

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik telah menjadi kebutuhan utama bagi manusia modern, namun peningkatan permintaan energi menimbulkan beberapa tantangan, seperti meningkatnya emisi karbon dan semakin menipisnya sumber daya alam, terutama cadangan minyak bumi yang semakin berkurang serta batu bara yang menghasilkan banyak limbah karbon. Untuk mengatasi tantangan ini, Energi Baru Terbarukan (EBT) muncul sebagai solusi dengan menawarkan sumber daya yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. EBT memanfaatkan sumber daya yang dapat diperbarui seperti sinar matahari, angin, air, dan panas bumi. Salah satu contohnya adalah energi surya, yang menggunakan panel surya untuk mengubah sinar matahari menjadi listrik tanpa menghasilkan emisi gas rumah kaca dengan cara pemasangan yang cukup sederhana.^[19]

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sebuah sistem yang menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan cahaya matahari melalui panel surya (fotovoltaik) untuk mengkonversi radiasi foton dari sinar matahari menjadi energi listrik. Agar dapat berfungsi secara optimal, PLTS membutuhkan beberapa komponen utama yang harus terpasang dengan benar. Komponen-komponen tersebut antara lain modul surya, pengatur pengisian baterai (solar charge controller/SCC), akumulator, dan pengubah arus (inverter). Dengan instalasi yang tepat dari seluruh komponen ini, modul surya mampu menghasilkan listrik yang siap digunakan.^[19]

Energi matahari merupakan salah satu sumber energi yang tidak terpisahkan dari kehidupan manusia karena keberadaannya yang tidak akan habis meskipun digunakan secara berkelanjutan. Menurut data yang dirilis oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) pada tahun 2023, Indonesia memiliki potensi besar dalam energi terbarukan, dengan total lebih dari 3.600 GW, di mana potensi energi surya mencapai lebih dari 3.200 GW. Angka tersebut menunjukkan betapa melimpahnya sumber energi matahari di Indonesia.^[19]

Ada beberapa variasi dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya, salah

satunya adalah PLTS On-Grid. Ini adalah sistem pembangkit listrik alternatif yang memanfaatkan sinar matahari sebagai satu-satunya sumber energi. PLTS On-Grid tidak dilengkapi dengan baterai karena listrik yang dihasilkan akan langsung disuplai ke beban. Dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan untuk menghasilkan listrik, pengguna dapat mengurangi biaya tagihan listrik bulanan.^[19]

Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) selaras dengan panduan dalam Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN 2021-2030 serta kebijakan pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT). Salah satu jenis PLTS yang semakin diminati adalah PLTS Atap (Rooftop), yang diatur melalui Peraturan Menteri ESDM No. 49 Tahun 2019. Implementasi PLTS Atap diharapkan dapat berkontribusi dalam mencapai target EBT sebesar 23% pada 2025. Blue Print Pengelolaan Energi Nasional (BPPN) menargetkan kapasitas terpasang PLTS Atap sebesar 400 MW pada 2024. Menurut data Kementerian ESDM, PLTS Atap memiliki umur teknis sekitar 20-30 tahun, dengan kebutuhan penggantian inverter hanya sekali selama masa pakainya, tergantung pada jenis panel surya yang digunakan.^{19]}

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Daryal Fuaddin dan Aceng Daud, ST., M.Eng berjudul "**Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid Kapasitas 20 kWp untuk Residensial**", pada tahun 2020 dengan hasil penelitian bahwa kemiringan panel surya dengan sudut 45° serta pergerakan matahari memiliki dampak signifikan dalam mengurangi energi iradiasi matahari yang diterima oleh panel surya (Global Incident on Collector Plane), dengan potensi kehilangan mencapai 15,4%. Hasil simulasi menunjukkan bahwa produksi energi listrik selama satu tahun dapat mencapai 23.753 kWh, mempertimbangkan faktor kemiringan panel dan pergerakan matahari. Rugi-rugi energi sekitar 17% menyebabkan rasio pembangkitan mencapai 0,822, yang dianggap baik untuk PLTS karena rata-rata rasio pembangkitan biasanya hanya 0,75. Secara ekonomi, proyek ini juga cukup menguntungkan. Dengan payback period yang tercapai pada tahun ke-10, sesuai dengan masa asuransi panel surya selama 10 tahun, proyek ini menjadi layak secara finansial. Bahkan ketika dilakukan penggantian inverter pada tahun ke-15, arus kas bersih (net cash flow) tidak turun di bawah nol. Nilai NPV

(Net Present Value) pada tahun ke-10, saat mencapai payback period, sebesar Rp 29.891.314,96, yang positif dan menunjukkan kelayakan serta potensi keuntungan proyek. Selain itu, proyek ini memberikan manfaat penghematan yang signifikan dengan rasio penghematan mencapai 44%-50%, sehingga pemilik rumah akan sangat terbantu dengan pengurangan tagihan listrik yang cukup besar.^[1]

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pardede, Devi Febiola. **"Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap Di Gedung Kesenian Dharma Negara Alaya Denpasar"** Pada tahun 2024 dengan hasil penelitian bahwa Sistem on-grid menggunakan HelioScope mampu menghasilkan daya sebesar 138,269 kWp dengan tingkat pemanfaatan 40,44%. Dengan biaya pemasangan awal sebesar Rp 696.075.671, sistem ini menawarkan penghematan tahunan sebesar Rp 211.431.389,27 dan masa pengembalian modal selama 5 tahun. Selama periode 25 tahun, sistem ini diproyeksikan menghasilkan keuntungan kumulatif sebesar Rp 1.223.095.511 serta mengurangi emisi hingga 49.558,61 kgCO₂ per tahun, atau sekitar 40,438%. Di sisi lain, sistem on-grid dengan PV Syst memiliki potensi output lebih tinggi sebesar 140,94 kWp namun dengan pemanfaatan 39,59%. Biaya pemasangan awalnya adalah Rp 728.130.671, menghasilkan penghematan tahunan Rp 135.444.430,02, dengan masa pengembalian modal lebih lama, yaitu 9 tahun, dan keuntungan kumulatif sebesar Rp 501.303.841. Pengurangan emisi tahunan mencapai 48.538,97 kgCO₂ atau sekitar 40,439%. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi merek komponen yang berdampak pada perbedaan harga. Sementara itu, sistem off-grid dan hybrid yang disimulasikan dengan HOMER mampu memenuhi kebutuhan energi gedung sebesar 276 kWh tanpa dukungan suplai dari jaringan. Namun, dengan biaya awal yang tinggi, yaitu Rp 2.094.719.295,58, sistem ini kurang menguntungkan untuk jangka panjang meskipun memberikan pengurangan emisi CO₂ hingga 100%. Memang Berdasarkan pertimbangan tersebut, sistem on-grid HelioScope dinilai sebagai pilihan paling optimal secara teknis dan ekonomis untuk Gedung Kesenian Dharma Negara Alaya Denpasar. Namun, perlu dicatat bahwa sistem on-grid dengan PV Syst memiliki potensi output yang lebih tinggi, yaitu mencapai 140,94 kWp.^[3]

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Patabang, Simon, Limbran Sampebatu, dan Aries Kamolan. **"Analisa Potensi Penggunaan PLTS On Grid di Kota Makassar."** Berdasarkan hasil penelitian tahun 2023, studi ini mengungkapkan bahwa kota Makassar memiliki potensi yang sangat besar dalam pemanfaatan sistem panel surya on-grid. Simulasi beban yang dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat radiasi matahari di Makassar menunjukkan bahwa pemasangan PLTS on-grid dengan daya terpasang 4.500 VA mampu mengurangi konsumsi listrik PLN sebesar 34,78% hingga 89,53%.^[2]

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Arthadi, Komang Popy, Ida Bagus Ketut Sugirianta, and I. Budiada. **"Perencanaan PLTS On-Grid Berdasarkan Audit Energi Listrik Berbasis PVsyst pada Sebuah Rumah Tinggal di Kuta Selatan"**. Pada tahun 2023 dengan hasil penelitian bahwa rancangan anggaran biaya dalam pemasangan PLTS atap di rumah tinggal Kuta Selatan sebesar Rp26.420.000. Nilai NPV yang diperoleh yaitu Rp6.450.596. Angka tersebut menunjukkan jika >0 , sehingga nilai investasi pemasangan PLTS atap di Kuta Selatan layak untuk dijalankan. Melalui perhitungan IRR menunjukkan nilai IRR sebesar 9,287% maka investasi pemasangan PLTS atap di Kuta Selatan dapat diterima. Analisis payback period dapat kembali dalam waktu 6 tahun 3 bulan.^[5]

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahmat Jalaluddin, Yanuar Mahfudz S yang berjudul **"Perbandingan Biaya Perancangan PLTS On-grid dan Off-Grid Pada Laboratorium Listrik PPSDM Migas"** pada tahun 2020 dengan hasil penelitian bahwa Perancangan PLTS Off-Grid menggunakan 16 panel surya 300 Wp, 48 baterai 12V 200Ah, 1 inverter 12V/24V 5000W, dan 1 BCR MPPT 160A. Sementara perancangan PLTS On-Grid sama seperti Off-Grid, namun tanpa menggunakan baterai. Dalam kurun waktu 1 hari, biaya PLTS On-Grid Rp7.447, PLTS Off-Grid Rp60.576, dan listrik PLN Rp39.237. PLTS On-Grid memiliki efisiensi biaya terbaik, namun dalam pelaksanaannya masih membutuhkan listrik PLN.^[5]

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ade Sopian yang berjudul **"Simulasi Perbandingan Sudut Orientasi Pada Pemasangan Modul PLTS Atap on-grid 272 kWp Di PT. Kino Indonesia Tbk Cidahu Sukabumi"**. Pada

tahun 2023 dengan hasil penelitian bawah performa dari PLTS yang digunakan berbahan Monocrystalline Si, dengan kapasitas daya 540 Wp. di PT. Kino TBK. yang telah terpasang di dapatkan hasil daya sebesar 355.89 Mwh pertahun. Dengan rugi pada sistem inverter sebesar 0.18 kWh/hari dan koleksi rugi pada modul panel surya sebesar 1.03 kWh/hari yang dihasilkan dari performa rasio sebesar 0.748 pertahun atau 74,8% pertahun, nilai performa rasio ini sudah tergolong optimal karena jika performa rasio memiliki nilai dibawah 70% pertahun tidak dapat direkomendasikan Pembangunan.^[7]

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Asta P.K.T yang berjudul **“Analisis Ekonomi pada Perencanaan PLTS Rooftop di Villa Manusa (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bali”**. Pada tahun 2024 dengan hasil penelitian pemasangan PLTS berkapasitas 27,666 kWh membutuhkan investasi sebesar Rp 53.163.311 untuk sistem On-Grid, sementara biaya untuk sistem Off-Grid mencapai Rp 228.124.972. Biaya yang lebih tinggi pada sistem Off-Grid disebabkan oleh kebutuhan baterai. Perkiraan Life Cycle Cost selama 25 tahun adalah Rp 47.670.353 untuk sistem On-Grid dan Rp 343.171.653 untuk sistem Off-Grid. Berdasarkan analisis Net Present Value (NPV), sistem On-Grid menunjukkan keuntungan masa depan dengan NPV sebesar Rp 103.649.062, sedangkan sistem Off-Grid mengalami kerugian dengan NPV negatif sebesar Rp 54.844.112. NPV positif menunjukkan adanya keuntungan, sedangkan NPV negatif menandakan kerugian.^[8]

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian kali ini penulis mengambil judul **“Analisis Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid Menggunakan Software PVSYST Pada Rumah Tinggal Dengan Daya 2200 VA”**.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah Perencanaan PLTS ON-GRID Menggunakan PVSYST Pada Rumah Tinggal Layak untuk dijadikan sebagai investasi jangka panjang?
2. Berapa banyak biaya yang dapat di hemat setelah perancangan PLTS ON-GRID?

3. Berapa lama waktu yang dibutuhkan agar proyek mencapai nilai titik impas?

1.3 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menganalisis potensi energi listrik yang dapat dihasilkan oleh PLTS on-grid berbasis software PVSYST pada tempat penelitian tersebut.
2. Untuk menganalisis kelayakan investasi berdasarkan biaya investasi awal, biaya pemeliharaan, *Net Present Value (NPV)*, *Profitability Indeks (PI)*, *Discounted Payback Period (DPP)*, *Break Even Point (BEP)* dan potensi penghematan energi yang dihasilkan oleh PLTS on-grid tersebut.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya membandingkan 2 sumber Listrik , yaitu PLTS on-grid dan PLN.
2. Analisa ini hanya mencakup biaya investasi awal dan biaya operasional antara PLTS on-grid dan biaya konsumsi energi pada PLN.
3. Perhitungan biaya didasarkan pada parameter berupa tarif listrik dari PLN dan komponen-komponen investasi awal pada PLTS on-grid.
4. Tidak membahas efisiensi output dan juga kualitas daya listrik dari perencanaan PLTS on-grid tersebut.
5. Penelitian terbatas berdasarkan tingkat intensitas cahaya didaerah yang diteliti.
6. Penelitian ini tidak mempertimbangkan sumber energi lainnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi dan analisa yang komprehensif total beban yang dapat di produksi PLTS on-grid dengan membandingkan total beban yang dipakai melalui Listrik PLN.
2. Memberikan gambaran potensi penghematan biaya jangka panjang dengan menggunakan sumber energi terbarukan seperti PLTS on-grid.
3. Sebagai bahan referensi untuk penelitian lain yang ingin melakukan analisis

serupa dalam memilih sumber energi listrik yang paling menguntungkan dari segi biaya.

4. Mendukung upaya pemerintah dalam mendorong penggunaan energi terbarukan dan mengurangi ketergantungan pada energi fosil yang semakin terbatas dan berdampak buruk pada lingkungan.

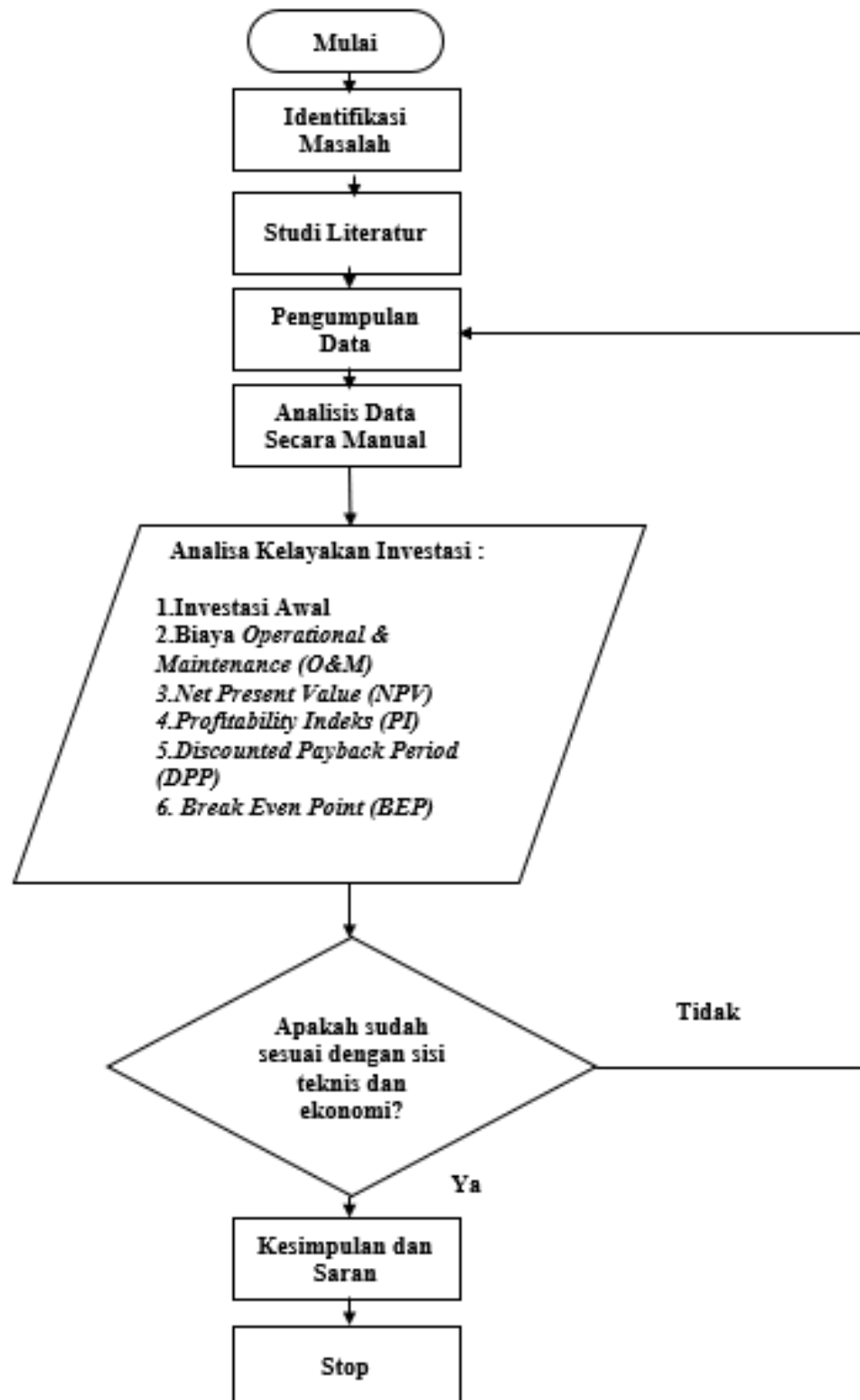
1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah studi kepustakaan, metode penelitian internet, dan metode penelitian kuantitatif yaitu pendekatan penelitian yang menggunakan data berupa angka untuk menemukan hubungan antar variabel melalui teknik analisis matematis dan statistik.

Metode kepustakaan digunakan untuk mencari materi pendukung dan referensi. Berdasarkan dugaan yang digunakan dan tujuan penelitian, maka metode yang akan diteliti dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu :

1. Identifikasi Masalah, yaitu menentukan masalah dan tujuan penelitian tentang investasi PLTS On-grid.
2. Studi Literatur, melakukan studi literatur dan mengumpulkan informasi terkait analisis energi listrik dalam sistem on-grid dari berbagai sumber seperti buku dan jurnal yang berkaitan dengan topik penelitian.
3. Pengumpulan Data, mengumpulkan data tentang perancangan PLTS on-grid dan biaya listrik PLN.
4. Analisis Data Secara Manual , yaitu mengolah dan menganalisis hasil pengumpulan data PLTS on-grid menggunakan PVSYST dan biaya PLN serta mengolah data menggunakan analisa perhitungan ekonomi teknik.
5. Penyimpulan, menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

Adapun tahapan penelitian tersebut, selanjutnya dirangkum seluruhnya dalam diagram alur penelitian.



Gambar 1. 1 Alur penelitian