



## *Analysis Of Rooftop Photovoltaic (PV) System Effectiveness for Building Electricity Bill Reduction*

### **Analisis Efektivitas PLTS Atap (Rooftop) Untuk Mengurangi Tagihan Listrik Bangunan**

Edo Prasetyo<sup>1\*</sup>, Khairul Dhuha<sup>2</sup>, Rizki Fadli<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Electrical Engineering Study Program, Al-Azhar University Medan

Corresponden E-Mail: <sup>1</sup> edoprasetyo251203@gmail.com, <sup>2</sup> Khairuldhuha1202@gmail.com, <sup>3</sup> rizkifadli1106t@gmail.com

*Paper: Received 23 June 2025 ; Fixed 25 June 2025; Approved 27 June 2025*  
*Corresponding Author: Edo Prasetyo*

#### **Abstrak**

Meningkatnya Tarif Dasar Listrik (TDL) menjadi beban signifikan bagi rumah tangga non-subsidi di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas dan kelayakan ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap sebagai solusi untuk mengurangi tagihan listrik. Dengan pendekatan metode campuran pada 25 rumah tangga berdaya 900 VA ke atas, penelitian ini mengkaji konsumsi energi aktual, merancang kapasitas sistem PLTS sesuai batasan regulasi, dan mengevaluasi metrik keekonomiannya. Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun biaya investasi awal cukup tinggi, berkisar antara Rp 16,5 juta hingga Rp 78,2 juta, PLTS Atap mampu memberikan penghematan tagihan bulanan yang sangat signifikan, antara 57% hingga 100%. Periode pengembalian investasi (*Payback Period*) juga terbukti menarik, yaitu berkisar antara 4,5 hingga 10 tahun, di mana sistem berkapasitas lebih besar menunjukkan waktu pengembalian yang lebih cepat. Studi ini mengidentifikasi bahwa hambatan utama adopsi bersifat finansial dan birokrasi. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa keberhasilan adopsi PLTS di masa depan sangat bergantung pada ketersediaan skema pembiayaan inovatif untuk meningkatkan aksesibilitas masyarakat.

Kata Kunci : PLTS Atap, Efisiensi Biaya, Kelayakan Ekonomi, Energi Terbarukan, Bangunan.

#### **Abstract**

*The rising Basic Electricity Tariff (TDL) poses a significant burden on non-subsidized households in Indonesia. This research aims to analyze the effectiveness and economic feasibility of Rooftop Photovoltaic (PV) Systems as a solution to reduce electricity bills. Using a mixed-method approach on 25 households with power capacities of 900 VA and above, this study examines actual energy consumption, designs appropriate PV system capacities according to regulatory limits, and evaluates their economic metrics. The analysis results show that despite a substantial initial investment cost, ranging from IDR 16.5 million to IDR 78.2 million, Rooftop PV can provide very significant monthly bill savings, between 57% and 100%. The investment Payback Period is also proven to be attractive, ranging from 4.5 to 10 years, with larger capacity systems demonstrating a faster return time. This study identifies that the main adoption barriers are financial and bureaucratic. Therefore, it is concluded that the success of future PV adoption will heavily depend on the availability of innovative financing schemes to improve public accessibility*

*Keyword: Rooftop Solar, Cost Efficiency, Economic Feasibility, Renewable Energy, Buildings.*

## 1. Introduction

Energi memegang peranan vital sebagai fondasi utama yang menopang seluruh aktivitas kehidupan masyarakat dan berfungsi sebagai motor penggerak pertumbuhan perekonomian di suatu daerah [1]. Dalam kehidupan modern, manifestasi utama dari energi ini adalah listrik, hampir semua aspek kehidupan tidak terlepas dari penggunaannya, terutama dalam lingkup bangunan yang kini ditandai dengan pemakaian beragam peralatan seperti kulkas, AC, mesin cuci, dan penanak nasi [2]. Tingginya permintaan energi listrik untuk menopang gaya hidup ini sayangnya masih bergantung pada sumber energi fosil konvensional yang cadangannya terbatas dan terus berkurang setiap tahun [3]. Lebih lanjut, ketergantungan ini juga berdampak langsung pada ekonomi bangunan melalui kenaikan Tarif Dasar Listrik (TDL), yang pada akhirnya dapat menurunkan daya beli serta standar hidup masyarakat.

Di Indonesia, tanggung jawab untuk penyediaan dan pengelolaan energi listrik bagi masyarakat diemban oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) atau yang lebih dikenal sebagai PLN [4]. Sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN), PLN memegang mandat untuk mengelola infrastruktur kelistrikan secara terintegrasi, mulai dari proses pembangkitan, transmisi, hingga distribusi listrik ke seluruh penjuru negeri, termasuk ke jutaan bangunan. Oleh karena itu, seluruh mekanisme terkait layanan, penetapan tarif, dan penggolongan pelanggan diatur sepenuhnya oleh perusahaan ini, menjadikannya figur sentral dalam dinamika kelistrikan nasional [5].

Dalam konteks penyediaan listrik di Indonesia, PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) mengklasifikasikan pelanggan bangunan ke dalam beberapa golongan tarif berdasarkan batasan daya listrik yang terpasang, yang diukur dalam satuan Volt-Ampere (VA) [6]. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia ada 13 golongan pelanggan PLN yang bervariasi [7]. Diantaranya :

**Table 1.** Golongan Pelanggan PLN

Jenis Golongan	Batas Daya
R-1/TR	900 VA
R-1/TR	1.300 VA
R-1/TR	2.200 VA
R-2/TR	3.500 – 5.500 VA
R-3/TR TM	> 6.600 VA
B-2/TR	6.600 VA – 200 kVA
B-3/TR TT	> 200 kVA
I-3/TM	> 200 kVA
I-4/TT	> 30.000 kVA
P-1/TR	6.600 VA – 200 kVA
P-2/TM	> 200 kVA
P-3/TR	-
L/TR TM TT	-

Implikasi dari klasifikasi ini sangat signifikan: semakin tinggi daya terpasang, semakin besar kapasitas penggunaan peralatan elektronik secara bersamaan, namun pelanggan tersebut juga masuk ke dalam kategori non-subsidi yang tarif per kilowatt-hour (kWh) nya lebih tinggi dan lebih rentan terhadap fluktuasi harga [8].

Kenaikan Tarif Dasar Listrik (TDL) bukanlah fenomena yang terjadi secara acak, melainkan hasil dari mekanisme penyesuaian tarif (*tariff adjustment*) yang dipengaruhi oleh berbagai faktor makroekonomi [9]. Tiga indikator utama yang menjadi acuan pemerintah dalam menetapkan TDL untuk golongan non-subsidi adalah nilai tukar Dolar Amerika terhadap Rupiah, harga minyak mentah Indonesia (*Indonesian Crude Price/ICP*), dan tingkat inflasi. Ketika harga energi primer di pasar global naik atau nilai tukar Rupiah melemah, biaya produksi listrik oleh PLN akan membengkak [10]. Beban biaya ini kemudian diteruskan kepada pelanggan non-subsidi melalui penyesuaian TDL secara berkala. Akibatnya, masyarakat dari golongan ini menghadapi ketidakpastian biaya energi bulanan yang terus merangkak naik, memperkuat tekanan ekonomi yang telah disebutkan sebelumnya.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas, tarif listrik PLN untuk bangunan pada tahun 2025 divisualisasikan dalam sebuah diagram perbandingan [11]. Yang disajikan sebagai berikut :



**Gambar 1** Grafik Harga Golongan Pelanggan Bangunan

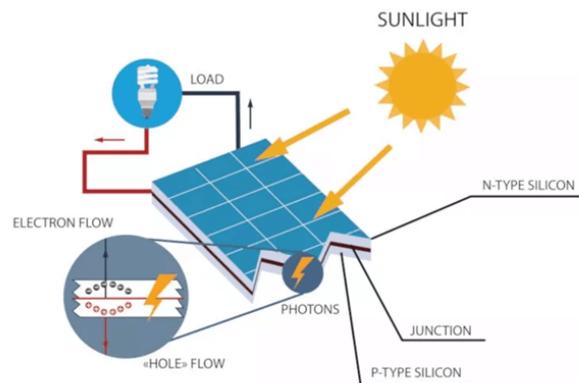
Menjawab tantangan ganda tersebut, pengembangan sumber energi terbarukan atau energi alternatif menjadi fokus utama di berbagai belahan dunia. Berbagai solusi telah dieksplorasi untuk menggantikan ketergantungan pada fosil, mulai dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang memanfaatkan aliran sungai deras, energi panas bumi (geothermal) yang mengekstraksi uap dari inti bumi sebuah potensi besar bagi negara di Cincin Api Pasifik seperti Indonesia hingga tenaga angin yang mengubah energi kinetik menjadi listrik melalui turbin raksasa. Di antara berbagai pilihan ini, energi surya yang mengkonversi radiasi matahari menjadi listrik melalui sel fotovoltaik, menunjukkan potensi paling menonjol untuk aplikasi skala bangunan. Sifatnya yang modular, kemudahan instalasi di atap rumah, dan tren biaya teknologi yang terus menurun menjadikannya kandidat utama sebagai solusi energi yang bersih dan ekonomis bagi masyarakat luas [12].

Pemanfaatan energi surya melalui instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap, yang dikenal luas sebagai panel surya, merupakan salah satu solusi efektif untuk mereduksi biaya tagihan listrik bulanan pada skala bangunan. Secara mendasar, panel surya terdiri dari sel-sel fotovoltaik yang berfungsi menangkap energi sinar matahari dan mengubahnya secara langsung menjadi arus listrik searah (DC). Arus DC ini kemudian dialirkan ke sebuah perangkat bernama inverter, yang bertugas mengkonversinya menjadi arus bolak-balik (AC) sehingga dapat digunakan untuk menyalakan berbagai peralatan listrik di rumah [13]. Meskipun teknologinya sudah matang, masih banyak masyarakat yang ragu untuk mengadopsinya karena persepsi biaya investasi awal yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kelayakan ekonomi secara komprehensif terhadap implementasi PLTS Atap, yang mencakup estimasi potensi penghematan bulanan serta perhitungan periode titik impas (*payback period*) sebagai tolok ukur kelayakan investasi bagi bangunan di Indonesia.



**Gambar 2** Rooftop Panel Surya

Secara struktural, sebuah panel surya merupakan rangkaian seri dari sejumlah sel surya, di mana setiap sel yang umumnya terbuat dari material semikonduktor seperti silikon berfungsi untuk mengkonversi energi dari cahaya matahari menjadi listrik. Besarnya daya listrik yang mampu dihasilkan oleh panel ini sangat ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu intensitas radiasi surya yang diterima, total luas permukaan, serta suhu operasional panel itu sendiri. Berlandaskan prinsip kerja ini, energi surya kini menjadi solusi strategis untuk mengatasi beban biaya akibat kenaikan tarif listrik konvensional, terutama bagi pelanggan non-subsidi. Keunggulan utamanya terletak pada sumber energinya yang tak terbatas dan tanpa biaya, yaitu radiasi matahari. Potensi ini menjadi sangat signifikan bagi Indonesia, yang secara geografis berada di garis khatulistiwa dan diberkahi dengan iradiasi surya melimpah, dengan rata-rata intensitas mencapai  $4.8 \text{ kWh/m}^2$  per hari di seluruh wilayahnya [14]. Berikut adalah contoh cara kerja panel surya.



**Gambar 3** Cara Kerja Panel Surya

Dalam kajian terdahulu telah mengonfirmasi kelayakan investasi PLTS Atap dengan memproyeksikan potensi penghematan jangka panjang yang signifikan, mencapai sekitar Rp 22.800.000 selama 20 tahun masa pakai sistem. Proyeksi ini didasarkan pada temuan penghematan rata-rata bulanan sebesar Rp 100.000, yang berasal dari penurunan beban tagihan dari kisaran awal Rp 300.000-Rp 400.000 menjadi Rp 200.000-Rp 300.000 pasca-instalasi. Hebatnya, studi tersebut juga mengindikasikan bahwa titik impas atau pengembalian modal investasi dapat tercapai dalam periode yang sangat singkat, yaitu hanya satu tahun [16].

Studi lain dengan pendekatan berbeda, yang berfokus pada proyeksi biaya jangka panjang, memberikan bukti serupa. Dalam sebuah analisis pada rumah tipe 86, diperkirakan total biaya listrik selama 25 tahun akan mencapai Rp 670.831.098 jika sepenuhnya bergantung pada jaringan konvensional. Sebagai perbandingan, total biaya dengan mengimplementasikan sistem panel surya diestimasi hanya sebesar Rp 415.696.441. Perbandingan ini secara jelas menunjukkan potensi penghematan absolut mencapai Rp 255.134.656, atau setara dengan efisiensi biaya hingga 52% selama periode tersebut [17].

Penelitian lain mengenai kelayakan ekonomi instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap di Thailand. Dalam penelitian tersebut, ditemukan bahwa penerapan skema *Feed-in Tariff* (FiT) secara signifikan memperbaiki indikator keekonomian. Menariknya, semua variasi ukuran PLTS Atap yang menggunakan skema FiT menunjukkan hasil yang seragam, yaitu *Discounted Payback Period* (DPP) selama 6,1 tahun, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 15%, dan *Profitability Index* (PI) senilai 2,57. Nilai-nilai ini terbukti lebih unggul dibandingkan dengan skenario instalasi tanpa skema FiT. Meskipun demikian, studi tersebut juga menekankan bahwa instalasi berkapasitas lebih besar mampu memproduksi total energi listrik yang lebih banyak, sehingga pada akhirnya dapat memberikan manfaat ekonomi yang lebih optimal bagi penggunaanya [18].

Studi terkait di Vietnam mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang mempengaruhi periode pengembalian modal sistem PLTS Atap. Dengan asumsi biaya investasi 666,4 USD/kWp, periode pengembalian dapat bervariasi dari 43 bulan (jika seluruh energi dikonsumsi sendiri) hingga 131 bulan (jika seluruh energi dijual ke jaringan). Para peneliti menyimpulkan bahwa hasil studi mereka dapat dimanfaatkan baik oleh konsumen untuk perencanaan kapasitas sistem, maupun oleh pemerintah sebagai landasan dalam penetapan kebijakan *feed-in tariff* di masa mendatang [19].

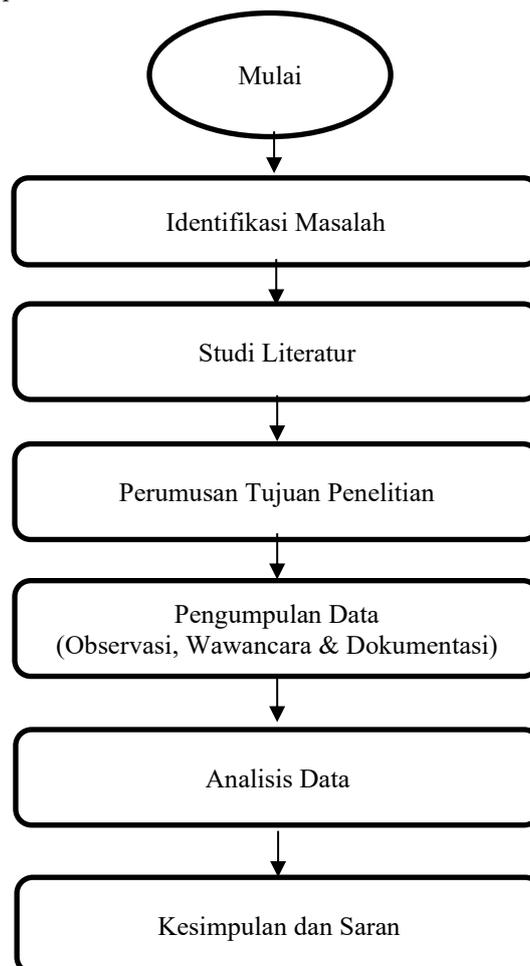
Lebih jauh, efektivitas implementasi PLTS Atap sangat berkorelasi dengan tingkat konsumsi listrik sebuah bangunan. Secara umum, semakin tinggi konsumsi listrik bulanan, semakin besar pula potensi penghematan

yang bisa diraih. Dalam konteks ini, kelompok pengguna yang paling diuntungkan adalah pelanggan dengan daya terpasang 900 VA atau lebih. Studi pendahuluan menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi energi untuk segmen ini berada pada rentang 250-400 kWh per bulan, sebuah angka yang cukup besar untuk membuat dampak dari produksi energi PLTS terasa signifikan pada tagihan akhir [16][17].

Dengan demikian, untuk menjembatani antara potensi teoretis energi surya yang menjanjikan dan kebutuhan praktis masyarakat akan solusi penghematan, maka fokus utama dari penelitian ini adalah menyajikan sebuah studi kelayakan (*feasibility study*) yang komprehensif dan membumi. Penelitian ini secara spesifik akan mengevaluasi implementasi PLTS Atap pada bangunan, dengan menganalisis data konsumsi aktual yang diperoleh dari survei lapangan. Hasilnya diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai potensi reduksi tagihan listrik dan proyeksi keuntungan jangka panjang, sehingga dapat menjadi panduan yang valid dan terpercaya bagi warga dalam mengambil keputusan untuk beralih ke sumber energi yang lebih bersih dan ekonomis [20].

## 2. Research Methodology

Penelitian ini menerapkan pendekatan deskriptif dengan metode campuran (kuantitatif-kualitatif). Subjek penelitian adalah 25 bangunan pelanggan PLN dengan daya 900 VA ke atas yang dipilih melalui *purposive sampling*. Data primer dikumpulkan melalui survei untuk mendapatkan data tagihan listrik dan inventaris elektronik; wawancara semi-terstruktur untuk menggali pola konsumsi dan persepsi terhadap PLTS; serta observasi untuk menilai kondisi atap. Analisis kuantitatif dilakukan untuk menghitung rata-rata konsumsi, potensi penghematan, dan periode pengembalian investasi (*payback period*), sementara analisis kualitatif digunakan untuk mengidentifikasi tema-tema kunci terkait minat dan hambatan adopsi dari hasil wawancara. Berikut adalah diagram alir penelitian.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

Bagan alir tersebut mengilustrasikan secara visual seluruh tahapan penelitian yang telah dilaksanakan secara sistematis, mulai dari tahap persiapan hingga analisis data, untuk menjamin perolehan hasil yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan.

### 3. Results and Discussion

Salah satu permasalahan utama yang dihadapi oleh pengguna listrik di Indonesia, khususnya pada segmen pelanggan nonsubsidi, adalah beban biaya bulanan yang cenderung meningkat seiring waktu. Hal ini seringkali disebabkan oleh penyesuaian Tarif Dasar Listrik (TDL) yang dipengaruhi oleh fluktuasi harga energi primer global dan nilai tukar rupiah. Dampak dari kondisi makro ini terasa langsung di tingkat bangunan, sebagaimana tercermin dalam temuan penelitian. Hasil observasi di sajikan ke dalam tabel berikut ini

**Table 2.** Penggunaan Alat Listrik Pada Bangunan Berdasarkan Golongan

Daya Listrik	Energi Harian	Energi Bulanan
900 VA	3,4 kWh	102 kWh
1300 VA	6,9 kWh	207 kWh
2200 VA	11,5 kWh	345 kWh
3500 VA	24,3 kWh	729 kWh
6600 VA ke atas	48,7 kWh	1461 kWh

Profil ini mencerminkan gaya hidup modern dengan banyak peralatan elektronik yang aktif, yang berarti ada konsumsi listrik yang cukup besar bahkan di siang hari (misalnya kulkas, dispenser, pompa air, dan mungkin aktivitas bekerja dari rumah). Dengan table ini juga kita bisa menghitung berapa biaya rata – rata yang dibutuhkan untuk membayar tagihan listrik pada rumah dengan daya 900 VA atau lebih, biaya yang dibutuhkan adalah :

**Table 3.** Tagihan Listrik Pada Bangunan Berdasarkan Golongan

Daya Listrik	Energi Bulanan	Tarif (Rp/kWh)	Tagihan Per Bulan
900 VA	102 kWh	Rp 1.352,00	Rp 137.904
1300 VA	207 kWh	Rp 1.444,70	Rp 299.053
2200 VA	345 kWh	Rp 1.444,70	Rp 498.422
3500 VA	729 kWh	Rp 1.699,53	Rp 1.238.957
6600 VA ke atas	1461 kWh	Rp 1.699,53	Rp 2.482.993

Dengan telah ditetapkannya *baseline* biaya tagihan listrik per bulan, analisis beralih pada perancangan kapasitas sistem PLTS Atap. Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan ukuran sistem yang paling efektif dalam mengimbangi beban konsumsi listrik, khususnya pada periode siang hari. Perhitungan ini didasarkan pada patokan praktis untuk kondisi iklim di Indonesia, di mana 1 kWp (kilowatt-peak) sistem PLTS rata-rata menghasilkan 3,5 kWh energi per hari. Angka ini merupakan estimasi konservatif yang telah memperhitungkan faktor cuaca seperti hari berawan. Maka kapasitas PLTS yang dibutuhkan adalah :

**Table 4.** Kapasitas PLTS Pada Bangunan Berdasarkan Golongan

Daya Listrik	Energi Harian	Kapasitas Diperlukan	Rekomendasi Kapasitas Praktis
900 VA	3,4 kWh	~ 1,01 kWp	0,9 kWp
1300 VA	6,9 kWh	~ 2,05 kWp	1,3 kWp
2200 VA	11,5 kWh	~ 3,42 kWp	2,2 kWp
3500 VA	24,3 kWh	~ 7,23 kWp	3,5 kWp
6600 VA ke atas	48,7 kWh	~ 14,49 kWp	6,6 kWp

Tabel ini menunjukkan bahwa implementasi PLTS Atap dihadapkan pada batasan kapasitas terpasang sesuai regulasi, yang secara praktis membatasi potensi offset energi di bawah tingkat kebutuhan konsumsi puncak pengguna.

Berikutnya adalah perkiraan biaya untuk instalasi system PLTS Atap, untuk total estimasi dapat dilihat pada tabel berikut :

**Table 5.** Estimasi Biaya Instalasi

Daya Listrik	Kapasitas Praktis	Total Estimasi Biaya
900 VA	0,9 kWp	Rp 16.550.000
1300 VA	1,3 kWp	Rp 22.850.000
2200 VA	2,2 kWp	Rp 34.650.000
3500 VA	3,5 kWp	Rp 43.750.000
6600 VA ke atas	6,6 kWp	Rp 78.200.000

Hasil estimasi biaya menunjukkan bahwa investasi awal untuk instalasi sistem PLTS Atap berkisar dari Rp 16,5 juta untuk kapasitas terkecil (0,9 kWp) hingga Rp 78,2 juta untuk kapasitas yang lebih besar (6,6 kWp). Biaya ini merupakan akumulasi dari beberapa komponen utama, di mana harga panel surya dan inverter menjadi kontributor terbesar, ditambah dengan biaya material pendukung dan jasa instalasi profesional. Angka ini berfungsi sebagai proyeksi modal yang skalanya sangat ditentukan oleh kapasitas sistem (kWp) yang dipasang, yang pada akhirnya disesuaikan dengan kebutuhan energi dan batasan daya dari PLN.

Guna mengukur manfaat finansial dari investasi PLTS Atap secara kuantitatif, tabel di bawah ini menyajikan potensi penghematan tagihan listrik bulanan yang dapat direalisasikan oleh masing-masing golongan pelanggan.

**Table 6.** Ringkasan Estimasi Penghematan Tagihan

Daya Listrik	Estimasi Tagihan Maks (Non-PLTS)	Estimasi Penghematan Bulanan	Estimasi Penghematan (%)
900 VA	Rp 137.904	~Rp 153.317	~100%
1300 VA	Rp 299.053	~Rp 236.642	~79,1%
2200 VA	Rp 498.422	~Rp 400.464	~80,3%
3500 VA	Rp 1.238.957	~Rp 749.493	~60,5%
6600 VA ke atas	Rp 2.482.993	~Rp 1.413.314	~56,9%

Hasil analisis finansial menunjukkan bahwa instalasi PLTS Atap memberikan penghematan signifikan pada semua golongan pelanggan, berkisar antara 57% hingga 100% dari tagihan bulanan. Persentase penghematan tertinggi dialami oleh golongan pelanggan daya rendah (900-2200 VA), di mana kapasitas PLTS yang diizinkan oleh regulasi relatif sepadan dengan tingkat konsumsi mereka. Sebaliknya, pada golongan daya tinggi (3500 VA ke atas), persentase penghematan menurun akibat adanya kesenjangan antara kebutuhan energi yang masif dengan batasan kapasitas instalasi, sehingga peran PLTS bergeser dari substitusi energi total menjadi mekanisme *offset* biaya yang substansial.

Untuk melengkapi evaluasi keekonomian, langkah terakhir adalah menghitung periode pengembalian modal atau *Payback Period*. Tabel di bawah ini merangkum hasil perhitungan tersebut, yang secara efektif menunjukkan seberapa cepat investasi pada sistem PLTS Atap dapat kembali, berdasarkan penghematan yang dihasilkan untuk masing-masing golongan pelanggan.

**Table 7.** Ringkasan Estimasi *Payback Period*

Daya Listrik	Total Investasi	Penghematan Tahunan	Estimasi Payback Period
900 VA	Rp 16.550.000	~Rp 1.655.000	~10 tahun, 0 bulan
1300 VA	Rp 22.850.000	~Rp 2.840.000	~8 tahun, 1 bulan
2200 VA	Rp 34.650.000	~Rp 4.806.000	~7 tahun, 3 bulan
3500 VA	Rp 43.750.000	~Rp 8.994.000	~4 tahun, 10 bulan
6600 VA ke atas	Rp 78.200.000	~Rp 16.960.000	~4 tahun, 7 bulan

Tabel estimasi *Payback Period* menyajikan temuan akhir yang paling signifikan dari analisis keekonomian ini. Teridentifikasi sebuah tren yang jelas: periode pengembalian modal berbanding terbalik dengan skala investasi dan kapasitas sistem. Pelanggan golongan daya tinggi (3500 VA ke atas), meskipun memerlukan investasi awal terbesar, justru mencapai titik impas (*break-even point*) paling cepat, yakni di bawah 5 tahun. Hal ini disebabkan oleh besarnya nilai penghematan absolut (dalam Rupiah) per tahun yang mampu menutupi biaya investasi secara agresif. Secara keseluruhan, dengan rentang *payback period* antara 4,5 hingga 10 tahun untuk

aset berumur 20-25 tahun, hasil ini mengonfirmasi bahwa investasi PLTS Atap merupakan pilihan yang sangat layak secara finansial di semua segmen pelanggan.

Meskipun terbukti sangat menguntungkan, adopsi PLTS Atap dihadapkan pada dua tantangan utama yang sering menjadi pertimbangan calon pengguna yaitu :

- Hambatan Finansial

Biaya modal di muka yang mencapai puluhan juta Rupiah tetap menjadi rintangan utama, meskipun pengembaliannya cepat. Terbatasnya produk kredit atau pinjaman dari perbankan yang dirancang khusus untuk pembiayaan PLTS memaksa pengguna untuk mengandalkan dana pribadi.

- Hambatan Birokrasi dan Regulasi

Prosedur pendaftaran ke PLN, termasuk verifikasi dan penerbitan Sertifikat Laik Operasi (SLO), seringkali dianggap memakan waktu dan kompleks bagi pengguna awam. Potensi adanya perubahan kebijakan di masa depan terkait skema jual-beli listrik (ekspor-impor) dapat menciptakan risiko dan mempengaruhi perhitungan keuntungan jangka panjang yang telah dibuat.

Untuk mengatasi tantangan biaya investasi awal PLTS Atap, kini telah tersedia berbagai solusi pembiayaan. Opsi paling umum adalah melalui skema cicilan, baik yang ditawarkan langsung oleh vendor instalatur maupun melalui fasilitas kredit dari perbankan. Selain itu, berkembang pula model alternatif di mana masyarakat tidak perlu mengeluarkan modal sama sekali. Melalui skema sewa (*leasing*) atau perjanjian jual beli listrik (PPA), pihak ketiga akan memasang dan memiliki aset PLTS, sementara pemilik rumah hanya membayar biaya bulanan atau per kWh dengan tarif yang lebih murah dari PLN. Inisiatif lain yang efektif adalah pembelian secara kolektif oleh komunitas untuk menekan harga. Dengan beragamnya metode ini, akses untuk memanfaatkan energi surya menjadi jauh lebih ringan dan realistis bagi lebih banyak kalangan.

Pada akhirnya, semua data mulai dari biaya, penghematan, hingga periode pengembalian modal mengarah pada satu kesimpulan: PLTS Atap adalah pilihan yang rasional dan menguntungkan. Kendati ada hambatan, informasi dalam pembahasan ini sudah lebih dari cukup untuk menjadi bekal awal dalam mengambil langkah selanjutnya, yaitu berkonsultasi dengan instalatur profesional untuk merealisasikan investasi energi bersih ini.

#### 4. Kesimpulan

Implementasi PLTS Atap terbukti sangat efektif dan layak secara finansial untuk mengurangi beban tagihan listrik bagi rumah tangga dengan daya 900 VA ke atas. Sistem ini menunjukkan potensi penghematan tagihan bulanan yang sangat signifikan, berkisar antara 57% hingga 100% , dengan periode pengembalian investasi (*Payback Period*) yang menarik, yaitu antara 4,5 hingga 10 tahun. Teridentifikasi pula bahwa pelanggan dengan daya terpasang lebih besar mencapai titik impas investasi dalam waktu yang lebih singkat karena skala ekonomi dari penghematan absolut yang masif.

Meskipun demikian, kelayakan ekonomi ini dihadapkan pada dua tantangan utama yang bersifat non-teknis. Hambatan pertama adalah biaya investasi awal yang tinggi, berkisar antara Rp 16,5 juta hingga Rp 78,2 juta , yang menjadi rintangan finansial utama. Hambatan kedua adalah tantangan birokrasi, termasuk proses perizinan ke PLN yang dianggap kompleks serta adanya potensi ketidakpastian regulasi di masa depan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa jurang terbesar dalam adopsi PLTS Atap di tingkat rumah tangga bukanlah pada kelayakan teknologinya, melainkan pada aspek aksesibilitas finansial. Keberhasilan implementasi di masa depan akan sangat bergantung pada ketersediaan skema pembiayaan yang inovatif dan meringankan, seperti cicilan, sewa, atau PPA, untuk menjembatani antara potensi penghematan jangka panjang dengan kemampuan investasi awal masyarakat.

#### 5. References

- [1] Z. H. Siregar *Et Al.*, “Pengembangan Aliran Sungai Sebagai Potensi Pembangkit Listrik Mikro Hidro Serta Edukasi Dan Akulturasi Di Desa Meranti Tengah Dusun Batu Rangin Kecamatan Pintu Pohan Meranti Kabupaten Tobasa,” *J. Derma Pengabdian. Dosen Perguru. Tinggi (Jurnal Deputy)*, Vol. 4, No. 1, Pp. 264–269, 2024, Doi: 10.54123/Deputi.V4i1.325.
- [2] Z. Zaini And D. Darwison, “Pemanfaatan Tenaga Matahari Sebagai Sumber Energi Pada Usaha Laundry Untuk Mengurangi Pembayaran Listrik Pln,” *J. Hilirisasi Ipteks*, Vol. 2, No. 1, Pp. 70–78, 2019, Doi: 10.25077/Jhi.V2i1.341.

- [3] Z. Hasrudy Siregar, Indriyani, P. Da Silva, A. Maulana, D. Sarwedi, And A. Ramadhan, "Variasi Campuran Ethanol Pada Bahan Bakar Ron 95 Dan Ron 90 Di Mesin Motor 4 Langkah," No. March, 2023, [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Zufri-Siregar/publication/369116516\\_Lampung\\_35151\\_3\\_Prodi\\_Teknik\\_Mesin\\_Fakultas\\_Teknologi\\_Industri/links/640a9dd0315dfb4cce696114/Lampung-35151-3-Prodi-Teknik-Mesin-Fakultas-Teknologi-Industri.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Zufri-Siregar/publication/369116516_Lampung_35151_3_Prodi_Teknik_Mesin_Fakultas_Teknologi_Industri/links/640a9dd0315dfb4cce696114/Lampung-35151-3-Prodi-Teknik-Mesin-Fakultas-Teknologi-Industri.pdf)
- [4] B. Setiadi And J. Wahyudi, "Aplikasi Monitoring Pengaduan Dan Keluhan Pelanggan Pada Pt. Pln (Persero) Area Banjarmasin Berbasis Web," *Technol. J. Ilm.*, Vol. 11, No. 4, P. 234, 2020, Doi: 10.31602/Tji.V11i4.3646.
- [5] R. Salis And D. Suhendro, "Prediksi Pelanggan Listrik Menurut Jenis Pelanggan Pada Pt. Pln (Persero) Up3 Pematang Siantar Menggunakan Metode Backpropagation," *Jitet (Jurnal Inform. Dan Tek. Elektro Ter.)*, Vol. 12, No. 1, 2024, Doi: <http://dx.doi.org/10.23960/jitet.V12i1.3643>.
- [6] L. Irawanti, "Klasifikasi Status Penyelesaian Masalah Kelistrikan Pelanggan Pln Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor ( Knn )," Vol. 16, No. 2, Pp. 297–306, 2024, [Online]. Available: <https://informatika.universitadumai.ac.id/index.php/path/article/download/728/253>
- [7] Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral, "Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 28 Tahun 2016," 2016.
- [8] D. T. Andini, "Analisis Kesesuaian Tarif Aktual Terhadap Tarif Atas Dasar Harga Pokok Penjualan Studi Pada Pt Pln (Persero) Wilayah Ntb," *Pensa J. Pendidik. Dan Ilmu Sos.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 184–194, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/pensa/article/download/877/603>
- [9] A. Rahel, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Daya Listrik Rumah Tangga Di Kota Manado," *J. Berk. Ilm. Efisiensi*, Vol. 23, No. 1, Pp. 133–144, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/V3/index.php/jbie/article/view/45311%0ahttps://ejournal.unsrat.ac.id/V3/index.php/jbie/article/download/45311/40872>
- [10] M. S. Simamora And S. Siregar, "Analysis Of Factors Affecting Electricity Sales At Pln Ulp Medan Timur." *J. Akuntansi, Manaj. Dan Bisnis Digit.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 165–176, 2022, Doi: 10.37676/jambd.V1i2.2395.
- [11] Pln, "Tarif Adjustment April - June 2025." Accessed: Jun. 26, 2025. [Online]. Available: <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2025/04/whatsapp-image-2025-04-20-at-7.47.21-pm.jpeg>
- [12] Z. H. Siregar, M. Mawardi, And P. Rigitta, "Pengembangan Dan Potensi Green Technology Sebagai Energi Masa Depan Di Masyarakat," *J. Derma Pengabd. Dosen Perguru. Tinggi (Jurnal Deputi)*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–5, 2021, Doi: 10.54123/deputi.V1i1.51.
- [13] R. Sulistyowati, A. Fadholi, I. T. Adhi, And T. Surabaya, "Optimalisasi Panel Surya Untuk Skala Rumah Tangga," *Snestik Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, Dan Tek. Inform.*, Pp. 11–20, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.itats.ac.id/snestikdanhttps://snestik.itats.ac.id>
- [14] S. H. Kiki, U. Prayogi, And B. Y. Dewantara, "Perancangan Tata Letak Mesin Pendingin Dan Instalasi Panel Surya Sebagai Supply Daya Sistem Pendingin Ruang Muat Kapal Ikan Km. Jaya Putra," *J. Tek. Elektro Uniba (Jie Uniba)*, Vol. 7, No. 1, Pp. 255–260, 2022, Doi: 10.36277/jteuniba.V7i1.163.
- [15] M. Idris, "Rancang Panel Surya Untuk Instalasi Penerangan Rumah Sederhana Daya 900 Watt," *J. Elektron. List. Dan Teknol. Inf. Terap.*, Vol. 1, No. 1, P. 17, 2020, Doi: 10.37338/E.V1i1.94.
- [16] Z. Taro, "Jesce (Journal Of Electrical And System Control Engineering) Analisis Biaya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Atap Skala Rumah Tangga Analysis Of Household Scale Solar Power Plant Roof Costs," *Jesce*, Vol. 3, No. 2, P. 2020, 2020, [Online]. Available: <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jesce>
- [17] E. Sulistiawati And B. E. Yuwono, "Analisis Tingkat Efisiensi Energi Dalam Penerapan Solar Panel Pada Atap Rumah Tinggal," *Pros. Semin. Intelekt. Muda*, Vol. 1, No. 2, Pp. 325–330, 2019, Doi: 10.25105/psia.V1i2.6658.
- [18] S. Yoomak, T. Patcharoen, And A. Ngaopitakkul, "Performance And Economic Evaluation Of Solar Rooftop Systems In Different Regions Of Thailand," *Sustain.*, Vol. 11, No. 23, Pp. 1–20, 2019, Doi: 10.3390/su11236647.
- [19] X. C. Ngo And N. Y. Do, "The Impact Of Electrical Energy Consumption On The Payback Period Of A Rooftop Grid-Connected Photovoltaic System: A Case Study From Vietnam," *Int. J. Renew. Energy Dev.*, Vol. 11, No. 2, Pp. 581–589, 2022, Doi: 10.14710/ijred.2022.42981.
- [20] M. Y. Pohan, D. Pinayungan, M. F. Zambak, S. Hardi, S. Rohana, And E. Warman, "Analisa Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Rumah Tinggal Di Pondok 6," *Semin. Soc. Sci. Eng. Hum.*, 2021, [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Doni-Pinayungan/publication/378660034\\_Analisa\\_Perancangan\\_Pembangkit\\_Listrik\\_Tenaga\\_Surya\\_Pada\\_Rumah\\_Tinggal\\_Di\\_Pondok\\_6/links/65e3120dc3b52a117006a7f8/Analisa-Perancangan-Pembangkit-Listrik-Tenaga-Surya-Pada-Rumah-Tin](https://www.researchgate.net/profile/Doni-Pinayungan/publication/378660034_Analisa_Perancangan_Pembangkit_Listrik_Tenaga_Surya_Pada_Rumah_Tinggal_Di_Pondok_6/links/65e3120dc3b52a117006a7f8/Analisa-Perancangan-Pembangkit-Listrik-Tenaga-Surya-Pada-Rumah-Tin)