

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan menjelaskan tentang teori-teori yang terkait dan relevan dengan penelitian ini. Teori-teori yang digunakan akan digunakan sebagai dasar dalam melakukan penelitian ini. tinjauan pustaka pada penelitian ini tentang perbandingan biaya penggunaan solar energi dan listrik PLN di perumahan samara hill Mojokerto.

2.1. Studi Literatur

Tabel 2.1 Studi Literatur

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
1	Rancangan Pemanfaatan Tenaga Surya sebagai Sumber Energi di Gedung Power House Bandara Banyuwangi	Hendro Widiarto & Asep Samanhudi (KNOWLEDGE: Jurnal Inovasi Hasil Penelitian dan Pengembangan, Vol. 3 No. 3, 2023)	Penelitian ini merancang dan menganalisis sistem PLTS On-Grid untuk kebutuhan energi Gedung Power House di Bandara Banyuwangi. Daya listrik yang dihasilkan dari sistem PLTS mencapai 15,3 kWh, dengan efisiensi performance ratio sebesar 84%. Panel yang digunakan berjumlah 40 unit tipe monocrystalline (450 Wp) dan mampu mensuplai	Persamaan : Sama-sama membahas pemanfaatan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) sebagai alternatif sumber listrik untuk mengurangi ketergantungan terhadap PLN. Menggunakan pendekatan efisiensi dan perhitungan ekonomis (termasuk simulasi penghematan biaya). Menekankan pentingnya pencapaian target energi terbarukan nasional. Perbedaan: Penelitian ini berfokus pada gedung komersial (bandara), sedangkan penelitian penulis berfokus pada lingkungan perumahan (Samara Hill). Studi ini menggunakan sistem On-Grid dengan target

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			kebutuhan energi selama 8 jam operasional harian. Proyeksi penghematan biaya listrik tahunan mencapai Rp 69.411.758. Desain ini dianggap layak secara teknis dan ekonomis, dan dapat mengurangi ketergantungan terhadap suplai listrik dari PLN.	operasional 8 jam, sementara penelitian penulis mungkin mempertimbangkan kombinasi beban rumah tangga secara harian dan penggunaan sistem Off-Grid atau Hybrid. Fokus pada institusi publik (bandara) sedangkan penelitian penulis mengarah ke 1 masyarakat sipil/rumah tinggal.
2	Economic analysis of photovoltaic–battery system for residential and commercial buildings in Indonesia	Cahyo Nugroho, Edi Leksono, Nurul Fitri Rachman, Heru Setiawan (Heliyon, Elsevier, Vol. 8 No. 12, Tahun 2021)	Penelitian ini melakukan analisis ekonomi dan teknis terhadap penggunaan sistem fotovoltaik (PV) dengan baterai pada bangunan residensial dan komersial di Indonesia. Hasil simulasi menunjukkan bahwa untuk rumah tangga, penggunaan PV–battery system dapat menurunkan biaya listrik secara signifikan, dengan nilai Net Present Cost (NPC) yang lebih rendah	Persamaan: Kedua penelitian menilai penerapan energi terbarukan untuk rumah tangga, khususnya dalam konteks efisiensi biaya dan penerapan PLTS. Perbedaan: Penelitian ini menggabungkan energi terbarukan dengan sistem diesel, sedangkan penelitian penulis lebih fokus pada penerapan sistem PLTS saja. Lokasi studi juga berbeda, dengan fokus penelitian ini di Algeria dan riset penulis di Indonesia.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			dibandingkan penggunaan listrik dari PLN dalam jangka panjang. Sistem hybrid dengan baterai juga mampu meningkatkan kemandirian energi dan cocok diterapkan di daerah dengan pasokan listrik tidak stabil. Selain itu, Levelized Cost of Energy (LCOE) dari sistem PV-battery terbukti kompetitif, khususnya untuk rumah dengan konsumsi menengah-tinggi.	
3	Design Optimization of Off-grid Hybrid Renewable Energy Systems Considering the Effects of Building Energy Performance and Climate Change: Case Study of Algeria	Charafeddine Mokhtara, Belkhir Negrou, Nouredine Settou, Belkhir Settou, Mohamed Mahmoud Samy, <i>Energy Journal</i>	Penelitian ini mengembangkan metode optimasi untuk desain sistem energi terbarukan hibrida (solar, angin, diesel, baterai) untuk elektrifikasi rumah tangga di daerah pedesaan, dengan mempertimbangkan efisiensi bangunan dan pengaruh	Persamaan: Kedua penelitian menilai penerapan energi terbarukan untuk rumah tangga, khususnya dalam konteks efisiensi biaya dan penerapan PLTS. Perbedaan: Penelitian ini menggabungkan energi terbarukan dengan sistem diesel, sedangkan penelitian penulis lebih fokus pada penerapan sistem PLTS saja. Lokasi studi juga berbeda, dengan fokus penelitian ini di

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			perubahan iklim. Metode optimasi menggunakan PSO (particle swarm optimization) dan GIS untuk menentukan konfigurasi optimal dengan tujuan mengurangi biaya energi (COE), mengurangi LPSP, dan meningkatkan fraksi energi terbarukan.	Algeria dan riset penulis di Indonesia.
4	Implementation of solar energy in smart cities using an integration of artificial neural network, photovoltaic system and classical Delphi methods	Nasim Ghadami, Mohammad Gheibi, Zahra Kian, Mahdiah G. Faramarz, Reza Naghedi, Mohammad Eftekhari, Amir M. Fathollahi-Fard, Maxim A. Dulebenets, Guangdong Tian, Sustainable Cities and Society	Penelitian ini mengintegrasikan penggunaan teknologi energi surya dengan sistem fotovoltaiik (PV) dan jaringan pembelajaran mesin (ANN) dalam manajemen energi kota pintar. Peneliti menggunakan metode Delphi klasik untuk merancang strategi motivasi bagi warga untuk terlibat dalam penggunaan energi terbarukan. Hasilnya menunjukkan	Persamaan: Sama-sama memfokuskan pada penggunaan energi terbarukan (khususnya energi surya) untuk mengelola konsumsi energi di kota atau area perumahan. Perbedaan: Penelitian ini berfokus pada penggunaan sistem PV dan integrasi dengan ANN serta strategi motivasi berbasis partisipasi warga (TP) dalam kota pintar, sedangkan riset penulis lebih terfokus pada perbandingan biaya antara PLTS dan sistem PLN dalam pembangunan perumahan.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			bahwa dengan menggunakan teknologi ANN dan simulasi sistem PV, kota seperti Mashhad di Iran dapat mengelola puncak konsumsi energi secara lebih efisien dan mendukung keterlibatan warga dalam program energi terbarukan.	
5	Renewable Energy for Sustainable Development: Opportunities, Challenges, and Policy Recommendations	Hossam A. Elewa, Ahmed N. Eldeen, ResearchGate	Artikel ini membahas potensi energi terbarukan untuk pembangunan berkelanjutan dengan fokus pada energi surya dan angin, serta tantangan dan kebijakan yang perlu diterapkan untuk mengatasi hambatan seperti masalah pasar, kurangnya kesadaran, dan kendala material. Penelitian ini juga mengusulkan langkah-langkah untuk mengurangi emisi karbon, mitigasi perubahan	Persamaan: Kedua penelitian membahas energi terbarukan sebagai solusi untuk mitigasi perubahan iklim dan keberlanjutan. Perbedaan: Fokus riset ini lebih umum pada kebijakan energi terbarukan secara global dan tantangan sistemik, sedangkan riset penulis lebih spesifik membandingkan penggunaan energi surya (PLTS) dengan PLN untuk perumahan di Indonesia.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			iklim, dan kebijakan untuk memastikan keberlanjutan dan akses energi yang bersih bagi seluruh populasi.	
6	Application of Off-Grid Solar Panels System for Household Electricity Consumptions in Facing Electric Energy Crisis	Selamat Meliala, Saifuddin M. Jalil, Wahyu Fuadi, Asran (International Journal of Engineering, Science & Information Technology – IJESTY, 2022)	Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem panel surya off-grid dapat digunakan secara efektif untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga, khususnya di wilayah yang belum terjangkau jaringan PLN atau untuk mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional yang tarifnya mahal. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja hingga 6 jam pada beban 93,5 watt, dan hanya 15 menit untuk beban 750 watt, menyoroti keterbatasan daya tahan baterai terhadap beban besar. Penelitian	Persamaan: Sama-sama membahas penerapan energi surya (solar panel) untuk kebutuhan listrik rumah tangga dan ditinjau dari konteks krisis energi serta biaya penggunaan listrik. Keduanya menekankan pada penghematan dan alternatif terhadap ketergantungan pada PLN. Perbedaan: Penelitian jurnal ini berfokus pada sistem off-grid dan diuji coba di daerah Gampong Paloh Lada, Aceh, dengan pendekatan teknis berupa implementasi sistem dan pengukuran langsung. Sementara penelitian penulis berfokus pada analisis biaya komparatif antara PLN dan PLTS atap pada perumahan Samara Hill Mojokerto, dengan konteks perumahan modern dan pendekatan ekonomi. Penelitian Anda cenderung menekankan aspek feasibility biaya, bukan hanya aspek teknis instalasi.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			juga menggaris bawahi pentingnya pengaturan penggunaan beban dan perlunya kapasitas baterai yang lebih tinggi untuk mendukung peralatan rumah tangga yang membutuhkan arus tinggi.	
7	Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap untuk Keperluan pada Rumah Tinggal (Studi Kasus: Rumah Tinggal di Jalan Swadaya, Depok)	Andhika Putra Pambayun & Muflihul Iman, 2020 (Institut Sains dan Teknologi Nasional)	Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan sistem PLTS atap dengan konfigurasi on-grid di rumah tinggal dapat menurunkan konsumsi listrik dari PLN secara signifikan. Analisis menunjukkan pengurangan tagihan listrik bulanan dari Rp308.128 menjadi sekitar Rp167.269 setelah PLTS dipasang. Kapasitas sistem optimal ditentukan sebesar 1,085 kWp, membutuhkan 5 modul surya, dan memanfaatkan sekitar 8 m ² area	Persamaan: Sama-sama meneliti penerapan sistem PLTS atap pada rumah tinggal, menggunakan pendekatan analisis beban dan efisiensi biaya listrik. Menekankan pentingnya PLTS sebagai alternatif sumber energi. Perbedaan: Lokasi studi berada di wilayah perkotaan (Depok) dengan kondisi infrastruktur PLN relatif stabil, sementara penelitian penulis berfokus pada kawasan perumahan baru di Kabupaten Mojokerto dengan potensi ketidakstabilan jaringan PLN. Penelitian ini tidak membandingkan biaya PLN vs PLTS secara mendalam seperti yang menjadi fokus utama studi Anda.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			atap. Selain manfaat finansial, sistem ini juga memberi kontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi ketergantungan pada energi fosil.	
8	Penerapan Teknologi Peningkatan Penggunaan Panel Surya untuk Energi Mandiri di Rumah Gemilang Indonesia Depok	Dwi Astharini, Khairul Auni, Subakti, Geordiano D.K. Putra, A.J. Pranata, Rahmadina Alamsyah, Suci Rahmatia, Ahmad H. Lubis (Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat Ke-3, 2023)	Penerapan teknologi tepat guna berupa sistem pengendalian dan monitoring berbasis IoT pada panel surya di RGI Depok berhasil meningkatkan pasokan energi harian dari 5,24 kWh menjadi 16,25 kWh. Waktu pengisian baterai berkurang dari rata-rata 6 jam menjadi 3 jam. Penerapan sistem ini juga menghemat biaya listrik hingga Rp 704.195/bulan dan mengurangi emisi CO ₂ sebanyak 145,23 kg/bulan. Melibatkan pelatihan langsung kepada mitra untuk monitoring dan	Persamaan: Sama-sama membahas pemanfaatan teknologi panel surya sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan bertujuan meningkatkan kemandirian energi. Penelitian ini juga melibatkan perhitungan efisiensi teknis dan ekonomi dari sistem PLTS. Perbedaan: Jurnal ini berfokus pada unit pelatihan dan pemberdayaan (lembaga sosial RGI) di wilayah urban (Depok), sementara penelitian penulis membahas perumahan menengah (Samara Hill, Kabupaten Mojokerto) sebagai studi kasus pembangunan hunian. Jurnal ini menekankan aspek community engagement dan peningkatan kapasitas teknis pengguna, serta integrasi IoT, sementara penelitian Anda lebih fokus pada analisa biaya dan kelayakan ekonomi

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			perawatan sistem, sekaligus memperkuat kemampuan teknis lokal.	penggunaan PLTS pada tahap awal pembangunan perumahan.
9	Pemasangan Pembangkit Tenaga Surya untuk Instalasi Rumah (Solar Home)	Arnold Rondonuwu, Alvando Wenas, Aldi Mandagi, 2023 (Central Publisher, Vol.1 No.4)	Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk instalasi rumah memberikan dampak positif dalam penghematan biaya energi jangka panjang, mendukung keberlanjutan lingkungan, serta meningkatkan kemandirian energi rumah tangga. Studi ini menggunakan metode kualitatif dan membandingkan konsumsi listrik serta biaya sebelum dan sesudah pemasangan PLTS. Hasilnya menunjukkan penurunan signifikan dalam	Persamaan: Sama-sama membahas penerapan sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) pada sektor perumahan. Fokus utamanya juga terkait aspek penghematan energi, kemandirian energi, dan efisiensi jangka panjang, yang sejalan dengan topik penelitian Anda. Perbedaan: Penelitian ini lebih menitikberatkan pada aspek teknis dan operasional pemasangan PLTS serta pengaruh orientasi panel terhadap efisiensi. Sementara itu, tema penelitian penulis berfokus pada analisis biaya dan perbandingan antara penggunaan energi PLN dengan energi surya di proyek perumahan baru (Samara Hill), yang bersifat studi kelayakan ekonomi.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			konsumsi energi dan tagihan listrik. Efektivitas sistem PLTS juga sangat dipengaruhi oleh faktor teknis seperti sudut kemiringan panel dan pencahayaan matahari.	
10	Optimalisasi Efisiensi Panel Surya dalam Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Tangga	Mochamad Karjadi, Ranah Research Journal (R2J), Vol. 7 No. 4, Tahun 2025	Penelitian ini menemukan bahwa efisiensi panel surya dalam sistem PLTS rumah tangga di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan, antara lain rendahnya efisiensi konversi (15–20%), biaya awal pemasangan yang tinggi, dan kurangnya pemahaman masyarakat terkait pemeliharaan sistem. Faktor cuaca seperti mendung dan shading dari lingkungan sekitar juga menurunkan performa. Solusi yang diusulkan mencakup inovasi teknologi, edukasi	Persamaan: Sama-sama berfokus pada pemanfaatan energi surya (PLTS) untuk kebutuhan rumah tangga. Mengkaji aspek efisiensi sistem PLTS yang relevan dengan penelitian Anda yang membandingkan biaya dan efisiensi penggunaan PLTS vs PLN. Menyinggung permasalahan biaya awal dan kendala implementasi PLTS yang sejalan dengan studi kasus Anda di perumahan Samara Hill Mojokerto. Menganalisis faktor teknis dan non-teknis seperti kebijakan, pemeliharaan, dan kesadaran masyarakat. Perbedaan: Penelitian ini menggunakan fenomenologi kepustakaan, bukan studi kuantitatif atau studi kasus langsung di lapangan seperti yang Anda lakukan. Fokus utamanya adalah optimalisasi efisiensi

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			teknis kepada pengguna, dan perbaikan kebijakan pemerintah melalui insentif dan penyederhanaan regulasi.	teknis panel surya, sementara penelitian penulis lebih menekankan pada analisis komparatif biaya penggunaan energi. Tidak terdapat simulasi biaya langsung, seperti dalam penelitian penulis yang menekankan simulasi penggunaan daya dan kalkulasi biaya untuk satu unit rumah.
11	A survey on deep learning methods for power load and renewable energy forecasting in smart microgrids	Sheraz Aslam, Herodotos Herodotou, Syed Muhammad Mohsin, Nadeem Javaid, Nouman Ashraf, Shahzad Aslam Renewable and Sustainable Energy Reviews, 144, 110992	Artikel ini menyurvei pendekatan deep learning (DL) dalam peramalan beban daya dan energi terbarukan pada microgrid pintar. Penelitian ini menunjukkan penerapan DL untuk meramalkan pembangkitan energi dari panel surya dan turbin angin, serta permintaan beban listrik di sektor perumahan dan komersial. Ditekankan bahwa keberhasilan pendekatan ini bergantung pada kualitas dan jumlah data historis yang digunakan, serta perangkat	Persamaan: Keduanya fokus pada teknologi energi terbarukan, dengan energi surya sebagai komponen penting, serta analisis tentang penggunaan energi terbarukan untuk manajemen daya yang lebih efisien. Perbedaan: Artikel ini fokus pada penggunaan deep learning untuk peramalan energi terbarukan dan beban, sedangkan riset penulis berfokus pada analisis biaya antara PLTS dan listrik PLN untuk perumahan di Indonesia.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			penyimpanan dan daya pemrosesan yang diperlukan untuk menangani data besar.	
12	Integrating renewable sources into energy systems for smart cities as a sagacious strategy towards a clean and sustainable process	Anh Tuan Hoang, Van Viet Pham, Xuan Phuong Nguyen Journal of cleaner production, 305, 127161	Penelitian ini mengkaji integrasi sumber energi terbarukan ke dalam sistem energi kota pintar sebagai strategi yang cerdas untuk mengurangi emisi dan mencapai proses yang lebih bersih dan berkelanjutan. Artikel ini membahas peran teknologi energi terbarukan (seperti surya, angin, biomassa, geotermal) dalam mendukung pencapaian tujuan kota pintar yang ramah lingkungan. Penelitian ini juga mengulas tantangan dan peluang dalam mengoptimalkan sistem energi yang terintegrasi dengan sumber energi terbarukan.	Persamaan: Keduanya mengkaji penggunaan energi terbarukan dalam perumahan dan kota pintar. Perbedaan: Penelitian ini berfokus pada integrasi sumber energi terbarukan untuk kota pintar, dengan menekankan pada aspek teknis dan ekonomi, sementara riset penulis lebih terfokus pada analisis biaya PLTS dibandingkan dengan listrik PLN untuk pembangunan perumahan.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
13	Sustainable Development Perspectives of Solar Energy Technologies with Focus on Solar Photovoltaic—A Review	Najwa Syahirah Mohamed Nor Izam, Zarina Itam, Wong Leong Sing, Agusril Syamsir Energies, 15(8), 2790	Artikel ini mengulas potensi energi surya (terutama fotovoltaik, PV) dalam mendukung pembangunan berkelanjutan. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tantangan dan peluang dalam pengembangan teknologi surya, serta peranannya dalam mitigasi perubahan iklim dan pengurangan emisi gas rumah kaca (GHG). Penelitian ini membahas berbagai hambatan terkait lingkungan, sosial, ekonomi, dan kebijakan yang mempengaruhi adopsi energi surya. Dengan menggunakan model STEEP (sosial, teknis, ekonomi, lingkungan, dan kebijakan), artikel ini menawarkan	Persamaan: Keduanya fokus pada penggunaan energi surya (PLTS) dalam perumahan, dengan penekanan pada keberlanjutan dan mitigasi perubahan iklim. Perbedaan: Artikel ini lebih fokus pada perspektif global terhadap tantangan teknologi PV, sementara riset penulis lebih terfokus pada perbandingan biaya antara PLTS dan listrik PLN dalam konteks pembangunan perumahan di Indonesia.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			wawasan tentang bagaimana teknologi PV dapat berperan dalam pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs).	
14	Solar energy harvesting technologies for PV self-powered applications: A comprehensive review	Daning Hao, Lingfei Qi, Alaeldin M. Tairab, Ammar Ahmed, Ali Azam, Dabing Luo, Yajia Pan, Zutao Zhang, Jinyue Yan Renewable energy, 188, 678-697	Artikel ini memberikan tinjauan menyeluruh mengenai teknologi pengumpulan energi surya untuk aplikasi PV yang mandiri (self-powered), dengan membahas sistem desain untuk aplikasi ini, serta komponen utama seperti teknik pelacakan titik daya maksimum (MPPT) dan sistem manajemen daya (PM). Selain itu, berbagai aplikasi PV yang mandiri, seperti perangkat wearable, sistem transportasi, dan perangkat monitoring lingkungan, juga dibahas. Penelitian ini memberikan	Persamaan: Keduanya berfokus pada aplikasi teknologi PV untuk perumahan dan penggunaan energi surya secara efektif. Perbedaan: Artikel ini lebih menekankan pada penerapan teknologi PV untuk berbagai aplikasi (misalnya wearable devices, transportasi) dan optimasi sistem manajemen daya, sedangkan riset penulis lebih terfokus pada perbandingan biaya energi surya dengan listrik PLN dalam konteks pembangunan perumahan.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			rekomendasi untuk pengembangan riset lebih lanjut dalam bidang teknologi PV mandiri.	
15	Design and implementation of an AI-based & IoT-enabled Home Energy Management System: A case study in Benguerir — Morocco	Abdelilah Rochda, Aboubakr Benazzouza, Ibtiha Ait Abdelmoulaa, Abdelhadi Raihanib, Abdellatif Ghenniouia, Zakaria Naimia, Badr Ikkena Energy Reports, 7, 699-719	Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem manajemen energi rumah pintar berbasis AI dan IoT yang bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan di rumah dengan mengintegrasikan sumber daya energi lokal, perangkat penyimpanan, dan perangkat fleksibel. Dalam studi ini, sistem yang dikembangkan di Benguerir, Maroko, menggabungkan strategi kontrol sisi pasokan dan sisi permintaan, dengan optimasi multi-objektif untuk mengurangi biaya dan meningkatkan kenyamanan. Hasil penelitian	Persamaan: Kedua penelitian berfokus pada manajemen energi di sektor perumahan, dengan penekanan pada integrasi energi terbarukan (terutama PV) untuk meningkatkan efisiensi energi. Perbedaan: Penelitian ini menggabungkan penggunaan AI dan IoT untuk mengelola energi secara lebih cerdas dalam rumah pintar, sementara riset penulis lebih fokus pada perbandingan biaya antara sistem PLTS dan PLN dalam perumahan.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			menunjukkan bahwa sistem ini dapat mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik, mengoptimalkan konsumsi energi, dan meningkatkan kenyamanan pengguna.	
16	Environmental and cost life cycle analysis of the impact of using solar systems in energy renovation of Southern European single-family buildings	Ricardo Mateus, Sandra Monteiro Silva, Manuela Almeida <i>Renewable Energy</i> , 137, 82-92	Penelitian ini melakukan analisis siklus hidup dan biaya dari penggunaan sistem surya dalam renovasi energi bangunan rumah keluarga tunggal di Eropa Selatan. Fokus utama penelitian ini adalah membandingkan beberapa skenario renovasi, yaitu <i>Basic</i> , <i>Cost-optimal</i> , dan <i>Zero Energy</i> , untuk menganalisis pengaruhnya terhadap pengurangan konsumsi energi dan dampak lingkungan. Hasil menunjukkan	Persamaan: Keduanya membahas penggunaan sistem energi terbarukan, khususnya surya, dalam renovasi bangunan untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi emisi karbon. Perbedaan: Penelitian ini berfokus pada analisis siklus hidup dan biaya sistem surya dalam renovasi bangunan di Eropa Selatan, sedangkan riset penulis lebih berfokus pada perbandingan biaya PLTS dengan listrik PLN dalam pembangunan perumahan di Indonesia.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			bahwa integrasi sistem surya dapat mengurangi konsumsi energi hingga 91% dalam skenario renovasi <i>Zero Energy</i> dan mengurangi emisi karbon secara signifikan.	
17	Developing Renewable and ALTERNATIVE Energy Sources to Improve the Efficiency of Housing Construction and Management	Ekaterina Nezhnikova, Oksana Papelniuk, Mihail Dudin International Journal of Energy Economics and Policy, 9(3), 172-178	Penelitian ini membahas pengembangan sumber energi terbarukan untuk meningkatkan efisiensi energi dalam sektor konstruksi perumahan. Fokus utama penelitian ini adalah mengidentifikasi peluang untuk memperkenalkan teknologi energi terbarukan dalam pembangunan perumahan untuk mengurangi konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sektor perumahan memiliki potensi	Persamaan: Keduanya membahas penerapan energi terbarukan dalam sektor perumahan untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi emisi karbon. Perbedaan: Penelitian ini lebih fokus pada penggunaan berbagai sumber energi terbarukan secara global, termasuk biomassa dan energi surya, untuk pembangunan rumah, sementara riset penulis lebih terfokus pada perbandingan biaya antara PLTS dan listrik PLN dalam konteks perumahan Indonesia.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			besar dalam mengurangi konsumsi energi melalui penerapan sumber energi terbarukan, seperti biomassa dan energi surya. Namun, tantangan utamanya adalah pembiayaan dan masalah logistik dalam pengadaan dan distribusi energi terbarukan.	
18	Renewable Energy Utilization in Rural Residential Housing: Economic and Environmental Facets	Aleksandra Siudek, Anna M. Klepacka, Wojciech J. Florkowski, Piotr Gradziuk Energies, 13(24), 6637	Penelitian ini membahas penerapan energi terbarukan (RE) dalam perumahan pedesaan di Polandia, dengan fokus pada pengurangan biaya energi dan emisi CO_2 melalui penggunaan sistem pemanas berbasis surya dan pompa panas. Penelitian ini membandingkan berbagai skenario konstruksi rumah yang menggunakan teknologi baru dan sumber energi terbarukan, serta menghitung biaya	Persamaan: Keduanya membahas penggunaan energi terbarukan, terutama energi surya, untuk mengurangi konsumsi energi dan dampak lingkungan. Perbedaan: Artikel ini lebih fokus pada sektor pedesaan di Polandia dan pengaruh kebijakan energi serta penggunaan teknologi RE untuk rumah tinggal, sedangkan riset penulis lebih berfokus pada perbandingan biaya antara PLTS dan listrik PLN di Indonesia.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			operasional dan pengurangan emisi karbon. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan RE di rumah-rumah pedesaan dapat mengurangi emisi CO ₂ hingga 90%, meskipun biaya awal untuk teknologi ini relatif tinggi.	
19	Life cycle cost and energy analysis of a Net Zero Energy House with solar combisystem	Mitchell Leckner & Radu Zmeureanu Applied Energy, 88(1), 232-241	Penelitian ini mengkaji analisis biaya dan energi dari rumah dengan desain Net Zero Energy House (NZEH) menggunakan sistem solar combisystem di iklim dingin Montreal. Hasil simulasi menunjukkan bahwa rumah ini dapat mencapai konsumsi energi net-zero, namun analisis biaya menunjukkan bahwa biaya awal untuk sistem solar sangat tinggi, sehingga tidak menghasilkan	Persamaan: Keduanya membahas konsep penggunaan energi surya untuk mengurangi konsumsi energi pada rumah tinggal, dengan analisis biaya dan efisiensi energi. Perbedaan: Artikel ini lebih fokus pada rumah net-zero energy menggunakan kombinasi teknologi surya untuk mencapai efisiensi energi, sedangkan riset penulis berfokus pada perbandingan biaya antara PLTS dan listrik PLN untuk pembangunan perumahan di Indonesia.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			pengembalian finansial dalam jangka pendek. Hasil energy payback time (EPT) untuk sistem ini adalah sekitar 8.4–8.7 tahun, dengan energy payback ratio (EPR) 3.5–3.8.	
20	A Publicly Available Cost Simulation of Sustainable Construction Options for Residential Houses	Lawrence Fulton, Bradley Beauvais, Matthew Brooks, Clemens Scott Kruse, Kimberly Lee Sustainability, 12(7), 2873	Penelitian ini mengembangkan simulasi biaya yang tersedia untuk umum, memungkinkan perbandingan antara opsi konstruksi dasar dan opsi berkelanjutan. Simulasi ini mengevaluasi titik impas biaya dan dampak lingkungan dari berbagai pilihan konstruksi berkelanjutan seperti panel surya, rainwater harvesting, dan sistem pemanas air yang hemat energi. Hasilnya menunjukkan bahwa banyak opsi berkelanjutan yang	Persamaan: Keduanya membahas penerapan teknologi energi terbarukan dalam perumahan, dengan fokus pada efisiensi energi dan pengurangan dampak lingkungan. Perbedaan: Penelitian ini lebih berfokus pada simulasi biaya dan manfaat dari berbagai opsi konstruksi berkelanjutan secara komprehensif, termasuk panel surya, sementara riset penulis lebih terfokus pada perbandingan biaya antara PLTS dan listrik PLN dalam konteks pembangunan perumahan di Indonesia.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			ramah lingkungan dan juga ekonomis bagi konsumen dalam jangka panjang, dengan titik impas untuk solusi solar pada rumah 3000 kaki persegi adalah 9 tahun.	
21	A meta-analysis of residential PV adoption: the important role of perceived benefits, intentions and antecedents in solar energy acceptance	Emily Schulte, Fabian Scheller, Daniel Sloot, Thomas Bruckner Energy Research & Social Science, 84, 102339	Artikel ini menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi sistem fotovoltaik (PV) di sektor perumahan, menggunakan pendekatan meta-analisis dan model persamaan struktural. Temuan utama menunjukkan bahwa persepsi manfaat (baik pribadi maupun lingkungan), norma subjektif, dan keinginan untuk berinovasi adalah faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap niat untuk mengadopsi sistem PV. Penelitian ini juga mengungkapkan	Persamaan: Kedua penelitian berfokus pada adopsi energi terbarukan (khususnya PV) di sektor perumahan. Keduanya mempertimbangkan aspek sosial dan ekonomi dalam mempengaruhi keputusan adopsi. Perbedaan: Penelitian ini menggunakan meta-analisis untuk menyimpulkan faktor-faktor utama yang mempengaruhi adopsi PV di perumahan secara global, sementara riset penulis lebih fokus pada perbandingan biaya antara PLTS dan listrik PLN di Indonesia untuk pembangunan perumahan.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			bahwa faktor sosio-demografis seperti pendapatan dan pendidikan tidak signifikan dalam memprediksi niat adopsi PV.	
22	Technical feasibility evaluation of a solar PV based off-grid domestic energy system with battery and hydrogen energy storage in northern climates	Pietari Puranen, Antti Kosonen, Jero Ahola Solar Energy, 213, 245-259	Penelitian ini mengevaluasi kelayakan teknis dari sistem energi off-grid berbasis PV dengan penyimpanan energi baterai dan hidrogen di iklim utara. Sistem ini bertujuan untuk mempertahankan rumah tinggal di Finlandia tanpa bergantung pada grid listrik, mengandalkan energi surya yang disimpan dalam bentuk baterai dan hidrogen. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kombinasi penyimpanan baterai dan hidrogen dapat memenuhi kebutuhan energi rumah tangga sepanjang tahun	Persamaan: Kedua penelitian menilai penerapan energi terbarukan (PLTS) dalam mengelola konsumsi energi, dengan fokus pada sistem off-grid dan kebutuhan penyimpanan energi. Perbedaan: Penelitian ini meneliti penyimpanan energi hidrogen dan baterai untuk sistem off-grid di negara dengan iklim dingin (Finlandia), sementara riset penulis lebih fokus pada perbandingan biaya antara PLTS dan listrik PLN untuk perumahan di Indonesia.

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			meskipun menghadapi tantangan cuaca ekstrem di musim dingin.	
23	Assessment of the Renewable Energy Generation Towards Net-Zero Energy Buildings: A Review	Asam Ahmed, Tianshu Ge, Jinqing Peng, Wei-Cheng Yan, Boon Tuan Tee, Siming You	Penelitian ini membahas kontribusi berbagai sumber energi terbarukan (surya, angin, hidro, bioenergi, dan pompa panas) untuk mendukung pengembangan Bangunan Energi Net-Zero (NZEB). Selain itu, analisis biaya-manfaat dan evaluasi siklus hidup diterapkan untuk mengevaluasi kinerja dan dampak lingkungan dari teknologi energi terbarukan yang digunakan dalam pembangunan NZEB.	Persamaan: Kedua penelitian berfokus pada penggunaan energi terbarukan untuk pembangunan berkelanjutan, dengan kontribusi PLTS dalam riset Anda, sementara artikel ini juga membahas energi surya sebagai salah satu komponen penting dalam NZEB. Perbedaan: Penelitian ini lebih menekankan pada klasifikasi bangunan NZEB dan analisis dari berbagai jenis energi terbarukan, sedangkan riset penulis lebih terfokus pada perbandingan biaya energi surya (PLTS) dengan listrik PLN dalam konteks perumahan.
24	Solar Energy: Applications, Trends Analysis, Bibliometric Analysis and Research Contribution to Sustainable	Khaled Obaideen, Abdul Ghani Olabi, Yaser Al Swailmeen, Nabila Shehata,	Artikel ini mengkaji berbagai aplikasi energi surya, termasuk solar PV skala besar, PV rumah tangga, hidrogen hijau, desalinasi air,	Persamaan: Kedua penelitian membahas energi terbarukan (terutama surya) sebagai solusi untuk pengembangan berkelanjutan dan mitigasi perubahan iklim. Perbedaan:

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
	Development Goals (SDGs)	Mohammad Ali Abdelkareem, Abdul Hai Alami, Cristina Rodriguez, Enas Taha Sayed Sustainability, 15(2), 1418.	dan transportasi. Melalui analisis bibliometrik, penelitian ini mengidentifikasi tren dan kontribusi penelitian terhadap Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya SDG 7 (Energi Terjangkau dan Bersih). Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian fokus pada SDG 7, namun masih ada kekurangan riset terkait SDG lain seperti SDG 1 (Tanpa Kemiskinan) dan SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur).	Penelitian ini lebih bersifat global dan terfokus pada analisis bibliometrik, sedangkan riset penulis lebih terfokus pada perbandingan biaya penggunaan PLTS dan listrik PLN dalam pembangunan perumahan di Indonesia.
25	Multi-objective Optimization of Passive Energy Efficiency Measures for Net-zero Energy Building in Morocco	N. Abdou, Y. EL Mghouchi, S. Hamdaoui, N. EL Asri, M. Mouqallid Building and environment, 204, 108141.	Penelitian ini mengkaji kemungkinan mencapai bangunan energi net-zero (NZEB) di sektor perumahan Maroko dengan mengkombinasikan praktik efisiensi energi arsitektural	Persamaan: Kedua penelitian membahas efisiensi energi pada bangunan dan penggunaan energi terbarukan. Perbedaan: Penelitian ini menggabungkan teknologi energi terbarukan (angin dan PV) untuk bangunan net-zero di Maroko, sedangkan riset penulis lebih

NO	JUDUL	AUTHOR	HASIL PENELITIAN	PERSAMAAN/PERBEDAAN DENGAN TEMA RISET
			dan energi terbarukan untuk produksi air panas dan listrik. Penelitian ini menggunakan optimasi multi-objektif untuk menemukan solusi terbaik yang mengkompromikan antara biaya siklus hidup bangunan, penghematan energi, dan kenyamanan termal. Hasil menunjukkan penghematan energi lebih dari 21%, serta pengurangan beban pemanasan dan pendinginan hingga 40%.	fokus pada perbandingan biaya energi PLTS dengan listrik PLN di Indonesia untuk perumahan.

Sumber: (Olah Data Penulis, 2025)

2.2. Gap Riset

Penelitian mengenai penggunaan energi terbarukan, terutama sistem panel surya, telah banyak dilakukan di berbagai sektor, mulai dari skala rumah tangga, perumahan, hingga infrastruktur publik. Namun, masih terdapat sejumlah kekosongan dalam literatur yang perlu diteliti lebih lanjut, khususnya terkait penerapan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada pembangunan perumahan di daerah berkembang dengan tantangan infrastruktur kelistrikan yang terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi

kekosongan tersebut dengan fokus pada perbandingan biaya antara penggunaan listrik dari PLN dan sistem PLTS atap di perumahan Samara Hill, Kabupaten Mojokerto, yang memiliki potensi besar untuk penerapan energi surya, namun belum banyak mendapat perhatian dalam konteks ini.

1. Perbedaan Lokasi dan Infrastruktur

Sebagian besar penelitian yang ada cenderung lebih fokus pada penerapan teknologi energi surya di kawasan urban atau daerah dengan infrastruktur listrik yang sudah cukup stabil, seperti Depok atau Banyuwangi. Penelitian ini berbeda, karena membahas penerapan PLTS di daerah yang infrastruktur kelistrikannya belum optimal, seperti Kabupaten Mojokerto. Fokus ini membuat penelitian ini lebih relevan bagi daerah-daerah yang menghadapi tantangan ketergantungan pada energi fosil dan keterbatasan integrasi dengan jaringan PLN.

2. Analisis Biaya dan Pendekatan Ekonomi

Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih memusatkan perhatian pada efisiensi teknis dan dampak lingkungan dari penggunaan sistem PLTS, seperti yang dilakukan oleh Dwi Astharini dkk. (2023) atau Arnold Rondonuwu (2023), yang menilai penghematan biaya energi dalam jangka panjang dari penggunaan PLTS. Penelitian ini, di sisi lain, lebih menekankan pada analisis biaya awal dan kelayakan ekonomi antara sistem PLTS dan listrik PLN pada tahap awal pembangunan perumahan, yang masih jarang dijumpai dalam studi sebelumnya.

3. Skala dan Jenis Sistem PLTS

Sebagian besar riset terdahulu lebih banyak meneliti sistem PLTS on-grid untuk rumah tinggal, seperti yang dilakukan oleh Andhika Putra Pambayun & Muflihul Iman (2020) dan Mochamad Karjadi (2025). Penelitian ini fokus pada penggunaan sistem PLTS atap di perumahan, khususnya di daerah dengan potensi ketidakstabilan pasokan listrik. Dengan mempertimbangkan penggunaan sistem PLTS on-grid atau bahkan hybrid, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi model yang lebih aplikatif

dalam konteks perumahan yang menghadapi tantangan kestabilan pasokan listrik.

4. Fokus pada Analisis Keberlanjutan dan Kemandirian Energi

Beberapa studi, seperti "Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap untuk Keperluan pada Rumah Tinggal" oleh Andhika Putra Pambayun (2020) atau "Penerapan Teknologi Peningkatan Penggunaan Panel Surya" oleh Dwi Astharini (2023), menyoroti keberlanjutan lingkungan dan kemandirian energi dengan hasil yang menunjukkan penghematan energi dan penurunan biaya bulanan. Namun, masih kurangnya analisis komprehensif terkait perbandingan biaya antara penggunaan listrik PLN dan PLTS menjadi celah yang penting dalam proses pengambilan keputusan dalam pembangunan perumahan.

5. Teknologi dan Pendekatan Inovatif

Sementara beberapa penelitian lebih berfokus pada teknologi pengendalian berbasis IoT dan integrasi dengan AI, seperti yang dibahas oleh Abdelilah Rochda (2023) dan Nasim Ghadami (2025), penelitian ini belum banyak ditemukan dalam konteks perumahan baru. Fokus utama dari penelitian ini adalah analisis teknis dan ekonomis dalam memilih antara penggunaan PLTS atau listrik PLN tanpa mengandalkan teknologi tambahan yang kompleks. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi baru dalam kebijakan dan perencanaan pembangunan perumahan yang lebih sederhana namun efisien.

2.3. Landasan Teori

2.3.1. Pengertian Perumahan

Rumah adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian dan sarana pembinaan keluarga (Undang-Undang No.4 Tahun 1992). Dalam pengertian yang luas, rumah tinggal bukan hanya sebuah bangunan (struktural), melainkan juga tempat kediaman yang memenuhi syarat-syarat kehidupan yang layak, dipandang dari berbagai segi kehidupan masyarakat (Frick dan Muliani, 2006). Berdasarkan

pengertian tersebut rumah tinggal dapat diartikan sebagai tempat tinggal yang memiliki berbagai fungsi untuk tempat hidup manusia yang layak.

a. Fungsi Perumahan

Secara garis besar, rumah memiliki empat fungsi pokok sebagai tempat tinggal yang layak dan sehat bagi setiap manusia, yaitu :

1. Rumah harus memenuhi kebutuhan pokok jasmani manusia.
2. Rumah harus memenuhi kebutuhan pokok rohani manusia.
3. Rumah harus melindungi manusia dari penularan penyakit.
4. Rumah harus melindungi manusia dari gangguan luar.

Pengertian rumah yang dapat memuaskan kebutuhan jasmani manusia adalah rumah yang memenuhi persyaratan berikut:

1. Dapat memberi perlindungan terhadap gangguan-gangguan cuaca atau keadaan iklim yang kurang sesuai dengan kondisi hidup manusia misalnya : panas, dingin, angin, hujan, dan udara.
2. Dapat memenuhi kebutuhan penghuninya untuk melakukan kegiatan atau pekerjaan rumah tangga sehari-hari, antara lain :
3. Kegiatan kerja yang ringan, misalnya memasak, menjahit, belajar, dan menulis.
4. Berkumpul bersama seluruh keluarga atau mengadakan pertemuan dengan tamu.
5. Kegiatan rutin untuk memenuhi kebutuhan kesehatan jasmani bagi kelangsungan hidup, yakni antara lain : mandi, tidur, dan makan. Dapat digunakan sebagai tempat istirahat yang tenang di waktu lelah atau sakit.

Rumah yang dapat memenuhi kebutuhan rohani manusia adalah rumah yang memberi perasaan aman dan tentram bagi seluruh keluarga sehingga mereka dapat berkumpul dan hidup bersama, serta dapat mengembangkan sifat dan kepribadian yang sehat. Rumah yang merupakan tempat perlindungan dari pengaruh lingkungan luar adalah rumah yang dapat menjauhkan segala gangguan kesehatan bagi penghuninya. Rumah juga harus kuat dan

stabil sehingga dapat memberi perlindungan terhadap gangguan keamanan yang disebabkan bencana alam maupun kerusakan atau kejahatan oleh pencurian dan perampokan (Frick dan Muliani, 2006).

2.3.2. Type Bangunan Perumahan

Type bangunan perumahan merujuk pada kategori atau klasifikasi bangunan tempat tinggal berdasarkan ukuran, desain, dan fasilitas yang tersedia. Tipe pada perumahan samara hill ini terdiri dari tipe 36 dan 45. Setiap tipe biasanya ditandai dengan luasan bangunan dan tanah, serta jumlah kamar tidur dan kamar mandi. Berikut type bangunan yang akan dijadikan acuan untuk bahan pertimbangan layaknya pada pembangunan perumahan samara hill sebagai Berikut :

1. Type 36

Rumah tipe 36 adalah salah satu tipe rumah yang paling disukai. Ukurannya yang tidak terlalu kecil dan harganya masih terjangkau membuatnya laris manis di pasaran. Rumah dengan tipe ini merupakan tipe wajib yang harus dibangun oleh developer yang menyasar segmen *middle-middle low*. Rumah tipe 36 sangat cocok untuk keluarga kecil yang telah memiliki satu anak. Rumah dengan tipe 36 dibangun dengan dimensi 6 x 6 meter atau 9 x 4 meter. Rumah dengan tipe ini dibangun diatas tanah seluas 60 hingga 72 meter persegi. Namun terdapat beberapa rumah tipe 36 yang dibangun diatas tanah seluas 90 meter persegi. Sebagai rumah dengan luas yang lebih besar, rumah tipe 36 memiliki 1 sampai 2 kamar tidur, 1 kamar mandi, ruang tamu dan ruang makan serta dapur.

2. Type 45

Rumah dengan tipe 45 termasuk tipe favorit yang paling banyak dicari oleh para end user dan investor properti di Indonesia. Rumah tipe 45 sudah mulai memasuki segmen *middle-low*. Rumah tipe 45 umumnya dibangun dengan dimensi 6 x 7,5 meter. Luas tanah rumah

tipe 45 umumnya sekitar 72, 90 dan 96 meter persegi. Sebagai rumah yang lebih luas, akan didapatkan rumah dengan 2 kamar tidur, 1 kamar mandi, 1 ruang tamu yang cukup besar. Anda juga akan mendapatkan taman dan parkir mobil yang lebih memadai. Biasanya kualitas bangunan yang didapatkan juga lebih baik dibandingkan dengan rumah tipe 36. Luasnya rumah memberikan kenyamanan penghuninya.

2.3.3. Teori Energi Surya (Solar Energi)

Energi surya merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang bersumber dari radiasi matahari. Dalam konteks global, energi ini telah menjadi alternatif utama dalam upaya pengurangan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang semakin menipis dan menyebabkan polusi lingkungan. Ini menjadikan wilayah seperti Mojokerto yang mendapatkan paparan sinar matahari hampir sepanjang tahun sangat cocok untuk pengembangan sistem energi surya, terutama dalam skala rumah tangga.

A. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah salah satu solusi yang sangat relevan dalam upaya pemanfaatan energi terbarukan untuk menghasilkan listrik. Energi surya merupakan sumber daya alam yang melimpah dan dapat diperbaharui, menjadikannya pilihan yang sangat potensial dalam memenuhi kebutuhan energi dunia yang terus berkembang. PLTS bekerja dengan mengonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui proses yang dikenal dengan istilah fotovoltaik. Proses ini terjadi pada sel fotovoltaik yang terdapat pada panel surya, yang terbuat dari bahan semikonduktor, biasanya silikon. Ketika cahaya matahari jatuh pada sel fotovoltaik, energi dari cahaya matahari tersebut akan menyebabkan elektron dalam bahan semikonduktor bergerak, sehingga menghasilkan arus listrik searah (DC).

PLTS On-Grid adalah jenis sistem pembangkit listrik tenaga surya yang terhubung langsung ke jaringan listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara). Pada sistem ini, listrik yang dihasilkan oleh panel surya digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik di rumah atau bangunan yang terpasang sistem tersebut, dan kelebihan energi yang dihasilkan akan disalurkan ke jaringan listrik PLN. Sebaliknya, jika sistem PLTS tidak dapat memenuhi kebutuhan listrik pada waktu tertentu, misalnya pada malam hari atau saat cuaca mendung, pengguna akan mengambil listrik dari jaringan PLN.

1. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS bekerja dengan memanfaatkan efek fotovoltaiik, yaitu proses pengubahan cahaya matahari menjadi energi listrik menggunakan sel surya. Sel surya terbuat dari bahan semikonduktor, biasanya silikon, yang dapat menghasilkan listrik ketika terkena cahaya matahari. Panel surya yang terdiri dari banyak sel surya ini mengubah energi cahaya menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah (DC). Listrik DC ini kemudian diubah menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan perangkat yang disebut inverter. Energi listrik AC inilah yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan daya listrik pada rumah atau bangunan.

2. Komponen dan Biaya Pemasangan PLTS

Komponen utama dalam pemasangan sistem solar energy meliputi:

- a. Panel Surya (PV Module): Berfungsi menangkap cahaya matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik. Harga per unit panel 350 WP berkisar Rp2–3 juta.
- b. Inverter: Mengubah arus DC menjadi AC agar bisa digunakan oleh perangkat rumah tangga. Biaya inverter rumah tangga umumnya Rp3–8 juta.
- c. Mounting System dan Wiring: Menyangga panel di atap dan menghubungkannya ke inverter dan panel distribusi rumah.

- d. Biaya Instalasi dan Konfigurasi Sistem: Instalasi oleh teknisi bersertifikat. Biaya jasa tergantung skala dan kompleksitas sistem.

2.3.4. Teori Energi Listrik PLN

Perusahaan Listrik Negara (PLN) adalah BUMN yang memiliki peran sentral dalam penyediaan energi listrik di seluruh wilayah Indonesia. Sebagai penyedia listrik utama, PLN memiliki infrastruktur yang sangat luas mulai dari pembangkitan, transmisi, hingga distribusi ke pelanggan akhir, baik rumah tangga, industri, maupun sektor komersial lainnya. Energi listrik yang disalurkan oleh PLN sebagian besar masih berasal dari pembangkit berbasis bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam. Meskipun demikian, dalam beberapa tahun terakhir PLN mulai mengembangkan dan mengintegrasikan pembangkit berbasis energi terbarukan ke dalam sistem kelistrikan nasional, walau persentasenya masih relatif kecil.

Struktur tarif listrik PLN diatur oleh pemerintah dan dapat berubah sewaktu-waktu tergantung pada beberapa faktor seperti harga bahan bakar, nilai tukar rupiah terhadap dolar, serta inflasi. Dalam praktiknya, pelanggan dibagi menjadi beberapa golongan berdasarkan daya yang digunakan (VA) dan peruntukannya (rumah tangga, bisnis, industri). Tarif listrik untuk rumah tangga 900 VA dan 1300 VA misalnya, memiliki skema tarif yang berbeda, dan sebagian golongan masih mendapat subsidi dari pemerintah.

Salah satu karakteristik penting dari penggunaan listrik PLN adalah adanya ketergantungan pada infrastruktur sentral dan kebijakan nasional. Ketika terjadi gangguan dari pembangkit atau jaringan transmisi, maka suplai listrik ke pelanggan bisa terganggu, seperti yang kerap terjadi dalam bentuk pemadaman bergilir. Selain itu, konsumsi listrik dari PLN secara terus menerus akan menimbulkan akumulasi biaya bulanan yang menjadi beban tetap bagi penghuni rumah.

Dalam konteks perumahan seperti Samara Hill di Mojokerto, penggunaan listrik PLN umumnya menjadi standar utama karena ketersediaannya yang merata dan instalasi awal yang sederhana. Namun, dalam jangka panjang, biaya listrik yang terus berjalan tanpa ada nilai investasi kembali menjadi pertimbangan penting, terutama bila dibandingkan dengan opsi lain seperti energi surya.

Dari sisi keberlanjutan, penggunaan listrik dari PLN yang masih bergantung pada energi fosil memiliki dampak terhadap lingkungan seperti emisi karbon dan polusi udara. Hal ini menjadi tantangan bagi agenda pembangunan berkelanjutan, terutama yang berkaitan dengan target dalam penyediaan energi bersih dan terjangkau. Dengan mempertimbangkan semua aspek biaya, dan fleksibilitas, maka analisa biaya listrik PLN perlu dilakukan secara menyeluruh agar dapat dibandingkan secara adil dengan alternatif sumber energi lain seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

1. Sistem Kelistrikan PLN

Energi listrik merupakan kebutuhan dasar yang penting dalam menunjang berbagai aktivitas di rumah tangga. Di Indonesia, pasokan listrik untuk rumah tangga disalurkan melalui jaringan milik Perusahaan Listrik Negara (PLN), yang menyediakan listrik untuk berbagai kebutuhan seperti penerangan, alat elektronik (TV, kulkas, mesin cuci), dan peralatan rumah tangga lainnya. Sebagian besar konsumen rumah tangga di Indonesia menggunakan listrik dengan sambungan daya 900 VA, 1.300 VA, atau 2.200 VA, yang masing-masing memiliki karakteristik dan biaya penyambungan yang berbeda.

Pola konsumsi energi listrik rumah tangga sangat bergantung pada jenis peralatan yang digunakan, durasi pemakaian, serta ukuran rumah dan jumlah penghuni. Rumah tipe 36 dan tipe 45 pada umumnya menggunakan sambungan listrik dengan daya 1.300 VA, yang dianggap cukup untuk kebutuhan rumah tangga standar di

Indonesia. Berdasarkan data dari Kementerian ESDM (2023), rumah tangga dengan daya 1.300 VA memiliki konsumsi listrik bulanan rata-rata antara 100 hingga 150 kWh, tergantung pada peralatan yang digunakan.

2. Skema Layanan PLN untuk Rumah Tangga

PLN menawarkan dua sistem layanan listrik untuk pelanggan rumah tangga:

a. Listrik Pascabayar

Sistem pascabayar merupakan layanan listrik di mana pelanggan menggunakan energi listrik terlebih dahulu dalam periode satu bulan, dan kemudian membayar tagihan berdasarkan jumlah pemakaian (dalam kWh) pada akhir periode. Pembacaan meteran dilakukan oleh petugas PLN atau secara otomatis melalui sistem digital, yang kemudian menghasilkan tagihan berdasarkan konsumsi energi yang tercatat. Setiap bulan, pelanggan menerima tagihan yang mencantumkan jumlah pemakaian kWh serta jumlah yang harus dibayar. Keunggulan sistem ini adalah fleksibilitasnya, karena pelanggan dapat menikmati pasokan listrik tanpa perlu melakukan pengisian ulang. Namun, pelanggan diharuskan untuk membayar tagihan tepat waktu agar tidak dikenakan denda atau pemutusan layanan. Listrik pascabayar umumnya digunakan oleh industri, kantor, serta rumah tangga yang lebih memilih kenyamanan tanpa perlu khawatir mengontrol saldo atau token.

b. Listrik Prabayar (Token)

Listrik prabayar, yang sering dikenal dengan sebutan token listrik, adalah sistem di mana pelanggan membeli pulsa listrik dalam bentuk token (bernilai sejumlah kWh) sebelum menggunakannya. Pelanggan kemudian mengisi token ke dalam meteran digital yang terpasang di rumah. Aliran listrik akan terputus otomatis saat pemakaian kWh pada token habis, dan pelanggan harus membeli token lagi untuk melanjutkan penggunaan listrik. Sistem ini serupa

dengan sistem pulsa ponsel. Keuntungan utama dari listrik Prabayar adalah adanya kontrol yang lebih transparan atas penggunaan energi, di mana pelanggan dapat memantau langsung sisa pemakaian kWh. Sistem ini mendorong pelanggan untuk lebih bijak dalam menggunakan energi dan mengelola pengeluaran rumah tangga. Listrik Prabayar semakin populer, terutama di kalangan pelanggan rumah tangga dan usaha kecil.

Tabel 2.2 Rincian Pemasangan Baru Listrik PLN 1300 VA

Daya Listrik (VA)	Golongan Tarif	Tarif/kWh (Rp)	Biaya Pasang Baru Prabayar (Rp)	Biaya Pasang Baru Pascabayar (Rp)
450	Subsidi R-1/TR	Rp 415,00	Rp 421.000	Rp 282.900
Subsidi 900	Subsidi R-1/TR	Rp 605,00	Rp 843.000	Rp 967.800
900 RTM (non-subsidi)	R-1/TR RTM	Rp 1.352,00	Rp 843.000	Rp 967.800
1.300	R-1/TR	Rp 1.444,70	Rp 1.218.000	Rp 1.485.900
2.200	R-1/TR	Rp 1.444,70	Rp 2.062.000	Rp 2.482.200
3.500	R-2/TR	Rp 1.699,53	Rp 3.391.500	Rp 4.046.000

Sumber: (PLN UP3 Mojokerto ULP Mojokerto Kota, 2025)

3. Biaya Pemasangan Sistem PLN

Proses pemasangan sistem listrik PLN melibatkan beberapa komponen biaya, antara lain:

a. Biaya Penyambungan

Biaya ini bergantung pada daya yang diminta. Sebagai contoh, untuk rumah dengan daya 1300 VA, biaya sambung dapat mencapai sekitar Rp1.218.000 (berdasarkan tarif 2025).

b. Biaya Instalasi Internal

Biaya ini mencakup pemasangan kabel, MCB, stop kontak, serta perlengkapan lainnya yang dilakukan oleh tenaga instalatir bersertifikat. Besarnya biaya instalasi ini bervariasi, tergantung

pada panjang kabel yang diperlukan dan tingkat kompleksitas struktur rumah.

c. Sertifikat Laik Operasi (SLO)

SLO merupakan persyaratan resmi yang harus dipenuhi sebelum aliran listrik dapat diaktifkan. Sertifikat ini membuktikan bahwa instalasi listrik di rumah telah memenuhi standar keselamatan dan teknis yang ditetapkan oleh PLN.

2.3.5. Biaya

A. Definisi Biaya

Dalam disiplin ilmu ekonomi dan akuntansi, biaya merujuk pada pengeluaran sumber daya yang dihitung dalam bentuk nilai moneter untuk memperoleh barang maupun jasa tertentu. Biaya ini dapat dibedakan menjadi biaya nyata (realized cost) yang telah terjadi, maupun biaya perkiraan (estimated cost) yang diramalkan akan terjadi di masa mendatang, tergantung dari konteks penggunaan dan analisisnya (Mulyadi, 2005).

Pada penelitian ini, biaya merujuk pada seluruh pengeluaran terkait penggunaan energi—baik dari penyedia listrik negara (PLN) maupun dari sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS/on-grid solar panel). Biaya yang dianalisis mencakup investasi awal, biaya operasional, serta biaya pemeliharaan sistem (O&M).

1. Biaya Tetap (Fixed Cost)

Biaya tetap adalah elemen biaya yang nominalnya tidak mengalami perubahan walaupun terjadi variasi volume aktivitas atau tingkat penggunaan energi dalam jangka waktu tertentu. Artinya, baik konsumsi listrik meningkat maupun menurun, besaran biaya ini tetap harus ditanggung pengguna.

Komponen biaya tetap pada sistem listrik, dapat dirinci sebagai berikut:

- a. C_p : Biaya administrasi resmi yang ditetapkan PLN (mengacu pada regulasi dan update terbaru).
- b. C_i : Pengeluaran untuk pembelian pulsa/token listrik awal (bagi sistem Prabayar).
- c. C_m : Biaya material pokok dan instalasi dasar.
- d. C_b : Seluruh biaya dokumen administrasi, termasuk Sertifikat Laik Operasi (SLO), Nomor Identitas Instalasi (NIDI), materai, dan persyaratan legal lainnya.

Sehingga, total biaya tetap (Fixed Cost/FC) dirumuskan sebagai:

$$FC = C_p + C_i + C_m + C_b$$

B. Pada Sistem PLTS On-grid

Pada penggunaan panel surya, komponen biaya tetap meliputi pembelian perangkat utama (modul surya), inverter, biaya instalasi, mounting/penyangga, dan biaya baterai (bila sistem menggunakan opsi hybrid/off-grid). Rumusnya dapat dijabarkan:

- a. C_p : Harga panel surya
- b. C_i : Harga inverter
- c. C_m : Biaya instalasi dan penyangga
- d. C_b : Biaya baterai (jika digunakan)

Secara matematis, penjumlahan sama:

Rumus biaya tetap:

$$FC = C_p + C_i + C_m + C_b$$

1. Biaya Variabel (Variable Cost)

Biaya variabel adalah pengeluaran yang berubah sesuai dengan tingkat aktivitas atau konsumsi energi. Semakin besar jumlah energi yang digunakan, semakin besar pula biaya variabel yang harus dibayarkan oleh konsumen.

C. Kategori PLN

Pada sistem PLN, biaya variabel utamanya adalah tagihan listrik bulanan, dihitung berdasarkan konsumsi (kWh) dikali tarif per kWh.

Contoh Perhitungan:

1. Konsumsi: 100 kWh
2. Tarif listrik: Rp 1.444,70/kWh

Biaya Penggunaan = $100 \times 1.444,70 = 144.470$

Total Sementara = 144.470

Total Akhir = 147.470

D. Pada Sistem PLTS On-grid

Biaya variabel ditujukan untuk aspek operasional dan pemeliharaan yang umumnya dihitung per tahun, serta biaya penggantian komponen utama seperti inverter atau baterai setelah melalui masa pakai tertentu.

1. Biaya O&M: Standar perhitungan umum berkisar pada 1% dari total investasi per tahun.

- a. Contoh: Sistem 1,3 kWp, investasi Rp 15.000.000 → O&M tahunan = $1\% \times 15.000.000 = \text{Rp } 150.000$

2.3.6. Efisiensi Biaya

Efisiensi Biaya adalah konsep yang mengukur sejauh mana suatu sistem, program, atau investasi dapat memberikan manfaat yang optimal dengan pengeluaran dana atau sumber daya seminimal mungkin. Dalam konteks ini, efisiensi biaya tidak hanya mengacu pada penghematan langsung, tetapi juga pada cara pemanfaatan sumber daya yang ada (baik itu uang, waktu, atau tenaga kerja) untuk mencapai hasil yang diinginkan tanpa pemborosan yang tidak perlu. Di bidang energi, efisiensi biaya sering kali digunakan untuk menilai sejauh mana biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan suatu sistem energi (misalnya, sistem pembangkit listrik) dapat memberikan hasil dalam bentuk energi yang efektif dan bermanfaat bagi pengguna. Dengan kata lain, efisiensi biaya mengukur perbandingan antara total biaya yang dikeluarkan selama operasional sistem energi dan jumlah energi yang berhasil diproduksi atau

dimanfaatkan. Konsep ini menjadi penting karena semakin tinggi efisiensi biaya, semakin sedikit sumber daya yang dibutuhkan untuk menghasilkan hasil yang maksimal.

Mengacu pada Mulyadi (2016), efisiensi biaya dapat dicapai apabila suatu aktivitas atau pekerjaan dilakukan dengan anggaran yang hemat, tetapi tetap memenuhi target yang telah ditetapkan sebelumnya. Ini berarti seluruh proses harus dijalankan dengan optimal, menghindari pemborosan sumber daya dalam bentuk apapun (baik itu finansial, waktu, ataupun tenaga) namun tetap menghasilkan kualitas dan kuantitas yang diinginkan. Efisiensi biaya ini juga memiliki relevansi besar dalam analisis kelayakan proyek. Dalam hal ini, efisiensi biaya membantu menentukan alternatif yang memberikan hasil terbaik dengan biaya terendah. Proyek yang memiliki tingkat efisiensi biaya tinggi berarti lebih hemat dan menguntungkan dalam jangka panjang, bahkan ketika membandingkan berbagai opsi yang tersedia untuk mencapai hasil yang diinginkan.

Pada dasarnya, efisiensi biaya selama 20 tahun digunakan untuk mengetahui seberapa besar penghematan biaya dari penggunaan sistem alternatif (misal PLTS On-Grid) dibandingkan sistem lama (misal listrik PLN).

Berikut rumus sederhana yang umum digunakan:

1. Total Biaya PLN 20 Tahun: Jumlah seluruh tagihan listrik PLN selama 20 tahun, termasuk potensi kenaikan tarif.
2. Total Biaya PLTS 20 Tahun: Biaya investasi awal + total biaya perawatan/operasional selama 20 tahun.

2.3.7. Break Even Point (BEP) untuk Sistem PLTS dan PLN

Break Even Point (BEP) digunakan untuk menentukan titik impas, yaitu waktu yang dibutuhkan agar total pengeluaran atau investasi awal dapat tertutupi oleh penghematan yang dihasilkan. Pada penelitian ini, BEP dihitung untuk membandingkan biaya penggunaan energi surya (PLTS) dengan biaya penggunaan listrik dari PLN.

Dalam konteks penelitian ini, BEP digunakan untuk menganalisis kapan investasi awal sistem tenaga surya akan kembali (balik modal) melalui penghematan biaya listrik yang biasanya dikeluarkan jika menggunakan PLN. Untuk menghitung BEP dalam proyek energi rumah tangga, diperlukan rumus umum BEP sebagai berikut :

Rumus Umum BEP

$$\text{BEP (Tahun)} = \frac{\text{Biaya Awal Investasi PLTS} - \text{Biaya Awal Investasi PLN}}{\text{Tagihan Listrik tahunan PLN} - (\text{Biaya Backup PLN} + \text{Biaya Operasional PLTS})}$$

Keterangan:

1. Biaya Investasi Awal: seluruh biaya tetap solar panel (panel, inverter, instalasi, baterai)
2. Penghematan Biaya Tahunan: penghematan bersih per tahun dibanding PLN (yaitu tagihan PLN penuh dikurangi biaya cadangan PLN dan O&M PLTS).