

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 200 WP PADA RUMAH SEDERHANA DI DESA MANUNGGAL

Haksa Fadilman Sinambela¹, M Rifki Siregar²

Politeknik Negeri Medan, Medan

e-mail: ¹haksasinambela@polmed.ac.id, ²mrifkisiregar@students.polmed.ac.id

Abstract: *The ever-increasing need for electrical energy, as well as limited supply from fossil energy sources, has encouraged the development of environmentally friendly alternative energy such as Solar Power Plants (PLTS). This final report discusses the planning and application of a 200 WP capacity PLTS system applied to a simple house in Manunggal Village, Deli Serdang Regency. This system uses solar panels as the main component, a solar charge controller, a battery as energy storage, and an inverter to convert DC current into AC current. The design method includes analysis of load requirements, selection of component capacity requirements, tool manufacture, and system testing. The test results show that the PLTS system produces electrical energy with adequate efficiency to meet basic home needs such as lighting and fans. And as a solution to the limited access to electricity in the house.*

Keywords: *Solar Panels, Battery, Inverters, Simple Houses*

Abstrak: Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat, serta keterbatasan pasokan dari sumber energi fosil, mendorong adanya pengembangan energi alternatif yang ramah lingkungan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Laporan akhir ini membahas tentang perencanaan dan pengaplikasian sistem PLTS berkapasitas 200 WP yang diterapkan pada rumah sederhana di Desa Manunggal, Kabupaten Deli Serdang. Pada sistem ini menggunakan panel surya sebagai komponen utama, solar charge controller, baterai sebagai penyimpan energi, serta inverter untuk mengubah arus DC menjadi arus AC. Metode perancangan mencakup analisis kebutuhan beban, pemilihan kapasitas kebutuhan komponen, pembuatan alat, serta pengujian sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem plts menghasilkan energi listrik dengan efisiensi yang layak untuk memenuhi kebutuhan dasar rumah tangga seperti, lampu penerangan dan kipas. Dan sebagai solusi atas keterbatasan akses listrik kerumah tersebut.

Kata kunci: Panel Surya, Baterai, Inverter, Rumah Sederhana

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi merupakan salah satu kebutuhan pokok dalam kehidupan manusia, maka kebutuhan energi akan meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan aktivitas manusia yang digunakan untuk kepentingan menjalankan kehidupan sehari-hari. Bahkan menurut Saputri (2015) mulai tahun 2000 hingga 2030 kebutuhan energi meningkat 70 % yang dimana bahan bakar minyak sebagai penyumbang konsumsi energi terbesar yakni hingga 80

% dari total konsumsi energi dunia (Li et al , 2006) . Disisi lain ketergantungan terhadap sumber energi fosil yang tidak terbarukan menimbulkan beberapa permasalahan, seperti keterbatasan sumber cadangan , biaya operasional yang tinggi serta beberapa dampak negatif terhadap lingkungan.

Pada saat ini beberapa ahli melakukan beberapa penemuan dan pengembangan terkait potensi pembangkit tenaga listrik yang ramah lingkungan, salah satunya adalah energi surya, pemanfaatan energi surya di Indonesia

memiliki prospek yang sangat baik, dikarenakan secara geografis Indonesia sebagai Negara tropis berpotensi memiliki energi surya yang besar, potensi energi surya di Indonesia sekitar 4,8 Kwh/m² atau setara dengan 112.000 Gwp (ESDM , 2012) dimana Pemanfaatan energi surya dapat dilakukan melalui konversi Photovoltaic yang telah banyak digunakan, PLTS merupakan teknologi terbarukan yang ramah lingkungan dikarenakan tidak menghasilkan polusi seperti halnya pembangkit listrik tenaga fosil.

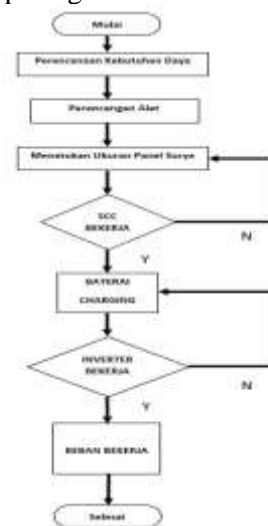
Hingga saat ini pemanfaatan energi surya di Indonesia cenderung mengarah ke penyediaan energi listrik di pedesaan atau daerah-daerah yang jauh dari perkotaan dikarenakan kesulitan akses penyediaan jaringan listrik tidak dapat dijangkau. Pemanfaatan energi surya umumnya dilakukan oleh sektor-sektor seperti masjid, gereja dan rumah ibadah lainnya , puskesmas atau pelayanan kesehatan di pedesaan atau beberapa tempat layanan publik dan beberapa layanan umum yang disediakan instansi pemerintahan seperti lampu penerangan jalan umum, pompa irigasi di sektor pertanian dan bahkan dimanfaatkan oleh beberapa masyarakat sebagai salah satu alternatif penyedia energi listrik rumah tangga.

Radiasi pada sinar matahari akan dirubah menjadi energi listrik dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya atau dengan teknologi photovoltaic yang terbuat dari bahan semi konduktor, biasa disebut dengan solar cell. Teknologi selain bersumber energi yang tidak terbatas (cahaya sinar matahari) namun terkenal dengan ramah lingkungan sehingga memiliki daya guna yang tinggi. Setelah melakukan beberapa survey lokasi, tim penulis ingin menempatkan pembuatan atau perancangan alat pembangkit listrik tenaga surya pada rumah seorang warga yang berdomisi di desa manunggal, kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Karena pada rumah warga tersebut hingga saat ini tidak terhubung langsung dengan jaringan

listrik PLN dan diharapkan dengan ini dapat membantu ketersediaan energi listrik pada rumah warga tersebut.

METODE

Penelitian kali ini menggunakan metodologi berupa rancang bangun, dengan langkah-langkah perancangan, pembuatan dan pengujian lalu analisis. Perakitan awal dimulai dengan perakitan pada sistem plts kemudian dilakukan pengujian sistem dan jika perlu dilakukan perbaikan dan diukur nilai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya kemudian dilakukan analisis. Pengujian dilakukan dalam 2 hari. Untuk mengetahui keakuratan data. Adapun flowchart penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Flowchart Rancangan

ALAT DAN BAHAN

Panel Surya Monocrystalline 200 WP

Panel surya monocrystalline adalah salah satu jenis panel surya yang terbuat dari satu kristal silikon. Solar panel monocrystalline umumnya berwarna hitam atau gelap dan terlihat lebih seragam dibandingkan dengan panel surya lainnya serta memiliki efisiensi konversi energi surya yang tinggi.

Proses pembuatan panel surya jenis monocrystalline Pembuatan

monocrystalline membutuhkan proses yang cukup rumit, dalam proses pembuatan ini terdiri dari memutar kristal biji silikon padat sampai halus sambil perlahan mengekstraknya dari kolam silikon cair sehingga menciptakan blok silikon murni yang terbuat dari hanya satu kristal (sesuai dengan namanya Monocrystalline). Blok atau ingot tersebut kemudian dipotong menjadi persegi seperti wafer dan dirangkai menjadi pola panel surya monocrystalline yang sangat khas. Sel-sel ini juga memiliki warna yang seragam.



Gambar 2 Panel Surya Monocrystalline

Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charger Controller adalah komponen dalam sistem pembangkit tenaga surya yang berfungsi sebagai pengatur arus searah yang mengisi ke baterai dan diambil dari baterai menuju beban. Solar Charger Controller ini bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian berlebihan karena baterai sudah penuh (overcharger), Solar Charger Controller ini juga mengatur tegangan dan arus dari panel surya hingga ke baterai. Solar charger controller berperan penting dalam melindungi dan melakukan

otomatisasi pada pengisian baterai dan dimaksimalkan.



Gambar 3 Solar Charge Controller PWM

Baterai

Baterai adalah salah satu komponenn elektor-kimia yang memiliki fungsi sebagai penyimpan energi listrik dalam bentuk kimia menjadi energi listrik untuk memperoleh arus listrik yang diperlukan sehingga dapat digunakan menghidupkan peralatan yang diperlukan (N.Muslih, 2021). Prinsip kerja baterai berdasarkan antara reaksi kimia antara dua elektroda, yaitu anoda dan katoda, yang mana dipisahkan oleh elektrolit. Ketika terjadi reaksi redoks pada sel baterai, electron akan mengalir dari anoda menuju katoda melalui sirkuit eksternal dan menghasilkan arus listrik.

C)Baterai Baterai merupakan komponen penting dimana baterai memiliki fungsi untuk menyimpan energi listrik yang akan dihasilkan oleh panel surya, baterai adalah penyimpan energi yang diisi oleh aliran DC yang berasal dari panel surya, baterai adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat dibalikkan), dengan efisiensi yang tinggi.



Gambar 4 Baterai Basah

Inverter

Inverter pada sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah salah satu komponen yang sangat penting yang memiliki fungsi untuk mengubah arus yang dihasilkan oleh panel surya yaitu arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) sehingga dapat digunakan oleh beberapa jenis beban listrik rumah tangga.



Gambar 5 Inverter

Metode Pengumpulan Data

Dalam melakukan pembuatan proyek tugas akhir dengan mendesain alat rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya pada rumah sederhana mempunyai langkah-langkah sebagai berikut :

1. Eksperimen, dalam membuat suatu proyek tugas akhir dibutuhkan perencanaan yang matang dalam merancang suatu sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan sistem off-grid untuk dapat menghidupkan beban lampu penerangan dan kipas angin pada rumah sederhana.
2. Menganalisa, dalam mengerjakan proyek maka diperlukan sebuah analisa, yang dimana hal ini sangat penting untuk dapat mengevaluasi kinerja dari pembangkit listrik tenaga surya yang telah dibuat dan memastikan bahwa alat tersebut layak untuk diuji dan tidak menimbulkan kerusakan.
3. Pengujian, melakukan pengujian terhadap pembangkit listrik tenaga

surya yang telah dibuat, hal ini tentu sangat penting, dengan melakukan pengujian maka dapat dilihat kinerja dari pembangkit tersebut berjalan dan berfungsi dengan baik atau tidak.

4. Pengukuran, dengan melakukan pengukuran setelah pengujian, dan dengan itu dapat memperoleh data dari alat yang telah dibuat dengan melakukan pengukuran disetiap komponen dengan tujuan untuk dapat mengevaluasi kinerja disetiap komponen sesuai dengan apa yang telah direncanakan dan alat yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik dan optimal sesuai dengan apa yang telah direncanakan.
5. Mengumpulkan data, setelah melakukan pengukuran maka akan diperoleh sebuah data dan akan menjadi sebuah referensi dari alat rancang bangun yang telah dibuat, dan memastikan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang telah direncanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan perencanaan dan perencananan maka selajutnya dilakukan pengujian ketika pengisian dan pengosongan baterai.

Tabel 1 Pengukuran Solar Cell 23 Juni2025

Waktu (WIB)	Tegangan Solar Cell (Volt)	Arus Solar Cell (Amper e)	Daya Solar Cell (watt)
08.00	14,49	3,08	44,53
08.30	14,64	3,12	45,67
09.00	14,76	3,36	49,59
09.30	14,87	3,77	56,05
10.00	15,00	4,72	70,8
10.30	15,21	7,38	112,24
11.00	15,19	8,17	124,10
11.30	15,28	8,06	123,15

12.00	15,34	8,43	129,3 1
12.30	15,13	8,38	126,7 8
13.00	14,89	7,36	109,5 9
13.30	14,86	7,18	106,6 9
14.00	14,80	7,02	103,8 9
14.30	14,73	6,15	90,58
15.00	14,78	5,54	81,88
15.30	14,50	4,55	65,97
16.00	14,02	3,33	46,68
Rata- rata	14,85	5,85	87,5

Pada Tabel diatas menunjukkan Arus Solar Cell mengalami keterkaitan dengan nilai pada tegangan pada solar cell dan nilai intensitas cahaya matahari yang diperoleh oleh solar cell. Berdasarkan tabel diatas dan menunjukkan arus solar cell mengalami peningkatan secara bertahap sejak matahari terbit dan puncak arus tertinggi yang diperoleh oleh *solar cell* terjadi pada siang hari pukul 12.00 wib dengan nilai arus sebesar 8,43 A yang pada waktu yang sama solar cell juga menghasilkan nilai tegangan sebesar 15,34 Volt.

$$P = 15,34 \times 8,43$$

$$P = 129,31 \text{ watt}$$

Berdasarkan Perhitungan diatas maka daya yang tertinggi diperoleh oleh *solar cell* terjadi pada pukul 12.00 Wib sebesar 129,31 Watt.

Tabel 2 Pengukuran Solar Cell 24 Juni 2025

Waktu (WIB)	Tegangan Solar Cell (Volt)	Arus Solar Cell (Amper)	Daya Solar Cell (Watt)
08.00	13,68	2,62	35,84
08.30	13,76	2,83	38,94
09.00	13,80	2,94	40,57
09.30	13,86	3,05	42,27
10.00	15,19	8,69	132
10.30	14,85	8,08	119,98
11.00	15,01	9,43	141,54
11.30	14,96	9,03	135,08

12.00	15,00	8,62	129,3
12.30	14,44	8,25	119,13
13.00	14,87	8,24	122,52
13.30	15,02	7,70	115,65
14.00	14,96	7,77	116,23
14.30	14,70	6,33	93,05
15.00	13,75	3,75	51,56
15.30	13,55	3,46	46,88
16.00	13,43	3,33	44,72
Rata- rata	14,40	6,12	89,72

Pada Tabel diatas terlihat arus solar cell pada awal matahari terbit terlihat cukup rendah dikarenakan cuaca yang berawan menyebabkan cahaya matahari tidak dapat langsung menuju ke *solar cell*. Berdasarkan Tabel diatas menunjukkan arus solar cell mengalami peningkatan secara bertahap sejak matahari terbit dan puncak arus tertinggi yang diperoleh oleh *solar cell* terjadi pada siang hari pukul 11.00 wib dengan nilai arus sebesar 9,43 A yang pada waktu yang sama solar cell juga menghasilkan nilai tegangan sebesar 15,19 Volt.

$$S = V \times I$$

$$S = 15,19 \times 9,43$$

$$S = 143,24 \text{ watt}$$

Berdasarkan Perhitungan diatas maka daya yang tertinggi diperoleh oleh *solar cell* terjadi pada pukul 11.00 Wib sebesar 143,24 Watt.

Efisiensi Solar Cell

Rumus Daya Input:

$$P_{in} = I_r \times A \quad (1)$$

Keterangan:

P_{in} = daya input (watt)

I_r = intensitas irradiasi matahari (W/m^2)

A = Luas area modul solar cell (m^2)

Rumus daya Ouput:

$$P_{out} = V_{rata-rata} \times I_{rata-rata} \quad (2)$$

Keterangan:

$V_{rata-rata}$ = Tegangan rata-rata sel surya

$I_{rata-rata}$ = Arus rata-rata sel surya

Rumus Efisiensi:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \quad (3)$$

Keterangan:

$\bar{\eta}$ = efisiensi sel surya (%)
Efisiensi panel surya pada tanggal 23 Juni 2025.

Berdasarkan tabel 4.2 maka didapat beberapa data sebagai berikut

Diketahui :

I_r = 488,96 W/ $\sqrt{m^2}$ (rata-rata intensitas radiasi matahari di kota medan)

$\frac{A}{\sqrt{m^2}}$ = 1,29 x 0,76 M = 0,9804

$V_{rata-rata}$ = 14,85 V

$I_{rata-rata}$ = 5,85 A

Maka,

P_{in} = $I_r \times A$

= 488,96 W/ $\sqrt{m^2}$ x 0,9804

$\sqrt{m^2}$

= 479,37 W

P_{out} = $V_{rata-rata} \times I_{rata-rata}$

= 14,85 x 5,85

= 86,87 W

$\bar{\eta}$ = $\frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$

= $\frac{86,87}{479,37} \times 100 \%$

= 18,12 $\%$

Maka efisiensi solar cell pada tanggal 23 Juni 2025 mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik sebesar 19,11 $\%$.

Efisiensi panel surya pada tanggal 24 Juni 2025 :

Berdasarkan tabel 4.2 maka didapat beberapa data sebagai berikut

Diketahui :

I_r = 463,61 W/ $\sqrt{m^2}$ (rata-rata intensitas radiasi matahari di kota medan)

$\frac{A}{\sqrt{m^2}}$ = 1,29 x 0,76 M = 0,9804

$V_{rata-rata}$ = 14,85 V

$I_{rata-rata}$ = 5,85 A

Maka,

P_{in} = $I_r \times A$

= 488,96 W/ $\sqrt{m^2}$ x

0,9804 $\sqrt{m^2}$

= 479,37 W

P_{out} = $V_{rata-rata} \times I_{rata-rata}$

= 14,40 x 6,12

= 88,128 W

$\bar{\eta}$ = $\frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$

= $\frac{88,128}{479,37} \times 100 \%$

= 18,38 $\%$

= 18,38 $\%$

Maka efisiensi solar cell pada tanggal 24 Juni 2025 mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik sebesar 19,38 $\%$.

SIMPULAN

Rancang bangun yang telah dibuat sesuai dengan yang direncanakan alat bekerja sesuai dengan yang diinginkan dan direncanakan.

Berdasarkan Pengujian yang dilakukan Efisiensi Solar Cell pada Tanggal 23 Juni 2025 Sebesar 18,12 .

Berdasarkan Pengujian yang dilakukan Efisiensi Solar Cell pada Tanggal 24 Juni 2025 sebesar 18,38 .

Pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber energi untuk penerangan dan kipas pada rumah sederhana.

Berdasarkan Pengujian yang dilakukan baterai terisi penuh setelah 7 jam melakukan pengisian melalui panel surya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, A. , Salim, N. A., & Suprpto. (2020). Sistem Auto-Switch Pada mini PLTS off-grid dengan backup daya PLN. Jurusan Teknik Politeknik Negeri Jember, 277-283.
- Amrullah, M . (2023). Perencanaan PLTS Atap On-Grid untuk Melayani Beban Penerangan Gedung Fakultas Teknik 03 UNTIDAR. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Tidar.
- Dahliyah, Samsurizal , & Pasra, N. (2021) Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin. Jurnal Ilmiah Sutet, 11 (2), 71-80.
- Humaira, D. J., (2023). Komparasi Unjuk Kerja Hubungan Seri, Paralel, dan Seri Paralel pada Panel Surya. Minangkabau Scholar Institute, 4(1), 1-11.
- Nasution, M. (2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. Journal of Electrical Technology, 6(1), 35-40.

-
- Priatam, D. T. P. P. , Zambak, M. F. , Suwarno , & Harahap, P. (2021). Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *Jurnal Teknik Elektro*, 4 (3), 48-54.
- Rahmatulloh, B. W. & Andriawan, H. A. (2024). Rancang Bangun PLTS Menggunakan Sistem Hybrid Pada Rumah Tangga Untuk Mengurangi Ketergantungan Energi Listrik Dari PLN. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika URANUS* , 2 (3) , 58-72.
- Ramadhan, R. R. , Iqbal, M , M. , Hafid, A. , & Adriani. (2022). Analisis PLTS ON GRID. *Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*, 14 (1) , 12 - 25 .
- Roza, E., & Mujirudin, M. (2019) Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fakultas UHAMKA. *Ejournal Kajian Teknik Elektro*, 4 (1), 16-30.
- Samsurizal, Mauriraya, K. T., Fikri, M ., Pasra, N. & Christiono. (2021). Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Jakarta : Institut Teknologi PLN.