

BAB 1

ANALISIS KEBUTUHAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) memainkan peran yang sangat penting dalam membantu memenuhi kebutuhan energi suatu negara. Energi yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya tidak hanya mendukung kehidupan sehari-hari masyarakat, tetapi juga menjadi tulang punggung bagi berbagai sektor industri. Efisiensi operasional dan keekonomian pembangkit listrik tenaga surya menjadi faktor utama dalam menjaga kelangsungan pasokan energi yang stabil dan terjangkau bagi masyarakat dan industri [1]. Namun, pengelolaan PLTS sering menghadapi tantangan kompleks, terutama dalam penghitungan keekonomian yang optimal, di mana pengelola harus mempertimbangkan berbagai aspek yang memengaruhi biaya dan pendapatan.

Sebagai sistem yang mengubah energi matahari menjadi listrik, PLTS merupakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan. Tipe-tipe PLTS termasuk PLTS *On-Grid*, PLTS *Off-Grid*, PLTS *Hybrid*, PLTS Terapung (*Floating Solar*). PLTS berperan penting pada pengembangan energi terbarukan dan keberlanjutan lingkungan, serta menawarkan berbagai keuntungan, seperti biaya operasional yang rendah dan pemeliharaan yang mudah [2].

Selain itu, PLTS membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan emisi gas rumah kaca. Dengan kemajuan teknologi, efisiensi dan biaya instalasi PLTS semakin meningkat, menjadikannya pilihan menarik untuk kebutuhan energi global. Penggunaan PLTS juga berpotensi mengurangi biaya listrik dan menciptakan lapangan kerja di sektor energi terbarukan.

Beberapa penelitian terkait PLTS menunjukkan berbagai pendekatan dan hasil. *Muslim, S., et al.* [2] (2020) dengan judul “*Analisis Kritis Terhadap Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Tipe Photovoltaic (PV) Sebagai Energi Alternatif Masa Depan*” menemukan bahwa PLTS on-grid yang terintegrasi dengan jaringan PLN sangat menguntungkan, terutama jika dipasang di bangunan komersial besar. Namun, ada ketergantungan pada komponen yang masih harus diimpor, meskipun beberapa sudah tersedia di dalam negeri. Penelitian yang dilakukan oleh *Usah, E. O., et al.* [3] (2020) dengan judul “*Pvsyst Software-Based Comparative Techno Economic Analysis Of PV Power Plant For Two Installation Sites With Different Climatic Conditions*” membandingkan dan menganalisis sistem PLTS di dua lokasi di Nigeria (Bayelsa dan Sokoto). Hasil menunjukkan bahwa Sokoto lebih efisien secara biaya dibandingkan Bayelsa karena radiasi matahari yang lebih tinggi. Selanjutnya, *Alnoosani, A., et al.*, [4] (2019) dengan judul “*Design of 100MW Solar PV on-Grid Connected Power Plant Using (Pvsyst) in*

Umm Al-Qura University” merancang sistem PLTS terhubung ke jaringan dengan kapasitas 100 MW di Umm Al-Qura University dan menyatakan kapasitas sistem ini dapat menghasilkan 1109,7 MWh per tahun serta mengurangi emisi gas rumah kaca. Penelitian yang dilakukan oleh *Wijeratne, W. P. U., et al.*, [5] (2019) yang berjudul “*Design and development of distributed solar PV systems: Do the current tools work*” mengeksplorasi keterbatasan alat desain dan manajemen untuk sistem solar PV yang ada saat ini dan mengusulkan pengembangan platform terintegrasi untuk meningkatkan adopsi sistem PV dan mendukung keberlanjutan energi di kota-kota global.

Berdasarkan dari penelitian di atas, masih terdapat perbedaan dalam pendekatan analisis dan penghitungan keekonomian pembangkit listrik, yang masih banyak dilakukan secara manual, sehingga sering menyebabkan ketidakakuratan dan rendahnya efisiensi dalam pengambilan keputusan. Analisis keekonomian melibatkan berbagai faktor seperti biaya operasional, biaya perawatan, dan efisiensi energi, yang memerlukan perhitungan yang cermat agar hasilnya dapat diandalkan [6]. Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih efisien untuk proses analisis ini. Pengambilan keputusan terkait investasi dan operasional sangat bergantung pada analisis yang akurat; keputusan yang diambil tanpa data yang tepat dapat berakibat fatal dari segi finansial maupun operasional [7].

Dalam konteks ini, pengembangan aplikasi berbasis *mobile apps* untuk menghitung keekonomian suatu pembangkit listrik tenaga surya menjadi solusi yang menjanjikan. Aplikasi ini diharapkan dapat memberikan alat yang efisien dan mudah digunakan bagi para pengelola pembangkit listrik, sehingga proses perhitungan keekonomian dapat dilakukan secara cepat dan akurat [8], sehingga pengelola dapat lebih fokus pada pengambilan keputusan yang strategis. Oleh karena itu, pengembangan teknologi dalam sektor energi menjadi langkah penting untuk menciptakan sistem pembangkit listrik yang lebih efisien dan berkelanjutan. Dengan adanya aplikasi ini, diharapkan dapat tercipta sistem yang tidak hanya akan menguntungkan pengelola pembangkit listrik, tetapi juga masyarakat luas yang memerlukan pasokan energi yang stabil dan terjangkau.

1.2 Informasi Pendukung

Dalam melakukan analisis keekonomian penggunaan berbagai aplikasi dan perangkat lunak menjadi kunci dalam melakukan analisis keekonomian yang komprehensif. Pengembang sering menggunakan berbagai alat untuk menganalisis keekonomian termasuk *spreadsheet software* seperti Microsoft Excel untuk membuat model keuangan yang kompleks [9], serta perangkat lunak keuangan khusus seperti *Matlab Crystal Ball* untuk menghitung NPV, IRR, dan melakukan analisis sensitivitas serta membuat model aplikasi Matlab sendiri adalah lingkungan komputasi

numerik yang kuat yang sering digunakan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknik. Ini dapat digunakan untuk membuat model keuangan dengan mudah, terutama untuk perhitungan yang lebih kompleks [10], dan ada juga *Crystal Ball*. *Crystal Ball* sendiri adalah perangkat lunak yang digunakan untuk analisis risiko dan ramalan. Ini adalah alat yang sering digunakan dalam manajemen risiko, perencanaan proyek, dan peramalan bisnis [11].

Menilai kelayakan ekonomi suatu pembangkit memerlukan analisis komprehensif yang melampaui perhitungan biaya dan pendapatan sederhana. Dalam konteks ini, menghitung NPV, IRR dan melakukan analisis sensitivitas serta membuat model keuangan berperan penting dalam memberikan gambaran komprehensif tentang prospek keuangan proyek. Melalui kombinasi langkah-langkah ini, investor dan pemangku kepentingan lainnya dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang aspek keekonomian suatu pembangkit, memungkinkan mereka untuk membuat keputusan investasi yang tepat dan mendorong proyek yang berkelanjutan dan menguntungkan [12].

Sebelum membahas mengenai aspek keekonomian suatu pembangkit terlebih dahulu kita membahas apa itu PLTS. Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkit listrik dengan energi surya dapat dilakukan secara langsung menggunakan *Photovoltaics* (PV), atau secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. *Photovoltaics* mengubah secara langsung energi surya menjadi energi listrik menggunakan efek fotolistrik. Untuk PV sendiri memiliki beberapa jenis berdasarkan bahan yang digunakan dalam pembuatannya. *Monocrystalline Silicon*, *Polycrystalline Silicon*, *Thin Film Solar Cell*, *Compound Thin Film Triple Junction Photovoltaic* nama-nama diatas merupakan bahan-bahan dari *Photovoltaics*. *Monocrystalline silicon* merupakan panel surya yang memiliki banyak keunggulan seperti terbuat silikon yang diiris tipis menggunakan bantuan mesin potong. Hasil irisan yang tipis tersebut membuat karakteristik *monocrystalline silicon* lebih menonjol. Selain itu, penampang *monocrystalline silicon* bisa menyerap cahaya matahari lebih optimal jika dibandingkan dengan jenis sel surya yang lainnya. Meski memiliki banyak keunggulan, *monocrystalline silicon* juga memiliki kekurangan. Agar bisa berfungsi secara efisien, cahaya harus memiliki kadar terang dan tinggi. Jika cuaca sedang mendung dan berawan, *monocrystalline silicon* tidak bisa menyerap energi matahari secara maksimal dan efisiensi panel berpotensi menurun.

Polycrystalline silicon merupakan jenis panel surya yang umum digunakan di banyak jenis bangunan. Kebanyakan panel surya yang ditemukan di Indonesia menggunakan jenis yang satu ini. Teknologi panel surya tersebut terbuat dari batang silikon yang bisa dicairkan. *Polycrystalline silicon* juga memiliki kelebihan dari segi susunan yang lebih rapat dan rapi.

Karakteristik *polycrystalline silicon* adalah mempunyai tampilan yang cukup unik. Jika dilihat lebih detail, panel surya akan terlihat lebih unik karena terkesan seperti ada retakan-retakan pada bagian dalam sel surya. Sama seperti panel surya yang lain, *polycrystalline silicon* juga memiliki kelemahan atau kekurangan. *Polycrystalline silicon* tidak cocok dengan wilayah atau area yang memiliki curah hujan tinggi. Pada saat seperti itu efisiensi dari *panel polycrystalline silicon* akan menurun atau tidak berfungsi sama sekali. Jenis panel surya selanjutnya adalah *thin film solar cell*. Dibandingkan dengan kedua jenis panel surya sebelumnya, *thin film solar cell* jarang dipakai untuk bangunan di skala perumahan dan hanya digunakan untuk kebutuhan komersial saja. Sesuai dengan namanya jenis panel surya yang satu ini memiliki ukuran yang sangat tipis dan memiliki bobot yang lebih ringan.

Selain itu, sifatnya juga sangat fleksibel. *Thin film solar cell* bisa bekerja sangat baik pada cahaya *fluorescent* atau cahaya lampu pijar yang banyak dijadikan sebagai alat penerangan baik di rumah maupun di kantor. Kekurangannya yaitu efisiensi yang dimiliki panel surya jenis ini memang cukup rendah. Anda hanya bisa mendapatkan penangkapan cahaya matahari sebesar 8,5% untuk penampang yang luasnya sama dengan *monocrystalline*. Yang terakhir ada *compound thin film triple junction photovoltaic*. Sesuai dengan namanya, jenis panel surya yang satu ini hanya memiliki tiga lapisan. Anda tidak bisa menggunakan *compound thin film triple junction photovoltaic* untuk kebutuhan sehari-hari. Hal itu dikarenakan jenis panel surya yang satu ini hanya bisa digunakan di luar angkasa. Kemampuan dan efisiensi *compound thin film triple junction photovoltaic* yang dimiliki sangat tinggi. Pasalnya, panel surya ini mampu menghasilkan daya listrik sebesar 45% lebih besar dibandingkan dengan jenis panel lainnya. Sayangnya, panel surya *compound thin film triple junction photovoltaic* lebih berat dan rapuh dibandingkan yang lain.

Tabel 1. 1 Studi Terkait

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Tahun Penelitian	Referensi
1	Rancang Bangun Perangkat Lunak Penghitung Tekno-Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Web	<i>Solar PV Calculator</i>	2023	[13] Hartanxia, H., Marzuki, M. I., & Prayogi, S. (2023). Rancang Bangun Perangkat Lunak Penghitung Tekno-Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Web. JSI: Jurnal Sistem Informasi

				(E-Journal), 15(2).
2	A Review of Smartphone Applications for Solar Photovoltaic Use: Current Status, Limitations, and Future Perspectives	Mapdwell, Solaredge, Solar-Log Web Enerest	2021	[14] Seo, H., & Suh, J. (2021). A review of smartphone applications for solar photovoltaic use: Current status, limitations, and future perspectives. <i>Applied Sciences</i> , 11(5), 2178.
3	Solar energy system concept change from trending technology: A comprehensive review	Analisis sel surya berbasis titik kuantum, konsep pohon tenaga surya, dan panel surya terapung, IoT, dan AI.	2023	[15] Khare, V., Chaturvedi, P., & Mishra, M. (2023). Solar energy system concept change from trending technology: A comprehensive review. <i>e-Prime-Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy</i> , 4, 100183.
4	Techno-economic analysis of solar photovoltaic systems for residential applications	Sistem PV dapat menghemat biaya energi secara signifikan dan meningkatkan keberlanjutan energi di sektor perumahan, serta menyoroiti faktor-faktor yang mempengaruhi biaya awal dan pengembalian investasi.	2021	[16] Lobato-Peralta, D. R., Duque-Brito, E., Villafán-Vidales, H. I., Arancibia-Bulnes, C. A., & Okoye, P. U. (2021). Thermo-chemical conversion of lignin-based materials for energy application. <i>Journal of Cleaner Production</i> , 293, 126123.
5	Analisis Kritis Terhadap Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	Menganalisis pemanfaatan PLTS <i>photovoltaic</i> (PV) di Indonesia,	2020	[2] Muslim, S., Khotimah, K., & Azhiimah, A. N. (2020). Analisis Kritis Terhadap Perencanaan Pembangkit

Tipe <i>Photovoltaic</i> (PV) Sebagai Energi Alternatif Masa Depan	menunjukkan bahwa PLTS <i>on-grid</i> sangat menguntungkan, terutama di bangunan komersial.	Listrik Tenaga Surya (PLTS) Tipe <i>Photovoltaic</i> (PV) Sebagai Energi Alternatif Masa Depan. Rang Teknik Journal, 3(1), 119-130.
--	---	---

1.3 Constraint

Tabel 1. 2 Constraint dalam Sistem Aplikasi

No	Aspek	Penjelasan Terkait Aspek
1	Ketersediaan Sumber Daya Energi Matahari	Aplikasi harus mempertimbangkan data historis dan prediksi cuaca untuk menentukan ketersediaan sinar matahari di lokasi tertentu. Ketersediaan energi matahari yang tidak konsisten dapat mempengaruhi hasil analisis keekonomian.
2	Biaya Investasi Awal	Aplikasi harus menghitung biaya awal yang diperlukan untuk instalasi sistem PLTS, termasuk biaya panel surya, inverter, dan instalasi. Biaya ini harus diperoleh dari sumber yang dapat dipercaya dan diperbarui secara berkala.
3	Biaya Operasional dan Pemeliharaan	Aplikasi perlu memperhitungkan biaya operasional dan pemeliharaan sistem PLTS selama masa pakai. Ini termasuk biaya pembersihan panel, penggantian komponen, dan biaya lainnya yang terkait dengan pemeliharaan.
4	Kebijakan dan Insentif Pemerintah	Aplikasi harus mempertimbangkan kebijakan pemerintah yang berlaku, seperti insentif pajak atau subsidi untuk penggunaan energi terbarukan. Kebijakan ini dapat mempengaruhi analisis keekonomian secara signifikan.
5	Umur Ekonomis Sistem	Aplikasi harus memperhitungkan umur ekonomis sistem PLTS, yang biasanya berkisar antara 20 hingga 25 tahun. Analisis harus mencakup proyeksi pendapatan dan pengeluaran selama periode ini untuk menentukan kelayakan investasi.
6	Kompatibilitas Platform	Aplikasi harus dapat berjalan di berbagai platform <i>mobile</i> (Android, iOS) dan perangkat dengan spesifikasi <i>hardware</i> yang bervariasi. Ini penting untuk memastikan aksesibilitas bagi pengguna yang berbeda.

7	<i>User Interface (UI)</i> dan <i>User Experience (UX)</i>	Aplikasi harus memiliki antarmuka yang intuitif dan mudah digunakan. Desain UI/UX yang buruk dapat menghambat pengguna dalam memahami dan menggunakan aplikasi secara efektif.
8	Keamanan Data	Aplikasi harus menjamin keamanan data pengguna, termasuk informasi pribadi dan data keuangan. Implementasi enkripsi dan protokol keamanan yang kuat sangat penting untuk melindungi data.
9	Ketersediaan Data dan Integrasi API	Aplikasi harus dapat mengakses dan mengintegrasikan data dari sumber eksternal, seperti API cuaca dan database biaya energi. Keterbatasan dalam akses data dapat mempengaruhi akurasi analisis.
10	Kinerja dan Responsivitas	Aplikasi harus memiliki kinerja yang baik dan responsif, dengan waktu muat yang cepat dan kemampuan untuk menangani perhitungan kompleks tanpa <i>lag</i> . Kinerja yang buruk dapat mengurangi kepuasan pengguna.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka kebutuhan yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1. Produk mudah untuk diakses bagi pengembang pembangkit yang ingin menghitung keekonomian pembangkit tenaga surya (PLTS).
2. Produk memiliki keakuratan perhitungan yang akurat.
3. Produk dapat menghitung aspek keekonomian PLTS secara *real time*.
4. Produk mudah digunakan oleh pengembang pembangkit.

1.5 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu aplikasi yang mempermudah pengguna yang ingin menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk menghitung aspek keekonomian suatu bisnis pembangkit dan menentukan prospek suatu bisnis pembangkit. Aplikasi ini diharapkan dapat memberikan analisis yang akurat dan efisien, sehingga pengguna dapat membuat keputusan investasi yang lebih baik dan lebih cepat. Selain itu, aplikasi ini juga bertujuan untuk meningkatkan pemahaman masyarakat tentang potensi dan manfaat penggunaan energi terbarukan, serta mendorong adopsi teknologi PLTS di Indonesia.