

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi terbarukan merupakan sumber energi yang terus-menerus tersedia dan tidak akan habis, menawarkan solusi penting untuk mengatasi krisis energi global dan dampak perubahan iklim. Keunggulan utama energi terbarukan terletak pada keberlanjutan dan dampaknya yang positif terhadap lingkungan [1]. Di antara berbagai sumber energi terbarukan, energi surya menonjol sebagai salah satu yang paling menjanjikan, mengingat posisi geografis Indonesia yang strategis. Pemanfaatan teknologi tenaga surya, terutama melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap, memiliki potensi besar untuk mengintegrasikan energi bersih pada bangunan, termasuk tempat ibadah seperti masjid [2]. Tanpa strategi yang komprehensif, potensi energi surya tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal, sehingga mengurangi kontribusinya terhadap kebutuhan energi yang berkelanjutan.

Indonesia sebagai negara tropis memiliki potensi energi surya yang cukup besar, mencapai rata-rata 4,8 kWh/m²/hari, sehingga pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sangatlah relevan untuk memenuhi kebutuhan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan [5]. Pemerintah Indonesia secara aktif mendorong implementasi PLTS *on-grid* sebagai bagian dari upaya mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan menekan emisi karbon dengan mengeluarkan regulasi terbaru berupa Peraturan Menteri ESDM Nomor 2 Tahun 2024, yang menghapus batasan kapasitas pemasangan PLTS sesuai kapasitas daya terpasang PLN dan menggantikannya dengan sistem kuota regional yang lebih fleksibel namun tetap terkontrol demi menjaga kestabilan jaringan listrik nasional [3]. Khusus untuk wilayah Sumatera Barat, termasuk Padang, penetapan kuota pemasangan PLTS *on-grid* diatur secara cluster dan pendaftarannya dibuka dua kali setahun melalui PLN, sehingga pelaksanaannya mengikuti kapasitas yang tersedia di wilayah jaringan setempat [24]. Hal ini menjadikan studi dan analisis teknis serta ekonomi sistem PLTS *on-grid* di masjid sebagai rujukan tepat dalam rangka mendukung implementasi yang sesuai regulasi sekaligus memaksimalkan potensi sumber energi surya yang ada.

Di antara berbagai jenis bangunan, rumah ibadah seperti masjid memegang peran penting dalam transisi energi. Masjid berfungsi sebagai pusat ibadah dan kegiatan sosial keagamaan yang membutuhkan konsumsi listrik yang signifikan, sehingga menjadikannya sebagai lokasi ideal untuk penerapan PLTS. Penilaian kelayakan teknis dan ekonomi dari sistem PLTS ini seringkali membutuhkan simulasi akurat. Oleh karena itu, diperlukan sebuah studi mendalam untuk merancang sistem PLTS *On-Grid* yang tidak hanya mampu mengurangi biaya listrik, tetapi juga memastikan keberlanjutan operasional masjid. Penelitian ini akan menganalisis kelayakan teknis dan ekonomis dari sistem PLTS tersebut melalui

simulasi menggunakan perangkat lunak PVsyst, yang merupakan alat standar dalam industri fotovoltaik [4].

Berbagai penelitian sebelumnya telah meneliti sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *on-grid* dengan konfigurasi yang berbeda, terutama terkait penggunaan baterai sebagai penyimpan energi, dimana pada penelitian yang dilakukan oleh Priharta mengkaji PLTS *on-grid* dengan baterai pada aplikasi rumah tangga, dan menemukan bahwa keberadaan baterai meningkatkan keandalan sistem meskipun menambah biaya investasi dan perawatan secara signifikan [25]. Sementara itu, penelitian yg dilakukan oleh Husnayain dan Luthfy membandingkan konfigurasi PLTS *on-grid* dengan dan tanpa baterai menggunakan simulasi PVsyst di Kantin FTUI. Hasilnya, sistem tanpa baterai yang mengoptimalkan pemanfaatan area atap menghasilkan energi hingga 16.063 kWh/tahun dan potensi penghematan biaya listrik bulanan yang lebih tinggi dibanding sistem dengan baterai, dimana baterai hanya berfungsi sebagai cadangan. Hasil ini menunjukkan bahwa pada beban dengan profil stabil dan koneksi PLN andal, sistem *on-grid* tanpa baterai lebih ekonomis dan mudah dalam pemeliharaan, tanpa mengorbankan pasokan energi [26]. Selanjutnya, penelitian lain menganalisis kelayakan teknis dan ekonomi PLTS *on-grid* untuk gedung Fakultas menggunakan perangkat lunak Pvsys. Hasil analisis menunjukkan secara teknis dan ekonomi, sistem ini dianggap layak karena memiliki *Performance Ratio* sebesar 85% serta investasi awal sebesar Rp.246.419.576 akan kembali dalam waktu 14 tahun [6]. Penelitian mengenai pengadaan PLTS atap *on-grid* lainnya juga menunjukkan biaya investasi awal sebesar Rp 20.695.592 dengan nilai Net Present Value (NPV) positif sebesar Rp 4.552.253,82 dan Profitability Index (PI) lebih dari satu (1,22), serta periode pengembalian modal sekitar 20 tahun yang lebih singkat dari umur proyek yang diperkirakan selama 25 tahun [7].

Penelitian ini fokus pada sistem PLTS *on-grid* tanpa baterai. Pada sistem ini, energi listrik yang dihasilkan langsung digunakan atau disalurkan ke jaringan PLN tanpa penyimpanan energi lokal. Pendekatan tanpa baterai ini memiliki keunggulan dari sisi kesederhanaan sistem, pengurangan biaya perangkat keras, serta minimnya kebutuhan perawatan dan risiko kegagalan komponen baterai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mensimulasikan sistem PLTS *on-grid* menggunakan PVsyst yang mengakomodasi profil beban listrik dan kondisi meteorologi di Masjid Jamiek Pauh Padang, sekaligus mengevaluasi performa sistem inverter Huawei SUN2000-4KTL-M1 sebagai solusi efisiensi operasional pada sistem tanpa baterai.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang, mensimulasikan, dan menganalisis kelayakan teknis dan ekonomi sistem PLTS *on-grid* tanpa baterai pada Masjid Jamiek Pauh Padang dengan bantuan perangkat lunak PVsyst. Penelitian ini menggabungkan evaluasi profil beban listrik masjid yang khas dengan data meteorologi lokal dan menerapkan teknologi inverter Huawei SUN2000-4KTL-M1 untuk mengoptimalkan efisiensi sistem. Oleh karena

itu, penulis melakukan penelitian dengan judul “Studi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) *On-Grid* di Masjid Jamiek Pauh Padang Menggunakan PVsyst”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan teknis sistem PLTS *on-grid* yang optimal untuk Masjid Jamiek Pauh Padang dengan memvariasikan tipe dan kapasitas panel surya Longi Solar?
2. Bagaimana hasil simulasi perangkat lunak PVsyst dalam memprediksi produksi energi listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTS *on-grid* di Masjid Jamiek Pauh Padang?
3. Apakah pemasangan sistem PLTS *on-grid* tersebut layak secara ekonomis berdasarkan analisis biaya, penghematan, dan periode balik modal (*payback period*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai penulis adalah:

1. Menentukan konfigurasi sistem PLTS *on-grid* yang paling optimal untuk Masjid Jamiek Pauh Padang dengan membandingkan variasi tipe dan kapasitas panel surya Longi Solar.
2. Menganalisis hasil simulasi PVsyst untuk memprediksi produksi energi listrik tahunan dari sistem PLTS.
3. Menganalisis kelayakan ekonomis dari pemasangan PLTS, termasuk estimasi biaya, penghematan, dan periode balik modal.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan rekomendasi konkret mengenai sistem PLTS yang layak untuk mengurangi biaya operasional listrik dan mencapai kemandirian energi.
2. Menjadi referensi praktis untuk implementasi PLTS di rumah ibadah atau bangunan publik lain.
3. Memberikan kontribusi pada pengembangan pengetahuan di bidang energi terbarukan melalui penerapan simulasi PVsyst dalam studi kelayakan PLTS.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini berlokasi di Masjid Jamiek Pauh Padang, dan data konsumsi listrik yang digunakan.
2. Sistem PLTS yang dirancang adalah jenis *on-grid* (terhubung dengan jaringan PLN) tanpa menggunakan baterai.
3. Perancangan, optimalisasi, dan simulasi sistem PLTS dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak PVsyst.
4. Penelitian ini membandingkan tiga variasi panel surya merek Longi Solar

dengan tipe dan kapasitas berbeda, yaitu LR5-72HTH 600M (600 W), 515-LR5-66HPH (515 W), dan LR5-54HTB 415 (415 W), yang semuanya berjenis monokristalin.

5. Penelitian hanya menggunakan 1 jenis inverter Huawei SUN2000-4KTL-M1.
6. Analisis kelayakan difokuskan pada aspek teknis dan ekonomis dari variasi tersebut tanpa mempertimbangkan aspek sosial dan lingkungan.
7. Penelitian hanya memfokuskan pada perancangan dan simulasi performa PLTS, sehingga visualisasi layout panel dalam laporan ini bersifat konseptual dan tidak mencakup desain teknis pemasangan aktual di atap masjid.
8. Penelitian ini terbatas pada penggunaan data beban listrik dan meteorologi dari periode tertentu serta penggunaan satu jenis inverter saja, sehingga hasil simulasi mungkin berbeda jika kondisi aktual berubah atau komponen lain digunakan. Selain itu, aspek sosial dan lingkungan belum dianalisis sehingga perlu perhatian lebih lanjut.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan laporan penelitian ini digunakan susunan bab untuk memperjelas pemahaman terhadap materi yang dijadikan objek pelaksanaan penelitian. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

BAB I	PENDAHULUAN
	Bab ini berisikan tentang pendahuluan dari penelitian dimulai dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA
	Bab ini berisikan mengenai teori-teori yang berfungsi sebagai landasan dan acuan dalam menyelesaikan tugas akhir.
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN
	Bab ini berisikan tentang penjelasan dan tahapan proses pelaksanaan penelitian yang dilakukan dari awal hingga akhir penelitian, meliputi diagram alir rencana penelitian, tahapan penelitian, dan rentang waktu pelaksanaan penelitian.
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN
	Bab ini berisi data hasil pengujian dan pembahasan dalam penelitian tugas akhir.
BAB V	PENUTUP
	Bab ini berisikan kesimpulan dan saran terkait penelitian tugas akhir.