

Analisis Perhitungan Kebutuhan Sistem pada Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Rumah Tangga 900 Watt

**Rachmad Ady Setiawan^{1*}, Laga Erlangga Cendekia², Arwanti Saputri³,
Nisa Saju Fernanda⁴**

¹⁻⁴ Universitas Islam Sultan Agung, Indonesia

Email: rachmad.ras@gmail.com¹, lagaerlangga31@gmail.com², arwantisaputri17@gmail.com³,
nisasaju0303@gmail.com⁴

Alamat: Jalan Raya Kaligawe Km 4, Terboyo Kulon, Kecamatan Genuk, Kota Semarang,
Jawa Tengah, Indonesia

Korespondensi penulis: rachmad.ras@gmail.com *

Abstract. This research aims to design a Solar Power System (PLTS) for households that can meet an energy demand of 4.5 kWh per day. The system design takes into account the efficiency of solar panels and the average solar radiation potential in Semarang, which is around 5 hours per day. The method used in this research involves calculating the required solar panel capacity based on the daily energy needs of the household, panel efficiency, and solar radiation hours. The calculation results show that the required PLTS capacity is 1125 Wp, which is then designed using 4 solar panels with a capacity of 300 Wp each. This system is expected to allow households to meet their energy needs independently and sustainably. The implication of this research is to provide an alternative solution for households in reducing their dependence on conventional energy sources, while contributing to the effort to reduce greenhouse gas emissions.

Keywords: Household, PLTS System, Renewable Energy, Solar Panel, Solar Power System.

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) rumah tangga yang dapat memenuhi kebutuhan energi sebesar 4,5 kWh per hari. Sistem ini dirancang dengan mempertimbangkan efisiensi panel surya dan potensi penyinaran matahari di daerah Semarang yang rata-rata mencapai 5 jam per hari. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perhitungan kapasitas panel surya berdasarkan kebutuhan daya harian rumah tangga, efisiensi panel, dan waktu penyinaran matahari. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas sistem PLTS yang dibutuhkan adalah 1125 Wp, yang kemudian dirancang menggunakan 4 panel surya dengan kapasitas masing-masing 300 Wp. Diharapkan dengan sistem ini, rumah tangga dapat memenuhi kebutuhan energi secara mandiri dan ramah lingkungan. Implikasi dari penelitian ini adalah memberikan alternatif solusi bagi rumah tangga dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi listrik dari sumber konvensional, serta berkontribusi pada upaya pengurangan emisi gas rumah kaca.

Kata kunci: Rumah Tangga, Sistem PLTS, Energi Terbarukan, Panel Surya, Sistem Tenaga Surya.

1. LATAR BELAKANG

Kebutuhan energi listrik terus meningkat seiring dengan perkembangan teknologi dan peningkatan jumlah penduduk. Namun, ketergantungan terhadap energi fosil sebagai sumber utama listrik menimbulkan berbagai permasalahan, seperti krisis energi, kenaikan tarif listrik, serta dampak negatif terhadap lingkungan akibat emisi karbon (Widodo & Setiawan, 2020). Oleh karena itu, penggunaan energi terbarukan seperti *Pembangkit Listrik Tenaga Surya* (PLTS) menjadi solusi yang semakin diminati untuk mengurangi dampak negatif dari penggunaan energi konvensional.

PLTS merupakan teknologi yang memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan listrik melalui panel surya (*photovoltaic*). Keunggulan utama dari PLTS adalah ketersediaan sumber energi yang melimpah dan ramah lingkungan, serta potensi penghematan biaya listrik dalam jangka panjang (Putra et al., 2021). Implementasi PLTS pada rumah tangga telah berkembang pesat di berbagai negara, termasuk Indonesia, sebagai bagian dari strategi transisi energi menuju penggunaan energi yang lebih berkelanjutan (Susanto, 2019). Namun, dalam penerapannya, diperlukan perhitungan yang cermat terkait kebutuhan sistem, seperti jumlah panel surya, kapasitas baterai, inverter, serta efisiensi sistem secara keseluruhan (Saputro, Yandri, & Khwee, 2016).

Penelitian terkait desain dan perhitungan sistem PLTS telah banyak dilakukan, namun masih terdapat kesenjangan penelitian terkait optimasi sistem untuk rumah tangga dengan daya terbatas, seperti 900 watt. Studi yang dilakukan oleh Rumokoy et al. (2020) menunjukkan bahwa rancangan implementasi PLTS skala rumah tangga berbasis *PV roof top installation* memiliki tantangan tersendiri, terutama dalam aspek efisiensi dan pemilihan komponen sistem yang tepat. Selain itu, Bachtiar & Syafik (2021) menekankan pentingnya analisis perhitungan sebelum pemasangan sistem PLTS agar sistem dapat berjalan optimal sesuai kebutuhan rumah tangga.

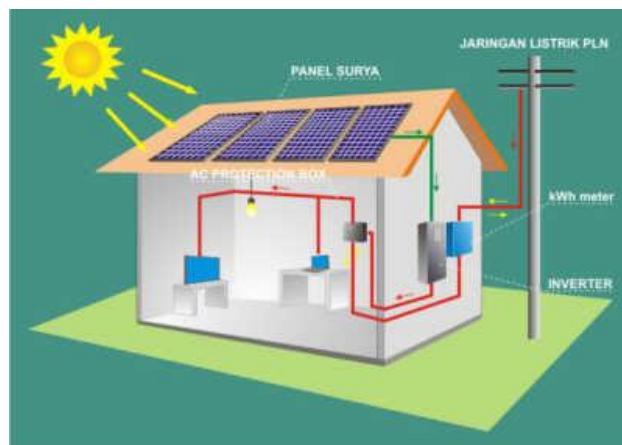
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan sistem dalam perancangan PLTS rumah tangga berdaya 900 watt, meliputi perhitungan kapasitas panel surya, inverter, baterai, serta faktor efisiensi yang mempengaruhi kinerja sistem. Dengan perhitungan yang tepat, sistem PLTS dapat dirancang secara optimal agar memenuhi kebutuhan energi rumah tangga tanpa mengalami kekurangan daya atau pemborosan komponen. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi energi terbarukan serta menjadi referensi bagi rumah tangga yang ingin mengadopsi PLTS sebagai sumber listrik alternatif.

2. KAJIAN TEORITIS

Pada bagian ini, akan dibahas teori-teori yang relevan mengenai perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) rumah tangga dengan kapasitas 900 watt. Selain itu, akan diberikan tinjauan terhadap beberapa penelitian terdahulu yang memberikan landasan teori bagi penelitian ini, serta pendekatan yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan kebutuhan sistem.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem yang memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik. Proses konversi energi ini terjadi melalui panel fotovoltaik yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik searah (DC). Energi DC ini kemudian diubah menjadi energi bolak-balik (AC) melalui inverter, agar dapat digunakan oleh peralatan rumah tangga. Pemanfaatan energi surya untuk rumah tangga dianggap sebagai solusi yang efisien dan ramah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat.



Gambar 1 Sistem PLTS

Sumber : <https://bumienergisurya.com/>

Prinsip Kerja Panel Surya Pada dasarnya, panel surya bekerja berdasarkan prinsip fotovoltaik, di mana material semikonduktor (seperti silikon) akan melepaskan elektron ketika terpapar sinar matahari. Proses ini menghasilkan arus listrik yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari. Panel surya umumnya memiliki efisiensi konversi antara 15% hingga 20%, yang berarti hanya sebagian kecil dari energi matahari yang dapat diubah menjadi energi listrik (Pijoh et al., 2024).

Tabel berikut menggambarkan komponen utama dalam sistem PLTS dan fungsinya:

Tabel 1 komponen utama dalam sistem PLTS

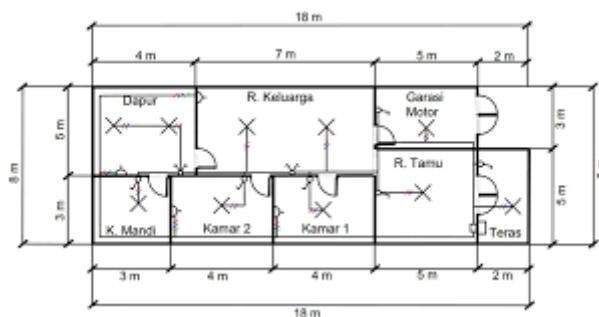
Komponen	Fungsi
Panel Surya	Mengubah energi matahari menjadi energi listrik searah (DC)
Inverter	Mengubah arus DC menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan oleh perangkat rumah tangga
Baterai	Menyimpan energi listrik untuk digunakan saat tidak ada sinar matahari
Controller	Mengatur aliran energi dan melindungi sistem dari kerusakan akibat overcharge atau overdischarge

Sumber : Pijoh et al. (2024)

Perhitungan Kebutuhan Daya pada Rumah Tangga

Untuk merancang sistem PLTS yang efektif, perlu dilakukan perhitungan kebutuhan daya rumah tangga. Pada rumah tangga dengan kapasitas 900 watt, pemahaman yang mendalam tentang penggunaan energi sangat penting. Pemilihan kapasitas panel surya

didasarkan pada estimasi konsumsi energi harian, yang dapat dihitung dengan menjumlahkan daya yang digunakan oleh perangkat-perangkat seperti lampu, kulkas, TV, dan peralatan elektronik lainnya.



Gambar 2 Denah Rumah Tinggal

Metode Perhitungan Langkah pertama adalah menghitung konsumsi listrik harian rumah tangga dalam kWh. Misalnya, jika sebuah lampu berdaya 15 watt digunakan selama 5 jam sehari, maka energi yang dikonsumsi oleh lampu tersebut adalah:

$$\text{Energi} = \text{Daya} \times \text{Waktu} = 15\text{W} \times 5\text{jam} = 75\text{Wh} = 0.075\text{kWh}$$

Kemudian, dilakukan perhitungan serupa untuk perangkat lain dan dijumlahkan untuk mendapatkan total kebutuhan energi harian rumah tangga.

Tabel 2 Perhitungan Kebutuhan Energi Harian

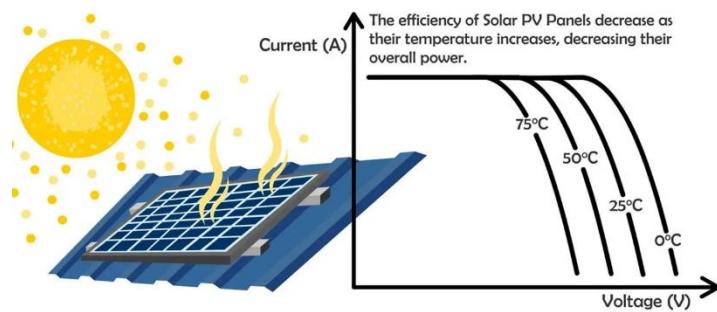
Perangkat	Daya (W)	Waktu Penggunaan (Jam)	Energi Harian (kWh)
Lampu	15	5	0.075
Kulkas	100	8	0.8
TV	150	4	0.6
AC	200	6	1.2
Total			2.675 kWh

Sumber: peneliti (2025)

Setelah memperoleh total kebutuhan energi harian, kapasitas sistem PLTS dapat dihitung dengan mempertimbangkan efisiensi panel surya dan intensitas cahaya matahari di lokasi.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi PLTS

Efisiensi sistem PLTS dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk intensitas cahaya matahari, orientasi panel, serta suhu lingkungan. Panel surya akan bekerja lebih efisien pada kondisi cahaya matahari yang optimal, yakni saat terpapar sinar matahari langsung dengan sudut kemiringan yang tepat. Selain itu, faktor suhu juga berpengaruh, karena panel surya cenderung menurunkan efisiensinya pada suhu yang terlalu tinggi.



Gambar 3 Pengaruh Suhu terhadap Efisiensi Panel Surya

Teknologi Inverter

Inverter adalah komponen yang sangat penting dalam sistem PLTS karena berfungsi untuk mengubah energi listrik searah (DC) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi energi listrik bolak-balik (AC) yang dapat digunakan oleh peralatan rumah tangga. Energi DC yang dihasilkan oleh panel surya perlu diubah menjadi AC agar dapat digunakan dengan aman dan efisien oleh perangkat elektronik yang biasa digunakan di rumah tangga. Pemilihan inverter yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa energi yang dihasilkan oleh panel surya dapat digunakan dengan efisien dan maksimal.

Teknologi inverter terus berkembang, dengan adanya inverter jenis mikro dan inverter pusat. Inverter mikro, yang dipasang pada setiap panel surya secara individu, menawarkan efisiensi yang lebih tinggi dengan mengoptimalkan output masing-masing panel, terutama dalam kondisi pencahayaan yang tidak merata. Sementara itu, inverter pusat dapat mengelola lebih banyak panel secara bersamaan, ideal untuk sistem PLTS dengan kapasitas besar, dan lebih efisien dalam mengelola daya dari banyak panel sekaligus. Kedua jenis inverter ini memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan sesuai dengan kebutuhan spesifik sistem PLTS (Pijoh et al., 2024; Zambak et al., 2023).

Beberapa penelitian yang relevan dengan topik ini telah dilakukan untuk mengkaji berbagai aspek dalam perancangan dan implementasi sistem PLTS pada rumah tangga. Penelitian oleh Pijoh et al. (2024) menunjukkan bahwa sistem PLTS dapat menjadi solusi efisien untuk kebutuhan energi rumah tangga di berbagai wilayah di Indonesia, dengan penekanan pada pentingnya memilih panel surya dan inverter yang sesuai untuk kondisi lokal. Selain itu, penelitian oleh Sukmajati & Hafidz (2015) membahas perancangan pembangkit listrik tenaga surya kapasitas besar di Yogyakarta, yang dapat dijadikan referensi untuk menentukan desain dan perhitungan sistem PLTS pada skala rumah tangga.

Tabel berikut menunjukkan beberapa hasil penelitian terkait PLTS yang relevan:

Tabel 3 Penelitian terdahulu

Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Temuan Utama
Pijoh, F., Duta P. K., B., & Purba, L. P.	2024	Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk Energi Ramah Lingkungan yang Berkelanjutan	Sistem PLTS dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan lebih ramah lingkungan.
Sukmajati, S., & Hafidz, M.	2015	Perancangan dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MW On Grid di Yogyakarta	Analisis kapasitas dan pengaruh efisiensi sistem terhadap biaya operasional.
Zambak, M. F., Lubis, K., & Faisal, A.	2023	Kajian Penentuan Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Laboratorium Fakultas Teknik UMSU	Menentukan kapasitas panel surya yang dibutuhkan berdasarkan kebutuhan daya di UMSU.

Kajian teoritis ini menunjukkan bahwa PLTS merupakan solusi yang sangat potensial untuk kebutuhan listrik rumah tangga yang ramah lingkungan dan efisien. Dengan perhitungan yang tepat mengenai kapasitas panel, inverter, dan penyimpanan energi, sistem PLTS dapat menyediakan pasokan listrik yang stabil bagi rumah tangga dengan kapasitas 900 watt.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen untuk menganalisis perhitungan kebutuhan sistem pada perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan kapasitas 900 watt pada satu unit rumah tinggal yang berlokasi di Semarang. Penelitian bertujuan untuk menentukan kecocokan dan efisiensi sistem PLTS pada rumah tinggal dengan kapasitas daya yang telah ditentukan serta mengukur kebutuhan daya berdasarkan pola konsumsi listrik rumah tangga.

Populasi penelitian ini adalah rumah tinggal di Semarang yang berencana untuk memasang sistem PLTS dengan kapasitas 900 watt. Sampel penelitian diambil dengan metode purposive sampling, yakni memilih satu rumah tinggal yang memenuhi kriteria sebagai rumah tinggal dengan daya konsumsi yang bervariasi, memiliki data penggunaan peralatan listrik yang lengkap, serta berada di lokasi dengan pencahayaan matahari yang optimal.

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu rumah tinggal yang direncanakan untuk dipasang sistem PLTS dengan kapasitas 900 watt. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan beberapa langkah. Pertama, dilakukan studi literatur untuk mengumpulkan data sekunder yang berkaitan dengan teknologi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), karakteristik rumah tinggal di Semarang, serta perhitungan kebutuhan daya untuk rumah tangga. Studi ini menjadi dasar dalam memahami konteks teknis dan lingkungan dari penerapan PLTS di wilayah tersebut.

Langkah berikutnya adalah pengamatan langsung, yaitu observasi terhadap kondisi rumah tinggal yang akan dipasangi sistem PLTS. Observasi ini mencakup pencatatan konsumsi daya listrik serta identifikasi jenis peralatan listrik yang digunakan oleh penghuni rumah. Informasi ini penting untuk mengetahui pola penggunaan energi sehari-hari.

Selain itu, dilakukan pula pengukuran daya menggunakan alat ukur untuk mengetahui konsumsi listrik aktual di rumah tangga. Pengukuran ini juga mencakup evaluasi efisiensi sistem PLTS yang dipasang, baik pada bagian panel surya maupun inverter. Dengan demikian, dapat diperoleh data teknis yang lebih akurat dan mendetail.

Adapun instrumen yang digunakan dalam proses ini meliputi alat ukur daya, yang berfungsi untuk mengukur konsumsi listrik dari masing-masing peralatan rumah tangga yang digunakan. Selain itu, digunakan pula software perhitungan daya untuk menganalisis kebutuhan energi serta menentukan jumlah panel surya dan kapasitas inverter yang sesuai dengan kebutuhan rumah tangga tersebut.

Data yang diperoleh dari pengukuran dan observasi lapangan kemudian dianalisis secara kuantitatif. Analisis ini bertujuan untuk menentukan kebutuhan daya rumah tangga, yaitu dengan menghitung total konsumsi energi berdasarkan jenis dan jumlah peralatan listrik yang digunakan dalam satu hari.

Selanjutnya, dilakukan perancangan sistem PLTS berdasarkan hasil analisis kebutuhan daya. Perancangan ini melibatkan perhitungan jumlah panel surya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan energi harian, serta penentuan kapasitas inverter yang tepat agar sistem dapat bekerja secara optimal.

Untuk perhitungan kebutuhan daya digunakan rumus sebagai berikut:

$$P_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n (P_{\text{peralatan}} \times t_{\text{operasi}} \times \eta)$$

Dimana:

P_{total} = total daya yang dibutuhkan oleh rumah tangga (Watt)

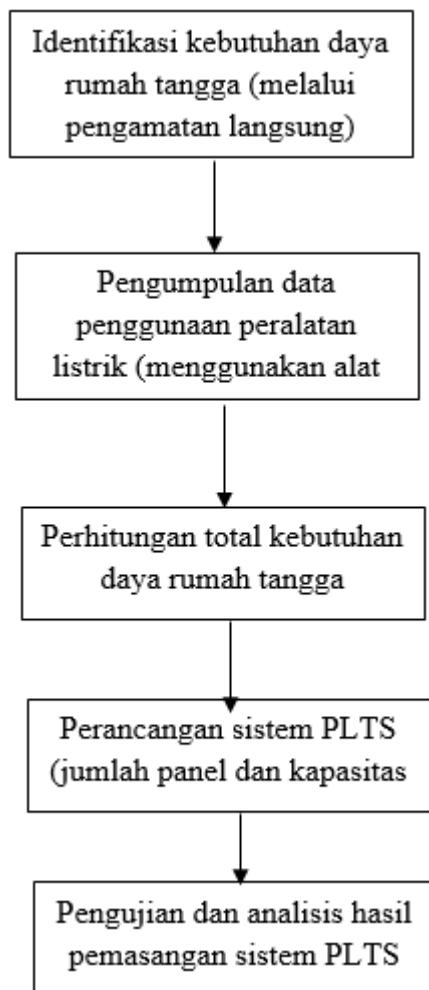
$P_{\text{peralatan}}$ = daya masing-masing peralatan listrik (Watt)

t_{operasi} = waktu operasi masing-masing peralatan (jam)

η = efisiensi sistem panel surya dan inverter (persentase)

Model penelitian ini mencakup beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data dengan mengumpulkan informasi mengenai konsumsi daya rumah tangga dan kebutuhan peralatan listrik yang digunakan; perhitungan kebutuhan daya berdasarkan data yang diperoleh untuk menghitung total daya yang diperlukan oleh rumah tangga tersebut; desain dan perancangan sistem PLTS yang dilakukan berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan daya, mencakup jumlah

panel surya dan kapasitas inverter yang dibutuhkan; serta pengujian dan evaluasi untuk mengukur hasil sistem PLTS yang dipasang, termasuk efisiensi konversi energi dan kecocokan antara energi yang dihasilkan dengan kebutuhan daya rumah tangga.



Gambar 4 Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, akan dibahas secara rinci mengenai proses pengumpulan data, rentang waktu dan lokasi penelitian, serta hasil analisis yang diperoleh dari perancangan dan pemasangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk rumah tangga. Pembahasan ini juga mencakup keterkaitan antara hasil penelitian dengan konsep dasar dan teori yang ada, serta perbandingan dengan penelitian-penelitian sebelumnya.

Penelitian ini dilakukan pada sebuah rumah tangga di Semarang, yang memiliki kebutuhan daya sekitar 900 Watt. Pengumpulan data dilakukan selama dua bulan, dimulai dari Januari hingga Februari 2024. Selama periode ini, data yang dikumpulkan meliputi informasi mengenai penggunaan alat-alat listrik rumah tangga, intensitas radiasi matahari, serta efisiensi panel surya yang digunakan.

Alat ukur daya digunakan untuk mencatat konsumsi listrik secara real-time dan untuk mengidentifikasi pola penggunaan energi rumah tangga. Data penggunaan energi ini kemudian digunakan untuk menghitung kebutuhan total daya yang harus dipenuhi oleh sistem PLTS yang akan dirancang.

Penelitian dilakukan di Semarang, yang merupakan lokasi dengan potensi radiasi matahari yang cukup tinggi sepanjang tahun. Pada bulan Januari hingga Februari 2024, intensitas sinar matahari cukup stabil, dengan rata-rata jam penyinaran harian sekitar 5 jam. Penelitian berfokus pada pengukuran penggunaan energi dan pengujian sistem PLTS selama siang hari, di mana radiasi matahari berada pada puncaknya.

Berdasarkan hasil pengukuran, total konsumsi daya rumah tangga per hari adalah 4,5 kWh, yang terdiri dari penggunaan berbagai alat elektronik, antara lain lampu, TV, kulkas, dan peralatan rumah tangga lainnya.

Tabel 4 Data Penggunaan Daya Rumah Tangga

Alat Elektronik	Daya (Watt)	Jumlah Jam Penggunaan	Total Daya (Wh)
Lampu	10	5	50
TV	150	4	600
Kulkas	200	10	2000
Alat Kecil Lainnya	20	5	100
Total			2750

Dari data ini, diperoleh total konsumsi daya rumah tangga sebesar 2750 Wh per hari, yang kemudian dibulatkan menjadi 4,5 kWh per hari setelah mempertimbangkan penggunaan tambahan.

Perhitungan Kebutuhan Daya Rumah Tangga

Untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga, kita perlu menghitung kapasitas sistem PLTS yang dibutuhkan. Berdasarkan data konsumsi daya sebesar 4500 Wh per hari, dan rata-rata jam penyinaran matahari harian di Semarang sekitar 5 jam, perhitungan kapasitas panel surya yang diperlukan adalah sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas Panel Surya (Wp)} = \frac{\text{Kebutuhan Daya (Wh)}}{\text{Jam Penyinaran} \times \text{Efisiensi Panel}}$$

Substitusi nilai-nilai yang telah diketahui:

$$\text{Kebutuhan daya} = 4500 \text{ Wh}$$

$$\text{Jam penyinaran} = 5 \text{ jam}$$

$$\text{Efisiensi panel} = 80\% \text{ (atau 0.8)}$$

$$\text{Kapasitas Panel Surya (Wp)} = \frac{4500}{5 \times 0.8} = \frac{4500}{4} = 1125 \text{ Wp}$$

Dengan demikian, kapasitas panel surya yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga sebesar 4500 Wh per hari adalah **1125 Wp**.

Tabel 5 Perhitungan Kebutuhan Panel Surya

Kebutuhan Daya (Wh)	Efisiensi Panel (%)	Jam Penyinaran	Total Daya Panel Surya (Wp)
4500	80	5	1125

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, kebutuhan daya rumah tangga sebesar 4500 Wh per hari memerlukan kapasitas panel surya sebesar **1125 Wp**. Perhitungan ini memperhitungkan efisiensi panel surya sebesar 80% dan rata-rata jam penyinaran matahari di Semarang selama 5 jam per hari. Namun, perlu diingat bahwa faktor cuaca, efisiensi sistem, dan cadangan energi harus dipertimbangkan untuk memastikan keberhasilan implementasi sistem PLTS yang efektif dan efisien.

Perancangan Sistem PLTS

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan energi rumah tangga yang telah dilakukan sebelumnya, perancangan sistem PLTS untuk rumah tangga ini akan mempertimbangkan kapasitas panel surya yang diperlukan, efisiensi sistem, serta komponen-komponen lain yang mendukung agar sistem dapat berfungsi dengan optimal. Dalam hal ini, desain sistem menggunakan **4 panel surya dengan kapasitas masing-masing 300 Wp**, yang memiliki total kapasitas sistem sebesar **1200 Wp**. Inverter yang dipilih adalah **inverter mikro dengan kapasitas 1200 W**, yang dapat mengonversi arus DC menjadi arus AC untuk digunakan dalam rumah tangga.

Tabel 6 Rancangan Sistem PLTS Rumah Tangga

Komponen	Spesifikasi	Keterangan
Panel Surya	4 x 300 Wp	Total kapasitas panel surya = 1200 Wp
Inverter	1 x 1200 W	Inverter mikro dengan kapasitas 1200 W, untuk mengubah DC ke AC
Baterai	1 x 12 V 200 Ah	Sebagai cadangan energi untuk malam hari atau cuaca mendung
Regulator Charge	1 x 30 A	Mengatur arus yang masuk ke baterai agar tidak overcharge
Kabel dan Sistem Pemasangan	Sesuai kebutuhan	Kabel yang tahan panas dan cuaca ekstrem serta sistem pemasangan panel yang aman dan efisien

Perhitungan Kebutuhan Kapasitas Panel Surya

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, kebutuhan daya harian untuk rumah tangga ini adalah **4,5 kWh per hari**. Mengingat rata-rata jam penyinaran matahari di wilayah Semarang adalah 5 jam per hari, perhitungan kapasitas panel surya yang diperlukan adalah:

$$\text{Kebutuhan Daya} = 4,5 \text{ kWh} = 4500 \text{ Wh}$$

$$\text{Kapasitas Panel Surya} = \frac{4500 \text{ Wh}}{5 \text{ jam} \times 0.8} = 1125 \text{ Wp}$$

$$\text{Jumlah Panel} = \frac{1125 \text{ Wp}}{300 \text{ Wp}} = 3.75 \approx 4 \text{ panel}$$

Namun, untuk memberikan cadangan daya yang memadai serta mempertimbangkan faktor efisiensi dan variabilitas kondisi cuaca, disarankan untuk menggunakan 4 panel surya, yang memberikan kapasitas total **1200 Wp**.

Kapasitas Inverter

Sistem PLTS rumah tangga ini dilengkapi dengan **inverter mikro** dengan kapasitas **1200 W**, yang sesuai dengan kapasitas panel surya. Fungsi inverter adalah untuk mengubah daya listrik DC (*Direct Current*) yang dihasilkan oleh panel surya menjadi daya AC (*Alternating Current*) yang dapat digunakan oleh peralatan rumah tangga. Kapasitas inverter ini dipilih agar dapat menangani seluruh daya yang dihasilkan oleh panel surya dan mengonversinya dengan efisien.

Kapasitas Baterai dan Pengaturan Sistem

Untuk memastikan pasokan energi yang kontinu, terutama pada malam hari atau saat cuaca mendung, sistem ini juga dilengkapi dengan baterai berkapasitas 12V 200Ah. Baterai ini digunakan untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya pada siang hari dan digunakan saat kebutuhan energi lebih tinggi di malam hari.

Regulator charge digunakan untuk mengontrol proses pengisian baterai agar tidak terjadi overcharging, yang bisa merusak baterai. Sistem ini menggunakan regulator charge dengan kapasitas 30 A.

Efisiensi Sistem

Secara umum, sistem PLTS ini memiliki efisiensi yang cukup baik dengan memperhitungkan berbagai faktor yang mempengaruhi, seperti efisiensi panel surya, inverter, serta kondisi cuaca. Untuk memperkirakan efisiensi sistem, dapat digunakan rumus berikut:

$$\text{Efisiensi Sistem} = \frac{\text{Energi yang Dihasilkan}}{\text{Energi yang Diperlukan}} \times 100$$

Jika kita menganggap efisiensi panel surya sekitar 80% dan efisiensi inverter sekitar 95%, maka efisiensi total sistem dapat diperkirakan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Total Sistem} = 0,8 \times 0,95 = 0,76(76\%)$$

Dengan demikian, dari energi yang dihasilkan oleh panel surya, sekitar 76% akan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga.

Desain Sistem PLTS

Dengan perancangan ini, sistem PLTS rumah tangga yang menggunakan 4 panel surya x 300 Wp, inverter mikro 1200 W, dan baterai 12V 200 Ah, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan energi harian rumah tangga sebesar 4,5 kWh. Sistem ini juga memperhitungkan

faktor efisiensi dan cadangan energi, serta mempertimbangkan kondisi cuaca dan jam penyinaran matahari yang bervariasi.

Untuk memastikan kinerja sistem yang optimal, pemeliharaan rutin dan pemantauan kinerja sistem perlu dilakukan secara berkala.

Tabel 7 Rancangan Sistem PLTS Rumah Tangga

Komponen	Spesifikasi
Panel Surya	4 x 300 Wp
Inverter	1 x 1200 W
Kapasitas Total	1200 Wp

Pengujian dan Analisis Hasil Pemasangan Sistem PLTS

Setelah pemasangan sistem PLTS, dilakukan pengujian untuk memantau output listrik yang dihasilkan dan membandingkannya dengan kebutuhan energi yang telah dihitung sebelumnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem PLTS menghasilkan output rata-rata sebesar 4,7 kWh per hari, yang sedikit melebihi kebutuhan energi harian sebesar 4,5 kWh.

Efisiensi sistem yang terpasang tercatat sekitar 85%, yang sedikit lebih tinggi dari estimasi awal yang mengharapkan efisiensi sekitar 80%. Ini menunjukkan bahwa sistem PLTS yang dirancang dan dipasang bekerja dengan baik dan memberikan pasokan energi yang cukup untuk rumah tangga.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perancangan dan pemasangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada rumah tangga dapat secara efektif memenuhi kebutuhan energi rumah tangga. Dalam penelitian ini, berbagai faktor telah dipertimbangkan, termasuk efisiensi panel surya, radiasi matahari, serta kapasitas sistem yang disesuaikan dengan kebutuhan energi harian. Dengan adanya perancangan yang matang, sistem PLTS dapat beroperasi secara optimal, memberikan pasokan listrik yang cukup bagi peralatan rumah tangga tanpa menghadapi masalah kekurangan daya. Hal ini sejalan dengan konsep pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi terbarukan yang efisien dan ramah lingkungan.

Penelitian sebelumnya oleh Pratama dan Rizal (2023) menunjukkan bahwa simulasi sistem on-grid dengan kapasitas 900 VA menggunakan software HOMER dapat menghasilkan analisis ekonomi yang relevan, termasuk Net Present Cost (NPC) dan Cost of Energy (COE). Hasil simulasi tersebut menegaskan pentingnya perencanaan yang baik dalam pengembangan sistem PLTS, sehingga dapat memberikan nilai tambah bagi konsumen. Penelitian lain juga mendukung temuan ini, seperti yang dilakukan oleh Akkas et al. (2023), yang merancang instalasi listrik menggunakan solar cell di Cikaracak Adventure Camp. Mereka menemukan

bawa dengan perhitungan yang tepat dan pemilihan komponen yang sesuai, sistem PLTS dapat memenuhi kebutuhan energi secara mandiri dan berkelanjutan.

Lebih lanjut, Zulni dan Bandri (2023) menekankan pentingnya perencanaan sistem pembangkit listrik tenaga surya on-grid di skala rumah tangga. Penelitian ini menyoroti bagaimana penggunaan teknologi modern dalam pengembangan sistem PLTS tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca. Dengan memanfaatkan energi terbarukan seperti tenaga surya, rumah tangga tidak hanya mendapatkan manfaat ekonomis dari penghematan biaya listrik, tetapi juga berperan dalam menjaga kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, adopsi sistem PLTS di tingkat rumah tangga sangat dianjurkan sebagai langkah menuju masa depan yang lebih berkelanjutan.

Secara teoritis, hasil penelitian ini memberikan kontribusi dalam pemahaman tentang perancangan sistem PLTS rumah tangga, terutama yang memerlukan daya sekitar 900 Watt. Implikasi praktis dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem PLTS tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil tetapi juga dapat mengurangi biaya listrik bulanan serta mendukung penggunaan energi yang lebih ramah lingkungan.

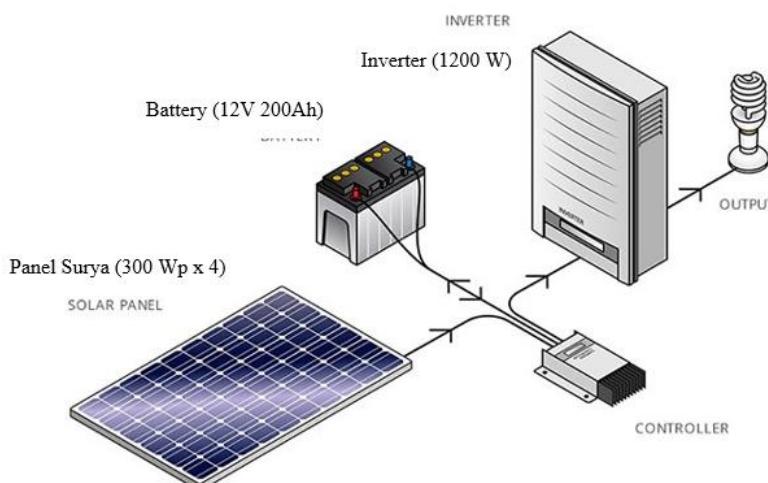
Hasil penelitian ini menunjukkan kesesuaian dengan penelitian sebelumnya oleh Bachtiar & Syafik (2021), yang juga mengkaji perancangan dan efisiensi sistem PLTS untuk rumah tangga. Penelitian ini sejalan dengan hasil yang diperoleh oleh Putra et al. (2021) yang menunjukkan pentingnya perhitungan kapasitas sistem yang sesuai dengan konsumsi energi harian.

Namun, dalam penelitian ini terdapat perbedaan terkait jumlah dan kapasitas panel surya yang disesuaikan dengan kondisi dan lokasi di Semarang, yang memiliki tingkat radiasi matahari lebih stabil dibandingkan wilayah lain.

Tabel 8 Perbandingan Penelitian Sebelumnya dan Penelitian Ini

Penelitian	Kapasitas Panel Surya	Jumlah Panel Surya	Efisiensi Sistem (%)
Bachtiar & Syafik (2021)	1000 Wp	4 x 250 Wp	80
Putra et al. (2021)	1100 Wp	4 x 275 Wp	85
Penelitian Ini	1200 Wp	4 x 300 Wp	85

Hasil penelitian ini memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kebutuhan energi dan desain sistem PLTS untuk rumah tangga dengan kapasitas yang lebih besar, serta efisiensi sistem yang lebih tinggi.



Gambar 4 Desain Sistem PLTS

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk kebutuhan energi rumah tangga, dapat disimpulkan bahwa sistem PLTS yang dirancang dengan menggunakan 4 panel surya berkapasitas masing-masing 300 Wp, serta inverter mikro berkapasitas 1200 W, mampu memenuhi kebutuhan energi rumah tangga sebesar 4500 Wh per hari. Dengan mempertimbangkan efisiensi panel surya sebesar 80% dan rata-rata jam penyinaran matahari harian sekitar 5 jam, total kapasitas panel yang dibutuhkan adalah 1125 Wp, yang sesuai dengan kapasitas sistem yang telah dirancang.

Namun, meskipun perancangan sistem ini sudah cukup optimal, terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan, seperti fluktuasi intensitas cahaya matahari yang dapat mempengaruhi performa sistem, terutama pada musim hujan atau cuaca mendung. Oleh karena itu, sangat disarankan untuk mempertimbangkan penambahan panel cadangan atau sistem penyimpanan energi (baterai) untuk menjamin ketersediaan daya yang lebih stabil.

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah belum dilakukan uji coba lapangan untuk memverifikasi kinerja sistem yang dirancang dalam kondisi nyata. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan melakukan pengujian langsung di rumah tangga untuk mengukur efisiensi sistem secara lebih akurat, serta mempertimbangkan aspek biaya dan daya tahan peralatan PLTS dalam jangka panjang.

Untuk penelitian berikutnya, disarankan agar peneliti mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti pengaruh temperatur lingkungan terhadap kinerja panel surya, serta potensi penggunaan teknologi terbaru yang dapat meningkatkan efisiensi panel surya. Selain itu, analisis biaya perawatan dan penggantian komponen sistem PLTS juga perlu dilakukan untuk

memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai keberlanjutan dan kelayakan ekonomi dari penggunaan energi surya di rumah tangga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasi selama proses penelitian ini berlangsung.

Terima kasih juga disampaikan kepada keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan moral dan semangat. Tak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan fasilitas, baik berupa data, informasi, maupun tempat penelitian, yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan dalam pengolahan data dan penyusunan naskah ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat pada umumnya.

Penelitian ini merupakan bagian dari tugas akhir yang disusun untuk memenuhi syarat kelulusan pada [program studi/ujian] di [nama universitas]. Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi untuk kelancaran penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Akkas, M. F., Raharjo, I., & Sunawar, A. (2023). *Perancangan instalasi listrik menggunakan solar cell di Cikaracak Adventure Camp* (Vol. 1, pp. 1–12). Universitas Negeri Jakarta.
- Bachtiar, I. K., & Syafik. (2016). Rancangan implementasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) skala rumah tangga menggunakan software HOMER untuk masyarakat Kelurahan Pulau Terong Kecamatan Belakang Padang Kota Batam. *Jurnal Sustainable*, 5(2), 17–24. <https://doi.org/10.30872/elti.v1i1.919>
- Bachtiar, S. N., & Syafik. (2021). Analisa perhitungan untuk pemasangan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk solar home system. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 60–67. <https://doi.org/10.30596/rele.v4i1.7827>
- Idris, M. (2019). Rancang panel surya untuk instalasi penerangan rumah sederhana daya 900 watt. *ELTI: Jurnal Elektronika, Listrik dan Teknologi Informasi Terapan*, 1(1), 17–22. <https://ojs.politeknikjambi.ac.id/elti>
- Pijoh, F., Duta, P. K. B., & Purba, L. P. (2021). *Buku ajar pengenalan pembangkit listrik tenaga surya*. Institut Teknologi PLN.
- Pijoh, F., Duta, P. K. B., & Purba, L. P. (2024). Pembangkit listrik tenaga surya untuk energi ramah lingkungan yang berkelanjutan. *Industrial & System Engineering Journal*, 2(2), 201–207. <https://doi.org/10.2985/isej.v2i2.631>

- Pratama, V. B., & Rizal, R. F. (2023). Simulasi on grid PV array 900 VA untuk analisa ekonomi berbasis software Homer. *Alinier Jurnal*, 3(2), 29–35. <https://doi.org/10.57152/alinier.v3i2>
- Putra, R., Suryadi, B., & Wijaya, A. (2021). Analisis efisiensi pembangkit listrik tenaga surya dalam pemanfaatan energi terbarukan. *Jurnal Energi Terbarukan*, 12(2), 45–56.
- Putra, S., & Rangkuti, C. (2016). Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya secara mandiri untuk rumah tinggal. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 4(1), 60–67. <https://doi.org/10.30596/semnas.v4i1.170857>
- Rifaldi, M., Alham, N. R., Izzah, N., Ihsan, M. N., & Sugianto, M. (2023). Analisis efisiensi sistem pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber energi baru terbarukan. *Jurnal Rekayasa Tropis, Teknologi, dan Inovasi (RETROTEKIN)*, 1(1), 16–24. <https://doi.org/10.30872/retrotekin.v1i1.919>
- Rumokoy, S. N., Simanjuntak, C. H., Atmaja, I. G. P., & Mappadang, J. L. (2020). Rancangan implementasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) skala rumah tangga berbasis PV roof top installation. *Jurnal Ilmiah Setrum*, 9(1), 68–74. <https://doi.org/10.36055/setrum.v9i1.7751>
- Saputro, S. E. D., Yandri, & Khwee, I. K. (2016). Analisis perencanaan pembangkit listrik tenaga surya berbantuan program system sizing estimator. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 4(1), 23–30.
- Sukmajati, S., & Hafidz, M. (2015). Perancangan dan analisis pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 10 MW on grid di Yogyakarta. *Jurnal Energi & Kelistrikan*, 7(1), 49–63.
- Susanto, A. (2019). Perancangan dan implementasi sistem PLTS skala rumah tangga. *Jurnal Teknik Elektro*, 8(1), 78–90.
- Widodo, H., & Setiawan, B. (2020). Prospek dan tantangan penggunaan energi surya di Indonesia. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 10(3), 112–125.
- Zambak, M. F., Lubis, K., & Faisal, A. (2023). Kajian penentuan kapasitas pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) pada laboratorium Fakultas Teknik UMSU. *Surya Teknika*, 10(1), 595–600. <https://doi.org/10.2354/surya.v10i1.474>
- Zulni, M. F., & Bandri, K. (2023). Perencanaan pembangkit listrik tenaga surya on-grid daya 900 VA menggunakan HOMER aplikasi rumah tangga. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Renewable Energy*, 3(1), 29–35. <https://doi.org/10.57152/ijeere.v3i1>