

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara kepulauan. Jumlah pulau di Indonesia mencapai 17.504 dengan total penduduk 267 juta dan terus meningkat setiap tahunnya. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), peningkatan jumlah penduduk berbanding lurus dengan kebutuhan listrik. Berdasarkan pengamatan BPS, rasio elektrifikasi di Indonesia pada tahun 2023 telah mencapai 99.78%. Ditargetkan pada tahun 2024, seluruh rumah tangga di Indonesia dapat menikmati aliran listrik, baik rasio elektrifikasi dan rasio desa berlistrik mencapai 100%. Jumlah rumah tangga yang belum berlistrik diproyeksikan sebanyak 185.662 rumah tangga. Sementara sebanyak 140 desa belum dialiri listrik. Lebih jauhnya, menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) kapasitas pembangkit tenaga listrik yang dimiliki negara yakni Perusahaan Listrik Negara (PLN) telah mensuplai kebutuhan pengguna listrik di Indonesia dengan +67% berasal dari sumber energi tidak terbarukan dan 6,2% sumber energi terbarukan.

Wilayah	Rasio Elektrifikasi	
	2021	2022
Indonesia	99,45	99,63

Gambar 1.1 Rasio Elektrifikasi 2021 – 2022

Sumber : Statistik Ketenagalistrikan dan Direktorat Pembinaan Program Gatrik,  
Ditjen Gatrik, Kementerian ESDM (6 Mei 2024)

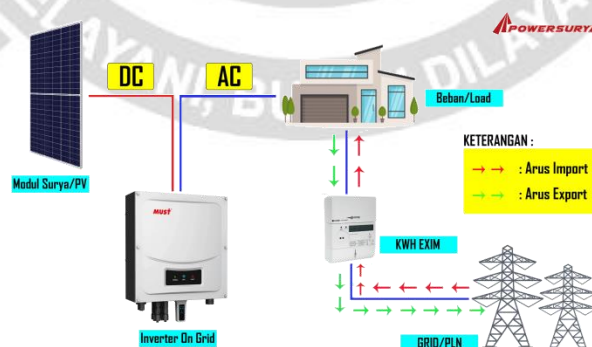
Pemerintah Indonesia telah mendorong pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap melalui Permen ESDM no. 26 tahun 2021, untuk mencapai target energi nasional sebesar 23% pada 2025. Dalam peraturan tersebut diatur besaran kapasitas, instalasi, dan tarif ekspor impor listrik dengan PLN. Dengan aturan tersebut maka pengguna atau konsumen dari PLN dapat melakukan ekspor impor energi listrik dari energi PLTS Atap yang dihasilkan. Di Indonesia sendiri potensi energi memiliki potensi sumber daya energi terbarukan yang signifikan lebih dari 3.600 Giga Watt (GW) dimana potensi surya lebih dari 3.200 GW, namun pemanfaatan saat ini hanya sekitar 200 Mega Watt.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem yang dapat mengubah energi dari sinar matahari menjadi listrik. Energi matahari ini dapat dimanfaatkan secara langsung sebagai energi panas atau melalui sel fotovoltaik dalam panel surya dan kaca fotovoltaik transparan. Teknologi fotovoltaik (PV), yang sering disebut solar-electric, mengubah sinar matahari langsung menjadi listrik. PV dapat menghasilkan listrik dalam bentuk arus searah (DC) atau diubah menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan inverter untuk digunakan di bangunan perumahan dan komersial, termasuk untuk daya lampu keamanan dan sistem pendingin. Menurut Ardian (2021), teknologi PV saat ini juga digunakan untuk berbagai aplikasi seperti pemompaan air, penerangan jalan, dan sebagai PLTS atap guna mengurangi biaya energi.

Menurut Safitri et al. (2019), ada dua jenis panel surya yang umum ditemukan di pasaran, yaitu panel monokristalin dan polikristalin. Selain itu, terdapat juga panel jenis thin film yang kurang umum digunakan. Panel surya monokristalin dibuat dari wafer silikon yang dipotong dari kristal tunggal, sehingga disebut monokristalin. Jenis panel ini biasanya menawarkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan panel polikristalin karena menggunakan silikon dengan kemurnian lebih tinggi. Panel surya polikristalin juga terbuat dari silikon, tetapi sel surya ini dibuat dengan melebur banyak fragmen silikon, bukan dari satu kristal silikon tunggal. Meskipun efisiensi panel polikristalin biasanya lebih rendah dibandingkan dengan panel monokristalin, harganya cenderung lebih ekonomis.

Meteran EXIM, atau kWh EXIM, adalah meteran khusus yang dipasang oleh PLN bagi pelanggan yang menggunakan PLTS dengan sistem on-grid, yang terhubung ke jaringan PLN. Meteran ini memungkinkan pelanggan untuk mengekspor kelebihan listrik yang dihasilkan oleh PLTS. Meteran EXIM mengukur arus listrik yang masuk dari jaringan distribusi PLN ke konsumen, serta arus yang keluar dari sistem PLTS Atap ke jaringan distribusi PLN. Selain itu, meteran ini dilengkapi dengan fitur-fitur yang memungkinkan pemilik rumah untuk melihat kapasitas daya yang digunakan, jumlah daya yang diekspor, jumlah daya yang diimpor, dan informasi lainnya. Setiap akhir bulan, PLN akan menghitung tagihan listrik konsumen berdasarkan angka yang tertera pada meteran kWh EXIM.

PLN memasang kWh meter khusus yang disebut kWh ekspor-impor atau meteran EXIM pada sistem PLTS atap. Meteran EXIM ini berfungsi untuk mencatat jumlah daya yang diekspor oleh pemilik rumah ke PLN dan daya yang dikonsumsi dari PLN. PLN mencatat selisih antara kelebihan listrik yang dihasilkan oleh panel surya dan daya yang dikonsumsi untuk kemudian dihitung dalam tagihan listrik pelanggan.



**Gambar 1.2 Cara Kerja Meteran EXIM**

Sumber: <https://www.powersurya.co.id/plts-ongrid>

Secara sederhana, cara kerja sistem ini adalah panel surya akan memproduksi listrik pada siang hari ketika cuaca cerah. Listrik yang dihasilkan oleh panel surya akan digunakan oleh pelanggan. Jika ada kelebihan daya, listrik tersebut akan dikirim ke jaringan distribusi PLN sebagai tabungan listrik. Pada malam hari atau ketika cuaca berawan atau hujan, pelanggan akan mengonsumsi listrik dari PLN, mengurangi jumlah kelebihan listrik yang telah dikirim ke jaringan distribusi.

Sebagai tanggapan terhadap dinamika yang terus berkembang dan untuk mempercepat peningkatan penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) telah mengeluarkan Peraturan Menteri ESDM Nomor 2 Tahun 2024 tentang PLTS Atap yang Terhubung pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk Kepentingan Umum (IUPTLU). Peraturan ini mulai berlaku pada 31 Januari 2024, menggantikan Peraturan Menteri ESDM Nomor 26 Tahun 2021 yang sebelumnya mengatur tentang PLTS Atap, sebagai bagian dari upaya perbaikan dan peningkatan.

Melalui peraturan terbaru mengenai PLTS Atap, Pemerintah melakukan sejumlah perbaikan regulasi yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan transparansi. Langkah ini diharapkan dapat mendorong minat masyarakat untuk memasang PLTS Atap. Berikut adalah inti dari pengaturan yang tercantum dalam Peraturan Menteri ESDM Nomor 2 Tahun 2024 tentang PLTS Atap, antara lain:

- Kapasitas pemasangan PLTS Atap tidak dibatasi 100% dari daya terpasang PLN tetapi berdasarkan ketersediaan kuota PLN.
- Kuota kapasitas sistem PLTS Atap dalam clustering (di tingkat PLN UP3) yang dipublikasikan oleh PLN melalui laman, aplikasi, dan/atau media sosial resmi milik PLN. Kuota ini ditetapkan oleh Direktur Jenderal Ketenagalistrikan setiap 5 (lima) tahun.
- Peniadaan mekanisme ekspor impor. Nilai kelebihan energi listrik dari sistem PLTS Atap pelanggan ke jaringan pemegang IUPTLU tidak diperhitungkan dalam penentuan jumlah tagihan listrik pelanggan.

- Peniadaan biaya kapasitas untuk semua jenis pelanggan PLN.
- Pengaturan dan penyederhanaan waktu permohonan pemasangan PLTS Atap oleh Pelanggan PLN dan pengajuan dilayani oleh PLN berdasarkan mekanisme FIFS (First In First Serve).
- Biaya pengadaan advanced meter sebagai pengganti meter kWh ekspor impor ditanggung Pemegang IUPTLU.
- Mekanisme pelayanan berbasis aplikasi untuk kemudahan penyampaian permohonan, pelaporan dan pengawasan program PLTS Atap.
- Tersedianya Pusat Pengaduan PLTS Atap untuk menerima pengaduan dari pelanggan PLTS Atap atau Pemegang IUPTLU.

Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia mendukung program pemerintah dalam pembangunan PLTS dengan memulai instalasi PLTS on-grid di gedung FT UKI. Tujuan utamanya adalah menciptakan bangunan yang bebas emisi CO<sub>2</sub>. Pemilihan sistem PLTS on-grid didasarkan pada kemampuannya untuk mengurangi biaya operasional karena tidak memerlukan penyimpanan energi dan lebih ramah lingkungan. Lembaga ini juga berperan dalam mendukung dan memfasilitasi mahasiswa dan dosen dalam kegiatan perkuliahan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat.

Pada Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia (UKI) Jakarta, terdapat Laboratorium Teknik Mesin yang berperan penting dalam pengembangan teknologi dan penelitian di bidang teknik mesin dan energi. Salah satu peralatan yang ada di laboratorium ini adalah mesin pencacah sampah dengan daya 2 HP. Mesin ini digunakan untuk mendaur ulang sampah menjadi bahan yang dapat dimanfaatkan kembali, yang merupakan bagian dari upaya keberlanjutan dan pengelolaan limbah yang efisien.

Untuk mendukung operasional mesin pencacah sampah dan mengurangi biaya listrik, laboratorium ini melakukan pemasangan sistem PLTS on-grid dengan kapasitas 3540 Wp. Implementasi sistem ini diharapkan dapat menyediakan

sebagian besar kebutuhan listrik laboratorium dari sumber energi terbarukan, sekaligus mengurangi ketergantungan pada listrik dari jaringan PLN yang sebagian besar masih berasal dari bahan bakar fosil.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Roy Nathaniel Situmorang pada tahun 2022 dengan berjudul **“KINERJA SISTEM KWH EKSPOR IMPOR PADA PLTS ON GRID KAPASITAS 400 WP PADA PENDOPO GEDUNG D”**, yang di publikasikan pada tugas akhir diploma tiga, Politeknik Negeri Jakarta, penelitian terdahulu dalam tugas akhir ini membahas mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) jenis on-grid, yang berarti PLTS ini terhubung dengan jaringan listrik PLN. PLTS ini dirancang untuk mengurangi konsumsi energi dari PLN. Sistem ini menggunakan panel surya jenis polikristalin dengan daya 200 Watt Peak, grid tie inverter dengan daya 600 watt, dan kWh Meter ekspor-impor untuk memantau pemakaian energi dan status energi. Selain itu, kWh Meter ekspor-impor juga digunakan untuk mengukur jumlah energi yang diekspor ke dan diimpor dari jaringan PLN dalam sistem PLTS on-grid.

Dari penelitian tersebut, penulis akan melakukan penelitian untuk membuktikan dua hal utama: pertama, berapa besar aliran daya saat menggunakan kWh meter dua arah pada PLTS On – Grid 3540 Wp pada Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik UKI – Jakarta; kedua, Bagaimana pengaruh beban induktif, seperti mesin pencacah sampah 2 HP, terhadap faktor daya pada sistem PLTS On Grid 3540 Wp pada Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik UKI – Jakarta. Dengan demikian, penelitian ini akan membantu dalam memvalidasi keandalan sistem pengukuran energi dalam sistem PLTS on-grid.

Berdasarkan fenomena yang terjadi dan penelitian terdahulu, penulis akan melakukan penelitian dengan judul **“ANALISA ALIRAN DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ON-GRID 3540 WP MENGGUNAKAN KWH METER DUA ARAH DI LABORATORIUM TEKNIK MESIN, FAKULTAS TEKNIK UKI - JAKARTA DENGAN BEBAN MESIN PENCACAH SAMPAH 2 HP”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan dalam laporan Tugas Akhir ini didasarkan pada isu-isu yang diuraikan berikut ini:

1. Berapa besar aliran daya saat menggunakan kWh meter dua arah pada PLTS On – Grid 3540 Wp pada Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik UKI – Jakarta?
2. Bagaimana pengaruh beban induktif, seperti mesin pencacah sampah 2 HP, terhadap faktor daya pada sistem PLTS On Grid 3540 Wp pada Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik UKI – Jakarta?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

1. Dapat menginstal dan mengoperasikan kWh meter dua arah (kWh Ekspor-Import).
2. Menganalisis pengaruh beban induktif, seperti mesin pencacah sampah 2 HP, terhadap faktor daya pada sistem PLTS On Grid.
3. Mengidentifikasi penyebab rendahnya faktor daya saat ada beban dan dampaknya terhadap kualitas daya yang diekspor ke PLN.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Dalam studi ini, peneliti mempersempit lingkup masalah agar fokus pembahasan lebih terarah dan tepat. Oleh karena itu, isu yang dibahas dalam penelitian ini dibatasi oleh faktor-faktor berikut:

1. Penelitian hanya difokuskan pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang terhubung ke jaringan (on-grid) di Laboratorium Teknik Mesin, dengan kapasitas sebesar 3540 Wp.
2. Penelitian hanya menggunakan mesin pencacah sampah 2 HP sebagai beban.
3. Penelitian ini akan memperhitungkan hanya penggunaan KWh meter dua arah (KWh Expor-Import) yang terpasang pada PLTS, mengabaikan faktor-faktor luar yang mungkin mempengaruhi akurasi pengukuran.
4. Penelitian ini akan membatasi diri pada dua jenis PLTS dengan karakteristik spesifik, tanpa mempertimbangkan variasi jenis atau kapasitas PLTS lainnya.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menginstal kWh meter dua arah membantu mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan seperti PLTS On Grid.
2. Mengidentifikasi potensi ketidaksesuaian antara energi yang dicatat oleh kWh meter dan energi yang sebenarnya digunakan oleh pelanggan.
3. Mengidentifikasi penyebab rendahnya faktor daya membantu memperbaiki kualitas daya yang diekspor ke PLN, mendukung stabilitas jaringan listrik.



4. Analisis terhadap beban induktif seperti mesin pencacah sampah dapat meningkatkan faktor daya sistem PLTS On Grid, mengurangi kerugian energi.

## 1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipilih adalah metode penelitian kuantitatif, yang bertujuan untuk mengumpulkan data secara sistematis. Metode penelitian ini digunakan untuk menguji teori-teori dengan cara mengamati hubungan antara variabel yang dapat diukur. Variabel tersebut direpresentasikan dalam bentuk data numerik yang dapat dianalisis menggunakan prosedur statistik. Metode kuantitatif ini melibatkan survei dan eksperimen, menggunakan pertanyaan tertutup dan pendekatan yang telah ditentukan berdasarkan data numerik. Pendekatan ini digunakan untuk menguji dan memverifikasi teori, mengidentifikasi variabel, menjelajahi hubungan antar variabel, dan memastikan validitas serta reliabilitas data. Selain itu, pendekatan ini juga memperhatikan pengukuran data secara numerik serta menggunakan prosedur statistika untuk analisis lebih lanjut.

Dalam penelitian ini, beberapa metode terkait digunakan untuk mengumpulkan informasi sebagai berikut:

1. Studi literatur dilakukan untuk mencari teori dasar dengan merujuk pada referensi buku dan jurnal yang relevan dengan judul penelitian.
2. Pengumpulan data melibatkan pengukuran langsung kWh meter dua arah (kWh Expor-Import) pada PLTS dengan beban mesin pencacah sampah 2 HP.
3. Perhitungan data dilakukan untuk menganalisis impor daya yang masuk dari PLN ke PLTS saat ada beban dan ekspor daya dari PLTS ke PLN tanpa adanya beban, menggunakan data yang telah dikumpulkan.

4. Analisis dan kesimpulan dilakukan dengan menganalisis data hasil penelitian yang terkumpul untuk membuat kesimpulan dari penelitian ini.

### **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dapat dijelaskan secara ringkas dalam sistematika pembahasan sebagai berikut:

#### **Bab I. Pendahuluan**

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta struktur tugas akhir.

#### **Bab II. Landasan Teori**

Bab ini membahas teori dasar yang berkaitan dengan skripsi ini, menjelaskan konsep pembangkit listrik tenaga surya on-grid dan komponen-komponen yang ada dalam PLTS on-grid, serta kWh Ekspor-Import.

#### **Bab III. Metode Penelitian**

Bab ini menjelaskan proses penelitian, termasuk pengumpulan data dari pengukuran, pengolahan data hasil pengukuran, dan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini.

#### **Bab IV. Hasil Penelitian dan Analisa**

Bab ini membahas hasil dari data penelitian yang telah diolah, yang biasanya disajikan dalam bentuk gambar dan tabel sesuai dengan analisis pada rumusan masalah.

#### **Bab V. Kesimpulan dan Saran**

Bab ini menyajikan kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya, serta memberikan saran untuk penelitian lanjutan.

