

# ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP DENGAN SISTEM ON-GRID DI PABRIK MINUMAN SIAP SAJI

Muhammad Fajar Hiswandi<sup>1)</sup>, Febri Iswahyudi<sup>2)</sup>, dan Wisudanto Mas Soeroto<sup>3)</sup>

<sup>1,2</sup>Magister Manajemen Teknologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

<sup>3</sup>Departemen Manajemen, Universitas Airlangga

<sup>1,2</sup>Kampus ITS Tjokroaminoto, Surabaya, 60261

<sup>3</sup>Jl. Airlangga 4-6 Surabaya - 60285

E-mail: muhammadfajarhiswandi@gmail.com<sup>1)</sup>, febri.isyi@gmail.com<sup>2)</sup>, wisudanto@feb.unair.ac.id<sup>3)</sup>

## ABSTRAK

Saat ini Indonesia masih dihadapkan pada persoalan pemenuhan kebutuhan energi berupa ketergantungan terhadap sumber energi berbasis fosil berupa minyak bumi, gas bumi dan batu bara. PLTS atap *on-grid* merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan energi fosil. Selain itu, juga sebagai dukungan kepada pemerintah dalam peningkatan peran energi baru dan terbarukan secara terus menerus untuk menjaga ketahanan dan kemandirian energi. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis dari kelayakan investasi PLTS atap *on-grid* pada sebuah pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi, dengan metode perhitungan *Discounted Payback Period* (DPP), *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Profitability Index* (PI). Metode yang digunakan penelitian ini berupa studi literasi dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya dan simulasi keluaran energi dari PLTS atap *on-grid* yang dihasilkan melalui *software* analisis simulasi *Helioscope* untuk menghitung nilai DPP, NPV, IRR, dan PI sebagai dasar untuk menentukan kelayakan investasi PLTS atap *on-grid*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa investasi PLTS atap *on-grid* di pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi dalam kategori layak untuk dilaksanakan. Hal ini dibuktikan oleh nilai DPP yang lebih kecil dari umur proyek, nilai NPV yang positif, nilai IRR lebih besar dari *discount rate*, dan nilai PI lebih besar dari satu sehingga terdapat penghematan biaya tagihan listrik PLN pada sebuah pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi.

**Kata Kunci:** PLTS Atap, *Discounted Payback Period*, *Internal Rate of Return*, *Net Present Value*, *Profitability Index*

## 1. PENDAHULUAN

Pada saat ini Indonesia masih dihadapkan pada persoalan pemenuhan kebutuhan energi. Persoalan tersebut berupa ketergantungan terhadap sumber energi berbasis fosil berupa minyak bumi, gas bumi dan batu bara. Pada tahun 2018, sumber energi fosil yang digunakan pada pembangkit listrik sebagian besar berasal dari pembangkit energi fosil khususnya batubara sebesar 50%, diikuti gas bumi sebesar 29%, BBM sebesar (7%) dan energi terbarukan sebesar 14% (Siswanto & Mujiyanto, 2019). Data dari website PLN pada informasi investor tahun 2022, pada Q3 tahun 2022, masih menunjukkan bahwa pembangkit listrik energi fosil masih yang terbesar, yaitu batubara sebesar 63%, gas 17%, diesel 2,7%, dan selain fosil yaitu air 6,7%, geothermal 5,4%, dan sumber terbarukan lain (e.g. surya, bayu) 0,5%. 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.

Salah satu langkah nyata dari sebuah pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi yang berkomitmen dan mendukung kebijakan pemerintah terhadap peningkatan energi baru dan terbarukan berupa perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya *rooftop* (PLTS atap) 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 atap 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 Atap mencakup kapasitas PLTS Atap, ekspor listrik, biaya kapasitas, dan ketentuan peralihan, sesuai informasi dari *website* Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Kapasitas PLTS atap menggunakan sistem *on-grid* yang direncanakan akan dipasang adalah di bawah 500 kVA. 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 500 kVA (lima ratus *kilovolt-ampere*) 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).

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui estimasi besarnya daya yang dibangkitkan PLTS atap dan mengetahui estimasi besarnya penghematan tagihan listrik pelanggan PLTS serta mengetahui kelayakan investasi pada PLTS atap di sebuah pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi dengan metode perhitungan *Discounted Payback Period* (DPP), *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Profitability Index* (PI).

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan berkaitan dengan analisa kelayakan suatu investasi sebagai berikut: Analisa tekno-ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di PT Pertamina (Persero) unit pengolahan IV Cilacap dengan hasil Rancangan sistem PLTS yang dikembangkan di PT Pertamina (Persero) Unit Pengolahan IV Cilacap sebagai catu daya tambahan pada perumahan dan rumah sakit Pertamina Cilacap kapasitas total 2,02 MWp menggunakan sistem *grid-connected* dengan didukung modul PV 250 Wp sebanyak 8094 buah dan inverter kapasitas 30 kW sebanyak 57 buah dengan estimasi energi yang dihasilkan oleh PLTS yaitu 4062,17 MWh per tahun dan 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 (Nugroho, 2016). Perencanaan dana analisis ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya *Rooftop* dengan sistem *on-grid* sebagai catu daya tambahan pada RSUD kabupaten Mimika yang menunjukkan hasil investasi proyek PLTS pada RSUD Kab. Mimika, berdasarkan aspek teknis dan aspek ekonomi layak dilaksanakan ditunjukkan dengan NPV

dan PI menunjukkan nilai positif, dan DPP masih dibawah umur proyek (Kariongan, 2022). Analisa kelayakan Investasi SPBU mikrosite Indomobil di desa Grajagan dengan analisa kelayakan investasi menunjukkan secara aspek keuangan, *Payback Period* (PP) tercapai pada tahun ke 2 dan 9 bulan 14 hari serta NPV sebesar Rp. 494.831.444 sehingga investasi tersebut layak untuk dilaksanakan karena maksimal *payback period* adalah 5 tahun dan  $NPV > 1$  (Bhakti dkk., 2021). Analisis kelayakan investasi dengan pendekatan aspek *financial* dan strategi pemasaran pada program ayam petelur di BUM Desa Bumi Makmur dengan menunjukkan bahwa usaha tersebut layak untuk dijalankan dan dikembangkan dikarenakan nilai NPV lebih besar dari nol, nilai *net BCR* lebih besar dari satu, nilai IRR lebih besar dari tingkat *discount rate* yang ditentukan, dan PP berada sebelum masa proyek berakhir (Wardana dkk., 2021). Analisa kelayakan investasi proyek penggantian *secondary crusher* pada PT Berau *Coal site* Binungan yang menggunakan metode NPV, IRR, PP, dan PI (Ridwan dkk., 2022).

Penelitian terkait dengan analisa investasi dari PLTS atap juga dilakukan di luar negeri, salah satunya dilakukan di Brownsville, Texas, U.S.A. Pada penelitian tersebut menyimpulkan bahwa PLTS atap memiliki potensi untuk mengurangi biaya penggunaan energi listrik bulanan dari waktu ke waktu bagi pemilik rumah (Mangiante dkk., 2020). Meskipun Potensi teknis PV yang dihasilkan sebesar 11%, *profitabilitas* PV bagi pemilik rumah di Brownsville tetap rendah karena insentif tarif energi yang diberikan oleh pemerintah setempat yang masih rendah. IRR rata-rata tercapai 2.8% dengan periode pengembalian modal sederhana selama 15 tahun. Selain di U.S.A., penelitian terkait dengan PLTS atap juga dilakukan di Thailand.

Penelitian tentang analisis *techno-economic* dari sistem PLTS atap pada area parkir mobil di Rayong Thailand menunjukkan adanya kelayakan investasi tersebut yang didasarkan pada hasil pengembalian investasi (*payback period*) selama 6,83 tahun yang lebih pendek dari umur proyek selama 25 tahun, hasil nilai NPV yang diperoleh 1.523.571,70 baht atau lebih besar 1, hasil perhitungan IRR sebesar 17,85% atau lebih besar dari *return* yang diharapkan perusahaan sebesar 13,24%, dan nilai *Benefit Cost Ratio* (B/C Ratio) sebesar 1,77 (Mongkoldhumrongkul, 2023).

## 2. RUANG LINGKUP

Ruang lingkup penelitian ini meliputi:

### 1. Cakupan permasalahan.

Penelitian ini difokuskan pada studi kelayakan investasi PLTS atap dengan sistem *on-grid* pada sebuah pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi, Jawa Barat, dengan menggunakan komponen utama berupa modul surya dan *grid inverter*. Data biaya investasi didapat dari penawaran vendor pembangunan PLTS atap dan data estimasi penghematan didapat dari simulasi perangkat lunak

*Helioscope* dengan menggunakan titik koordinat pemasangan pada atap sebuah pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi.

## 2. Batasan-batasan penelitian

Penelitian ini dibatasi pada studi kelayakan PLTS atap dengan sistem *on-grid* dengan kapasitas di bawah 500 kVA pada sebuah pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi dengan menggunakan metode perhitungan DPP, NPV, IRR, dan PI. Lamanya proyek adalah 25 tahun berdasar waktu garansi dari pabrikan modul surya dan setiap 10 tahun dilakukan penggantian *grid inverter* berdasar waktu garansi dari pabrikan *inverter*.

## 3. Rencana hasil yang didapatkan

Rencana hasil yang didapatkan pada penelitian ini untuk menentukan kelayakan investasi PLTS atap dengan sistem *on-grid* di pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi berdasar analisis dari perhitungan DPP, NPV, IRR, dan PI. Selain itu dapat mengetahui nilai penghematan biaya tagihan listrik PLN yang diperoleh pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi.

## 3. BAHAN DAN METODE

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan kuantitatif, berupa penghitungan parameter yang berkaitan dengan kelayakan dari investasi PLTS atap berdasar persamaan dari studi-studi literatur yang mendukung. Analisa data diperoleh dari metode perhitungan DPP, NPV, IRR, dan PI.

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi melakukan identifikasi masalah pada rencana investasi PLTS atap dengan sistem *on-grid*. Selanjutnya dilakukan studi literatur terhadap parameter-parameter untuk menentukan kelayakan dari rencana investasi PLTS atap dengan sistem *on-grid*.

Berikut studi literatur dan parameter yang digunakan dalam menentukan kelayakan dari suatu investasi:

### 3.1 Investasi

Investasi merupakan suatu kegiatan yang menempatkan dana pada satu atau lebih dari satu jenis aset selama periode tertentu dengan harapan dapat memperoleh penghasilan dan/atau peningkatan nilai investasi pada masa mendatang (Hidayati, 2017). Menurut (Giatman, 2017), kegiatan investasi merupakan kegiatan penting yang berdampak pada jangka waktu tertentu dan usaha berkelanjutan yang memerlukan biaya besar. Penganggaran modal atau kegiatan investasi merupakan suatu kegiatan strategis dan upaya suatu perusahaan untuk membiayai kegiatan ini menjadi sangat krusial dan perlu memperoleh perhatian khusus karena jika salah dalam perencanaan pembiayaan investasi ini dapat berakibat hingga suatu entitas dinyatakan pailit (Ikatan Akuntan Indonesia, 2019). Bentuk investasi di sebuah pabrik dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis, salah satunya adalah untuk pengurangan biaya

operasional pabrik (Brealey dkk., 2020). Salah satu biaya operasional pabrik adalah pemakaian energi listrik untuk menjalankan mesin-mesin produksi dan utilitas pabrik.

### 3.2 Analisa Kelayakan Investasi

Analisa kelayakan investasi merupakan suatu analisis yang digunakan untuk mengetahui apakah suatu investasi tergolong layak secara ekonomi atau tidak berdasar pada parameter-parameter utama yang telah ditentukan, meliputi: *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Profitability Index* (PI) dan *Discounted Payback Period* (DPP). Komunitas ilmiah memperdebatkan keunggulan indikator keuangan dari NPV atau IRR yang digunakan untuk pengambilan keputusan, akan tetapi berdasar literatur yang ada menunjukkan bahwa sebagian besar menggunakan parameter keuangan NPV untuk pengambilan sebuah keputusan (Peprah dkk., 2023). NPV bekerja berdasar asumsi tingkat pengembalian dari arus kas masuk yang diinvestasikan pada periode tertentu. Sedangkan IRR mengasumsikan IRR yang dihitung dari pengembalian arus kas masuk yang investasikan. Analisa dari kelayakan dari suatu investasi perlu dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bahwa suatu investasi tersebut layak dilakukan berdasar pada peluang keuntungan yang didapat dari investasi tersebut. Selain itu, suatu investasi memerlukan biaya yang tidak sedikit.

#### 3.2.1 Discounted Payback Period (DPP)

*Discounted Payback Period* (DPP) merupakan waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal atau uang yang telah diinvestasikan pada aliran kas tahunan yang dihasilkan oleh proyek investasi tersebut dalam bentuk *Present Value* (PV) (Brealey dkk., 2020). Aliran kas masuk tahunan dalam bentuk PV akan mengakomodasi perubahan nilai uang di masa depan. Persamaan untuk menghitung nilai DPP dari proyek investasi yang mempunyai aliran kas atau *cash flow* tidak sama dari tahun ke tahun, dapat dilihat pada persamaan (1), (Kariongan, 2022):

$$DPP = \text{Year before recovery} + \frac{\text{Investment cost}}{NPV_{\text{kumulatif}}} \quad (1)$$

Suatu investasi dapat dikategorikan layak atau diterima untuk dijalankan oleh perusahaan, apabila nilai DPP lebih kecil dari target pengembalian modal atau investasi yang diharapkan pemilik perusahaan. Hal ini berarti bahwa periode pengembalian modal investasi lebih pendek dari umur proyek investasi tersebut. Kelemahan dari DPP adalah tidak memperhitungkan aliran kas setelah periode DPP terlewati (Brealey dkk., 2020). Oleh karena itu, dibutuhkan metode perhitungan yang lain untuk menutupi kelemahan DPP ini.

### 3.2.2 Net Present Value (NPV)

*Net Present Value* atau disingkat dengan NPV adalah selisih antara nilai sekarang atau *present value* dari arus kas yang masuk dengan nilai sekarang (*present value*) dari arus kas yang keluar pada periode waktu tertentu (Kurniawan, 2019). Suatu investasi dapat dikategorikan layak atau diterima apabila  $NPV > 0$  atau NPV yang lebih besar. Untuk menghitung dari nilai NPV menggunakan persamaan (2), (Ridwan dkk., 2022):

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

Keterangan  $CF_t$  merupakan aliran kas per tahun pada suatu periode,  $r$  merupakan suku bunga/*discount rate*.  $I_0$  merupakan investasi awal pada tahun ke-0,  $t$  merupakan periode, dan  $n$  merupakan jumlah periode. Hasil dari perhitungan dari NPV dapat dikategorikan sebagai berikut:

Jika nilai NPV lebih besar dari nol, maka investasi tersebut dapat dikategorikan layak dan untung. Jika nilai NPV sama dengan nol, maka investasi tersebut dikategorikan perlu dipertimbangkan. Sedangkan, jika NPV lebih kecil dari nol, maka investasi tersebut dikategorikan tidak layak dan rugi

### 3.2.3 Internal Rate of Return (IRR)

*Internal Rate of Return* (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).

Investasi dapat dikategorikan layak untuk dijalankan oleh suatu perusahaan, jika hasil IRR yang diperoleh lebih besar daripada nilai *cost of capital*. Hal tersebut berarti bahwa investasi yang direncanakan dapat memberikan keuntungan yang lebih besar dari yang diharapkan, sehingga rencana investasi tersebut layak untuk dijalankan oleh perusahaan.

Untuk memperoleh hasil akhir dari nilai IRR, terlebih dahulu harus mencari *discount rate* yang menghasilkan nilai NPV positif, setelah nilai NPV positif ditemukan dilanjutkan dengan mencari *discount rate* yang menghasilkan nilai NPV negatif. Untuk menghitung nilai dari IRR dapat menggunakan persamaan (3), (Kurniawan, 2019):

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

Keterangan:

$i_1$  = tingkat diskonto yang menghasilkan NPV positif

$i_2$  = tingkat diskonto yang menghasilkan NPV negatif

$NPV_1$  = Net Present Value bernilai positif

$NPV_2$  = Net Present Value bernilai negatif

### 3.2.4 Profitability Index (PI)

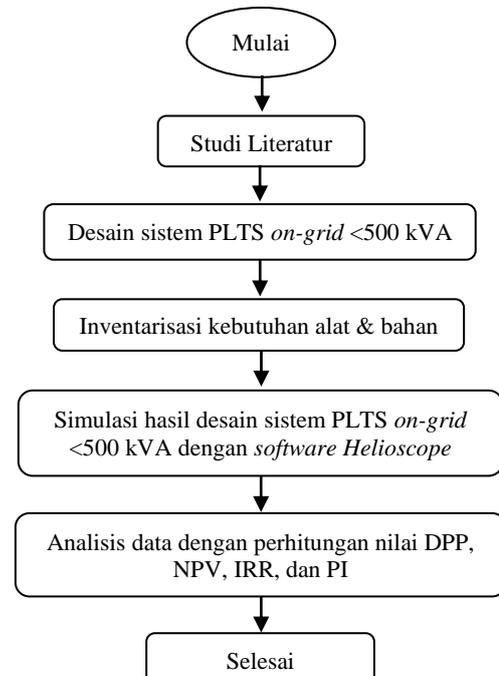
*Profitability Index* (PI) merupakan perbandingan total PV *cash flow* (total PV aliran kas) dengan investasi dalam PV (Brealey dkk., 2020). Untuk menghitung nilai dari PI dapat dilihat pada persamaan (4), (Brealey dkk., 2020):

$$PI = \frac{\text{Net present value}}{\text{Initial investment}} \quad (4)$$

Rasio profitabilitas PI ditentukan sebagai rasio arus masuk yang didiskontokan dari investasi terhadap nilai diskonto dari pengeluaran keuangan (Kijo-Kleczkowska dkk., 2022). Investasi dapat dikategorikan layak untuk dijalankan oleh perusahaan apabila nilai dari *Profitability Index* (PI) lebih besar dari satu ( $PI > 1$ ), sedangkan apabila nilai dari *Profitability Index* (PI) kurang dari satu ( $PI < 1$ ), maka proyek atau investasi tersebut tidak layak untuk dijalankan oleh perusahaan.

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan dan analisa data yang digunakan pada penelitian ini meliputi studi literasi dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya dan melakukan simulasi dari keluaran energi dari PLTS atap *on-grid* yang dihasilkan melalui *software* analisis simulasi *Helioscope*. Selanjutnya, data hasil simulasi tersebut dipergunakan untuk menghitung nilai DPP, NPV, IRR, dan PI untuk menentukan kelayakan investasi PLTS atap *on-grid*. Alur dari penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Pelaksanaan Penelitian

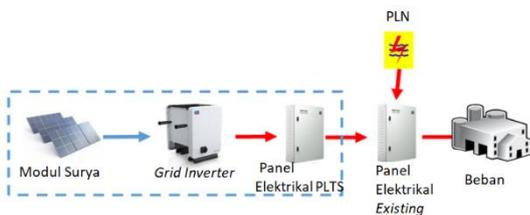
#### 4. PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari penelitian ini meliputi:

##### 4.1 Desain

Skema dari sistem PLTS atap *on-grid* di sebuah pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi dapat dilihat pada gambar 2. Sistem tersebut terdiri dari peralatan berupa modul surya, *grid inverter*, panel elektrikal, dan material instalasi pendukung dengan fungsi:

1. Modul surya mengubah cahaya matahari menjadi listrik
2. *Grid inverter* mengubah listrik DC dari modul surya menjadi listrik AC
3. Panel elektrikal berfungsi sebagai alat proteksi sistem



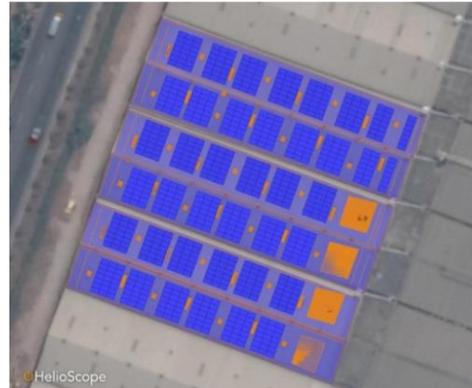
Gambar 2. Skema PLTS Atap On-Grid

Spesifikasi sistem PLTS atap *on-grid* yang rencananya akan digunakan dapat dilihat pada tabel 1. Penawaran yang didapat dari sebuah perusahaan pembangunan PLTS adalah sebesar Rp 3.000.000.000,- untuk material dan jasa dengan kondisi garansi atas *inverter* selama 10 tahun dan garansi atas modul surya selama 25 tahun.

Tabel 1. Spesifikasi Sistem PLTS Atap On-Grid yang Akan Digunakan

No	Item	Brand/Type
<b>Spesifikasi PLTS atap 466.56 KWP DC/400 KW AC 3 Phase Rooftop On-Grid Solar PV System</b>		
<u>Main Equipment</u>		
1	Solar PV Module	Longi Solar 540/Mono PERC Half Cut
2	Grid-Tie Inverter 3 Phase & Remote	Solis/Solis 3P-110K-5G w/ Type II Surge Arrester DC & AC via WIFI (Excl. Internet Connection)
<u>Balance of System</u>		
<u>Materials</u>		
3	Mounting System Solar Module atap	Mibet/Aluminium Racking Rail & Clamp system
4	AC safety Disconnect & Combiner	MCCB 380 VAC, Electrical Enclosure
5	Pengkabelan: Solar PV Array	Jembo Cable/Solar PV Cable PVI-F H1Z2Z2-K 6 mm <sup>2</sup> TKDN
	AC Kabel Inverter ke AC Combiner	Jembo cable/NYY 4x70 mm <sup>2</sup> + NYA
	AC kabel Combiner ke MDP	1x35 mm <sup>2</sup> SNI
	Solar PV Array	Jembo Cable/NYY 1x300 mm <sup>2</sup> x 4 + NYA 1x150 mm <sup>2</sup> SNI
	Grounding	Jembo Cable/NYA 1x6 mm <sup>2</sup> , BC 35 mm <sup>2</sup> SNI
	Aksesoris Installation & Consumable	Cable pipe, cable ties, cable tray, etc

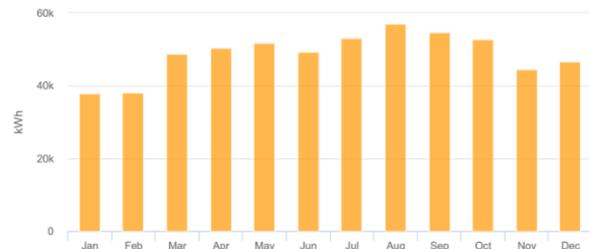
Dari data luasan atap yang tersedia, maka dipilih sistem PLTS atap yang digunakan terdiri dari modul surya sebesar 466,6 kWp dan *grid inverter* sebesar 440 kW. Desain dari pemasangan modul surya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Desain Pemasangan Modul Surya

##### 4.2 Simulasi keluaran PLTS atap *on-grid* menggunakan software simulasi Helioscope

Berdasarkan simulasi keluaran sistem PLTS atas *on-grid* dengan software simulasi *Helioscope*, didapatkan keluaran PLTS atap *on-grid* pada sebuah pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi dengan spesifikasi modul surya *LONGI SOLAR/540W mono PERC Half Cut* dan *Grid-Tie Inverter 3 Phase SOLIS 3P-110K-5G* dalam satu tahun sebesar 585.458,3 kWh, dengan rata-rata adalah 48.788,2 kWh/bulan atau 1.604 kWh/hari, dapat dilihat pada gambar 4 dan tabel 2.



Gambar 4. Perolehan Energi Menggunakan Software Helioscope

Tabel 2. Simulasi Keluaran Dari PLS Atap

Bulan	Jumlah Hari	GHI (kWh/m2)	PSH /Day	Grid (kWh)
Januari	31	107,50	3,47	37.901,80
Februari	28	107,60	3,84	38.058,10
Maret	31	138,00	4,45	48.892,80
April	30	142,80	4,76	50.469,40
Mei	31	147,20	4,75	51.812,30
Juni	30	138,90	4,63	49.391,90
Juli	31	150,00	4,84	53.148,90
Agustus	31	162,70	5,25	57.134,70
September	30	156,20	5,21	54.614,80
Oktober	31	150,20	4,85	52.760,60
November	30	126,00	4,20	44.653,70
Desember	31	130,70	4,20	46.619,30
Rata-rata	Jumlah		4,54	585.458,30

### 4.3 Analisa Kelayakan Investasi

Analisa yang digunakan untuk menentukan kelayakan dari investasi PLTS atap *on-grid* tersebut meliputi perhitungan dari:

#### 4.3.1 Discounted Payback Period (DPP)

Berdasarkan persamaan ke-1 dan simulasi energi keluaran dan biaya penghematan yang dapat dilihat pada tabel 3, maka didapatkan periode pengembalian investasi PLTS atap *on-grid* sebagai berikut:

1. Investasi awal = Rp 3.000.000.000
2. Akumulasi penghematan di tahun ke-5 = Rp 2.595.051.534 (-)  
= Rp 404.948.466
3. Selisih akumulasi tahun ke 5 dan ke 6 = Rp 438.753.204

Sehingga, DPP sebesar

$$DPP = 5 \text{ tahun} + (404.948.466/438.753.204) \text{ tahun}$$

DPP = 5,92 tahun

Berdasarkan perhitungan diatas, dapat dilihat bahwa DPP dari investasi PLTS atap *on grid* sebesar 5,92 tahun. Besar DPP ini masih diizinkan oleh pemilik perusahaan minuman siap saji di Kabupaten Bekasi karena masih di bawah umur maksimal proyek PLTS atap ini (sampai 25 tahun).

#### 4.3.2 Net Present Value (NPV)

Asumsi yang digunakan:

1. Suku bunga (*discount factor*) sebesar 5%, berdasarkan suku bunga deposito Bank Indonesia pada 15-16 Maret 2023,
2. Terdapat pembelian *grid inverter* di tahun ke-10 dan tahun ke-20 (berdasar garansi *grid inverter* selama 10 tahun), harga *grid inverter* sama dengan harga saat investasi awal yaitu Rp. 260.000.000,-.
3. Umur PLTS atap ini adalah 25 tahun (berdasar garansi modul surya selama 25 tahun) dan *output* modul surya pada tahun ke-25 adalah 84,8% dari kapasitas di tahun pertama, terdapat penurunan sebesar 0,63% setiap tahun (berdasar data garansi modul surya), dan
4. Biaya listrik PLN di pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi tidak terjadi kenaikan selama 25 tahun ke depan, yakni sebesar Rp 1.035,78/kWh.

**Tabel 3. Simulasi Energi dan Biaya Penghematan yang Didapat**

Tahun ke-	Tarif PLN/kWh	Produksi per Tahun (kWh)	Investasi (dalam PV dengan r = 5%)	Penghematan per Tahun (dalam PV dengan r = 5%)
0			3.000.000.000	
1	1.035,78	585458,30		577.529.521,88
2	1.035,78	581750,40		546.544.604,67
3	1.035,78	578042,49		517.201.041,21
4	1.035,78	574334,59		489.412.772,67
5	1.035,78	570626,69		463.098.214,42
6	1.035,78	566918,79		438.180.025,04
7	1.035,78	563210,88		414.584.887,23
8	1.035,78	559502,98		392.243.299,90
9	1.035,78	555795,08		371.089.381,01
10	1.035,78	552087,18	260.000.000	351.060.680,47
11	1.035,78	548379,27		332.098.002,70
12	1.035,78	544671,37		314.145.238,28
13	1.035,78	540963,47		297.149.204,25
14	1.035,78	537255,57		281.059.492,64
15	1.035,78	533547,66		265.828.326,81
16	1.035,78	529839,76		251.410.425,08
17	1.035,78	526131,86		237.762.871,53
18	1.035,78	522423,96		224.844.993,32
19	1.035,78	518716,05		212.618.244,39
20	1.035,78	515008,15	260.000.000	201.046.095,15
21	1.035,78	511300,25		190.093.927,82
22	1.035,78	507592,35		179.728.937,21
23	1.035,78	503884,44		169.920.036,57
24	1.035,78	500176,54		160.637.768,33
25	1.035,78	496468,64		151.854.219,44
		Total PV Value	3.520.000.000	8.031.142.212
		NPV	4.511.142.212	

Berdasarkan simulasi energi, biaya investasi awal dan pembelian inverter pada tahun ke-10 dan tahun ke-20, biaya penghematan per tahun yang ditunjukkan pada tabel 3 serta mengacu pada persamaan 2, diperoleh nilai dari NPV sebesar Rp 4.511.142.212 atau  $NPV > 1$  dengan *discount factor* sebesar 5%. Sehingga, Investasi PLTS atap *on-grid* ini dapat dikatakan layak untuk dijalankan oleh perusahaan minuman siap saji di Kabupaten Bekasi dikarenakan nilai NPV lebih besar dari 1 (positif). Hal ini juga berarti bahwa terdapat keuntungan yang diperoleh perusahaan sebesar Rp 4.511.142.212 dengan investasi PLTS atap tersebut.

#### 4.3.3 Internal Rate of Return (IRR)

IRR berdasarkan dengan *discount rate* atau suku bunga (berdasarkan suku bunga deposito Bank Indonesia pada 15-16 Maret 2023) sebesar 5% untuk mendapatkan nilai NPV sebesar nol. Perhitungan yang dilakukan untuk menentukan nilai IRR adalah dengan menghitung secara

trial and error dengan menggunakan *discount factor* lebih besar dari 5% sampai menghasilkan nilai NPV positif dan negatif. Setelah diperoleh nilai NPV positif dan negatif, dilanjutkan dengan interpolasi untuk mendapatkan nilai IRR sebenarnya.

**Tabel 4. Perhitungan Trial and Error untuk Menghasilkan NPV Positif dan NPV Negatif**

Th n	Cash Flow (Rp)	df 15%	PV Cash Flow (Rp)	df 17%	PV Cash Flow (Rp)
0	-3.520.000.000				
1	606.405.998	0,87	527.309.563	0,85	518.295.725
2	602.565.427	0,76	455.626.031	0,73	440.182.210
3	598.724.855	0,66	393.671.311	0,62	373.826.171
4	594.884.284	0,57	340.127.020	0,53	317.460.027
5	591.043.713	0,50	293.853.183	0,46	269.581.629
6	587.203.141	0,43	253.864.122	0,39	228.914.446
7	583.362.570	0,38	219.307.598	0,33	194.373.712
8	579.521.999	0,33	189.446.769	0,28	165.037.651
9	575.681.427	0,28	163.644.591	0,24	140.123.012
10	571.840.856	0,25	141.350.314	0,21	118.964.275
11	568.000.285	0,21	122.087.812	0,18	100.995.977
12	564.159.713	0,19	105.445.484	0,15	85.737.680
13	5603.19.142	0,16	91.067.525	0,13	72.781.208
14	556.478.571	0,14	78.646.370	0,11	61.779.783
15	552.637.999	0,12	67.916.162	0,09	52.438.809
16	548.797.428	0,11	58.647.111	0,08	44.508.021
17	544.956.857	0,09	50.640.599	0,07	37.774.826
18	541.116.286	0,08	43.724.966	0,06	32.058.640
19	537.275.714	0,07	37.751.850	0,05	27.206.072
20	533.435.143	0,06	32.593.036	0,04	23.086.834
21	5295.94.572	0,05	28.137.718	0,04	19.590.270
22	525.754.000	0,05	24.290.144	0,03	16.622.396
23	521.913.429	0,04	20.967.572	0,03	14.103.394
24	518.072.858	0,03	18.098.504	0,02	11.965.481
25	514.232.286	0,03	15.621.162	0,02	10.151.093
	PV Cash Flow		3.773.836.520		3.377.559.340
	Net Investment		-3.520.000.000		-3.520.000.000
	NPV		253.836.520		-142.440.660

**Tabel 5. Perhitungan Trial Interpolasi**

DF	PV Cash Flow	Total/Selisih
DF 15% (+)	PV Cash flow df 15% (+)	3.773.836.520,226
DF 17% (-)	PV Cash flow df 17% (-)	3.377.559.339,768
Selisih: 2%	NPV Selisih	396.277.180,457

$$IRR = 15\% + \left( \frac{253.836.520,226}{396.277.180,457} \times 2\% \right)$$

$$IRR = 16,28\%$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa nilai IRR sebesar 16,28%. Dikarenakan nilai tersebut lebih besar dari nilai *discount rate* atau *return* yang ditentukan oleh perusahaan sebesar 5%, maka investasi ini dapat dikatakan lebih menguntungkan. Sehingga, investasi PLTS atap *on-grid* dapat dikatakan layak untuk dijalankan di pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi.

#### 4.3.4 Profitability Index (PI)

*Profitabilitas index* dipergunakan untuk mengevaluasi dari keuntungan yang diperoleh perusahaan atas investasi yang dijalankan. Dengan menggunakan persamaan 4, didapat nilai PI:

$$PI = \frac{8.031.142.212}{3.520.000.000}$$

$$PI = 2,3$$

Dari perhitungan di atas diketahui bahwa nilai sebesar 2,3 atau  $PI > 1$ . Sehingga investasi PLTS atap *on-grid* layak untuk dijalankan di pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi.

#### 4.3.5 Penghematan Tagihan Listrik PLN

Pada tabel 3 menunjukkan penghematan pembayaran listrik PLN yang didapat oleh sebuah pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi dalam bentuk total PV penghematan selama 25 tahun setelah investasi PLTS atap *on-grid* terpasang adalah sebesar Rp 8.031.142.212.

### 5. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa investasi PLTS atap *on-grid* di pabrik minuman siap saji di Kabupaten Bekasi dengan menggunakan metode perhitungan DPP, NPV, IRR, dan PI dalam kategori layak untuk dilaksanakan. Hal ini dibuktikan oleh hasil dari *Discounted Payback Period* (DPP) yang lebih kecil dari umur proyek, hasil dari *Net Present Value* (NPV) positif atau lebih besar dari nol, hasil *Internal Rate of Return* (IRR) lebih besar dari nilai *discount rate* atau *return* yang ditentukan oleh perusahaan, hasil perhitungan metode *Profitabilitas index* (PI) lebih besar dari satu, dan terdapat penghematan tagihan listrik PLN yang diperoleh.

### 6. SARAN

Berdasarkan perhitungan DPP, NPV, IRR, dan PI investasi PLTS atap *on-grid* tersebut layak dan menguntungkan untuk dijalankan. Sehingga saran yang dapat diberikan kepada perusahaan minuman siap saji di Kabupaten Bekasi agar dapat merealisasikan dari pemasangan PLTS atap *on-grid* 466 kwp.

Selain itu, dikarenakan keterbatasan waktu dan data dari peneliti, metode yang dipergunakan atas analisis investasi tersebut hanya dari segi kelayakan dari suatu

investasi, belum dilengkapi dari analisis resiko dari suatu investasi. Untuk itu diperlukan adanya penelitian lebih lanjut tentang analisis investasi tersebut dari segi resiko.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Bhakti, H., Setiawan, B. I., & Soeroto, W. M. (2021). Analisa Kelayakan Investasi Spbu Mikrosite Indomobil Di Desa Grajagan. *Sebatik*, 25(2), 296–302. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v25i2.1547>
- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Marcus, A. J. (2020). *Fundamentals Of Corporate Finance (3rd Edition)*. In *McGraw-Hill*.
- Giatman, M. (2017). *Ekonomi Teknik*. Rajawali Pers.
- Hidayati, A. N. (2017). Investasi : Analisis dan Relevansinya dengan Ekonomi Islam. *Jurnal Ekonomi Islam*, 8(2), 227–242.
- Ikatan Akuntan Indonesia. (2019). *Modul Level Dasar (CAFB) Manajemen Keuangan*.
- Kariongan, Y. dan J. (2022). Perencanaan dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop dengan Sistem On Grid sebagai Catu Daya Tambahan pada RSUD Kabupaten Mimika. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6, 3763–3773. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/3453>
- Kementerian ESDM. (2018). Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2018 Tentang Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Aatap oleh Konsumen PT Perusahaan Listrik Negara. *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral*, 151(2), 10–17.
- Kementerian ESDM. (2019a). Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2019 Tentang Kapasitas Pembangkit Tenaga Listrik untuk Kepentingan Sendiri yang Dilaksanakan Berdasarkan Izin Operasi. *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral*, 151(2), 10–17.
- Kementerian ESDM. (2019b). Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral tentang Perubahan Mineral Nomor 16 Tahun 2019 Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2018. *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral*, 6.
- Kementerian ESDM. (2021). Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral No 26 Tahun 2021 Tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Yang terhubung Pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik Untuk Kepentingan Umum. *Berita Negara RI Tahun 2021 Nomor 948*, 1, 1–35.
- Kijo-Kleczkowska, A., Bruś, P., & Więciorkowski, G. (2022). Profitability analysis of a photovoltaic installation - A case study. *Energy*, 261(July). <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125310>
- Kurniawan, R. (2019). Analisis Studi Kelayakan Keuangan Sentra Peningkatan Performa Olahraga Indonesia (SP2OI) di Menara Mandiri. *Fairvalue: Jurnal Ilmiah Akutansi Dan Keuangan*, 2(1), 23–36.
- Mangiante, M. J., Whung, P. Y., Zhou, L., Porter, R., Cepada, A., Campirano, E., Licon, D., Lawrence, R., & Torres, M. (2020). Economic and technical assessment of rooftop solar photovoltaic potential in Brownsville, Texas, U.S.A. *Computers, Environment and Urban Systems*, 80(December 2019), 101450. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2019.101450>
- Mongkoldhumrongkul, K. (2023). Techno-economic analysis of photovoltaic rooftop system on car parking area in Rayong, Thailand. *Energy Reports*, 9, 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.10.421>
- Nugroho, Y. A. (2016). Analisis Tekno-Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya ( PLTS ) Di PT Pertamina ( Persero ) Unit Pengolahan IV Cilacap. *IEA Clean Coal Centre*, 11(9), Issue 18-4. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-12820-Presentation.pdf>
- 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(February), 100035. <https://doi.org/10.1016/j.solcom.2023.100035>
- 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*, . 76.
- Ridwan, A. F., Romli, Z., & Soeroto, W. M. (2022). Analisa Kelayakan Investasi Proyek Penggantian Secondary Crusher Pada Pt Berau Coal Site Binungan. *Sebatik*, 26(1), 1–8. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i1.1832>
- Siswanto, D., & Mujiyanto, S. (2019). *Outlook Energi Indonesia 2019*. 1–94. <https://doi.org/ISSN: 25273000>
- Wardana, F. K., Qomaruddin, M., & Mas Soeroto, W. (2021). Analisis Kelayakan Investasi Dengan Pendekatan Aspek Financial Dan Strategi Pemasaran Pada Program Ayam Petelur Di Bum Desa Bumi Makmur. *Sebatik*, 25(2), 318–325. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v25i2.1633>