan didaur ulang yang bisa menimbulkan tantangan lingkungan jika tidak dikelola dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Handbook, S. E. (2013). *Photovoltaic Fundamentals and application*. Pearson Learning Solution.
- Ermawati, N., & Handayani, R. T. (2021). *Manajemen Keuangan dan Investasi*. (A. R. Rahayu, Ed.) Kudus, Jawa Tengah: Badan Penerbit Universitas Muria Kudus.
- Asri Jaya, S. M. (2023). *Manajemen Keuangan*. (S. A. Dr. Fachrurazi, Ed.) Padang, Sumatera barat: PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Sari, D. I. (2018, April 1). Analisis Depresiasi Aktiva Tetap Metode Garis Lurus dan Jumlah Angka Tahun PT. Adira Dinamika. *Jurnal Moneter*, *V*, 86.
- Indonesia, U. U. (2007). UU Republik Indonesia No 30 Tahun 2007 Tentang Energi. *Republik Indonesia*. Indonesia: Republik Indonesia.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, F, M. A., & Huda, I. F. (n.d.). EFISIENSI PENGGUNAAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF. *Jurnal Teknik Elektro*, *18 no 1*, 11.
- Sihombing, M. F. (2016, Juni 2). ANALISIS PENERAPAN METODE PENYUSUTAN AKTIVA TETAP DAN IMPLIKASINYA TERHADAP LABA PERUSAHAAN PADA PT. MANADO PERSADA MADANI. *Jurnal EMBA*, *4*, 634.
- Ruswandi, R. M., Jhoansyah, D., & Sunarya, E. (2020). Analisis Capital Expenditure Dan Operating Cost Terhadap Keputusan Investasi. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Ekonomi*, *3*, 40.