

ANALISIS SOLAR CELL 200 WP LISTRIK KAPASITAS 450 WATT UNTUK RUMAH PETANI TERPENCIL

Tri Nona Damanik¹, Salomo Silaban², Arridina Susan Silitonga, S.T., M.Eng., Ph.D³
Teknik Konversi Energi^{1,2,3}, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan
tridamanik@students.polmed.ac.id¹, salomosilaban@students.polmed.ac.id²,
arridina@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan energi alternatif terbarukan yang sangat dikembangkan di Negara Indonesia. Manfaat dari energi surya yaitu untuk mengkonversi energi sinar matahari menjadi energi listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) memakai suatu metode yang disebut metode fotovoltaiik. Fotovoltaiik yaitu metode yang digunakan panel surya yang dimana sebagai penangkap energi yang berasal dari sinar matahari. Kegunaan dari memakainya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat dijadikan sumber energi listrik bagi daerah yang tidak terjangkau masuknya jaringan listrik yang bersumber dari PLN. Prinsip kerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yaitu dimana panel surya menerima sinar matahari yang menghasilkan arus listrik DC yang dialirkan ke baterai, lalu dari baterai yang menyimpan arus listrik DC tersebut. Setelah dari baterai, inverter yang menarik daya listrik sehingga baterai yang menyimpan arus listrik DC 12 Volt tersebut diubah menjadi arus listrik AC 220 Volt dan dialirkan ke beban. Hasil pada pengujian *solar cell* di dapat arus sebesar 3,56 A, daya 38,6 V, dan efisiensi 14,4 %. Pada rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini tidak memerlukan bahan bakar tetapi sangat memerlukan dari panas sinar matahari.

Kata Kunci : Sel Surya, *Solar Charge Controller*, Inverter

PENDAHULUAN

Di masa saat ada daerah terpencil yang jarak ke gardu induk PLN cukup jauh, dengan melihat jumlah penduduk yang sedikit serta kebutuhan listrik yang relatif rendah. Sehingga menjadikan prioritas untuk menjangkau daerah terpencil menjadi sering terabaikan. Dengan terabaikan di daerah terpencil tersebut maka masyarakat yang bertempat tinggal di daerah terpencil itu mengadakan untuk membangun jaringan listrik sendiri yang berasal dari energi alternatif terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) (Primanta, 2020).

Energi surya yaitu energi yang terbarukan yang berupa sinar dari matahari dan energi surya tidak cepat habis, dapat dipercaya dan tidak membeli (Rahmat, 2021). Dengan penggunaan energi surya tersebut adalah solusi yang terbaik dengan mengatasi tidak masuknya gardu induk PLN yang jaraknya cukup jauh, proses tersebut dapat dilakukan dengan sel surya (*solar cell*). Panel surya sangat pas digunakan di Indonesia karena memiliki potensi yang cukup baik, serta mengingat bahwa secara geografis dimana sebagai Negara tropis yang dilewati garis khatulistiwa karena memiliki potensi energi surya yang cukup baik dengan adanya insolasi rata-rata harian yang besar sehingga dapat dikembangkan salah satu sumber energi yang cukup murah serta tersedia sepanjang kapan dapat digunakan. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yaitu sumber energi yang sama sekali tidak menggunakan bahan bakar fosil seperti batubara, minyak, serta gas alam (Rio, 2017).

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Solar Cell

Solar cell juga adalah sebuah hamparan semikonduktor saat dimana dapat menyerap *photon* dari sinar matahari mengubah menjadi energi listrik. Sel surya terbuat dari potongan *silicon* yang sangat kecil dimana dengan dilapisi bahan kimia untuk membentuk dasar sel surya. Pada saat cahaya matahari mencapai sel, dimana elektron akan terlepas dari atom *silicon* dapat mengalir membentuk sirkuit listrik sehingga energi listrik dapat dibangkitkan. Kerja dari *solar cell* ini sangat bergantung pada sinar matahari yang diterima (Sanspower, 2020). Pada saat *solar cell* bekerja dipengaruhi oleh kondisi iklim yang memiliki efek signifikan terhadap jumlah energi matahari yang diterima sel

surya. Sel surya atau *solar cell* dihubungkan satu sama lain, seri atau sejajar, tergantung dari penggunaannya, dimana guna menghasilkan daya dengan kombinasi arus dan tegangan yang dikehendaki pada sel surya terdapat dua sambungan dengan antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor masing-masing diketahui sebagai semikonduktor “N” (negatif). *Silicon* jenis P yaitu lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai *junction*. Bagian P ini diberi lapisan nikel yang bentuknya cincin, dimana sebagai terminal keluaran positif. Dibawah bagian P terdapat bagian jenis N dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negatif. Pemeliharaan solar modul dilakukan dengan cara dibersihkan secara berkala untuk tidak mengurangi penyerapan intensitas matahari yang mengatur letak solar modul sehingga mendapatkan sinar matahari langsung dengan tidak terhalangi objek (seperti bangunan dan pohon) (Yulianto, B. 2011). *Solar cell* yang dipilih dalam rancang bangun ini tersebut yaitu 200WP yang type *monocrystalline* merupakan panel surya yang paling efisien, dengan menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 24%. Kelemahan pada *monocrystalline* ini tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurangnya memungkinkan, maka efisiensinya akan turun drastis dalam keadaan cuaca berawan (Primanta, 2020).



Gambar 1. *Solar Cell Monocrystalline 200 WP*
Sumber: (The Specialist Panel Surya, 2022)

Performansi Solar Cell

Kapasitas pada daya output dimana hasilnya didapat pada sebuah panel surya maximum diukur dengan besaran satuan wattpeak (wp), dimana *transferya* terhadap *watthour* (wh) bergantung pada intensitas cahaya matahari yang mengenai pada permukaan panel. Untuk mendapatkan nilai tegangan dan daya harus menyesuaikan dengan kebutuhan beban, panel surya harus disesuaikan secara seri dan juga parallel. Dalam performansi solar cell memiliki aturan antara lain (Junial Heri,2010) :

1. Dalam mendapatkan tegangan keluaran yang dua kali lebih besar dari tegangan keluaran sel *photovoltaic* maka dua buah sel *photovoltaic* harus dihubungkan secara seri.
2. Dalam mendapatkan arus keluaran yang dua kali lebih besar dari arus keluaran sel *photovoltaic* , maka dua buah sel *photovoltaic* harus dihubungkan secara parallel.
3. Dalam mendapatkan daya keluaran yang dua kali lebih besar dari daya keluaran sel *photovoltaic* dengan tegangan yang konstan maka dua buah sel *photovoltaic* harus dihubungkan secara seri dan parallel (Primanta, 2020).

Perhitungan P_{in} , P_{out} , dan Effisiensi Pada Solar Cell

1. Besar energi surya yang datang (P_{in})

Besar energi surya yang datang dapat dilakukan dengan perhitungan intensitas cahaya matahari yang masuk (P_{in}) yaitu (Swardi, 2017):

$$P_{in} = I \times A_{panel} \quad (1)$$

Dimana :

P_{in} = energi/daya masuk ke panel surya

A_{panel} = luas permukaan panel

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

- I = Intensitas radiasi matahari saat pengamatan
2. Besar energi yang dihasilkan panel surya (P_{out})
 Besar energi yang dihasilkan dari panel surya P_{out} dapat dihitung dengan mengukur voltase dan arus keluaran panel surya, sehingga energi yang dihasilkan merupakan daya keluaran dari panel surya, dapat dicari dengan rumus (Noor, 2015) :
- $$P_{out} = V \times I \quad (2)$$
- Dimana :
- P_{out} = Energi/daya keluaran dari panel surya
 V_{oc} = Rata-rata daya
 I_{sc} = Kuat arus
3. Besar efisiensi panel surya
 Besar efisiensi yang terjadi pada panel surya yaitu perbandingan antara daya yang dapat dibangkitkan oleh panel surya dengan energi input yang dapat diperoleh dari sinar matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi pada saat pengambilan data. Perhitungan efisiensi adalah sebagai berikut (Noor, 2015).
- $$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \quad (3)$$
- Dimana :
- P = Daya (Watt)
 P_{out} = Energi/daya keluaran dari panel surya
 P_{in} = Energi/daya masuk ke panel surya

Solar Charge Controller (SCC)

Solar charge controller adalah peralatan elektronika yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan di ambil dari baterai ke beban. Terlihat pada gambar 2.4, *solar charge controller* mengatur overcharging (kelebihan pengisian karena baterai yang sudah penuh) dan kelebihan voltase dari solar module. Kelebihan *voltase* dan pengisian akan mengurangi umur baterai. *Charge controller* menerapkan teknologi *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. *Solar module* 12 volt umumnya memiliki tegangan *output* 12 - 21 volt. Jadi tanpa *solar charge controller*, baterai akan rusak oleh *over-charging* dan ke tidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di *charger* pada tegangan 14 – 14,7 volt. Fungsi detail dari *solar charge controller* adalah untuk mengontrol arus keluaran dari panel surya untuk pengisian ke baterai, agar tidak terjadi *overcharging* dan *overvoltage* (Syahputra, R. 2016). *Solar charge controller* biasanya terdiri dari 1 input (2 terminal) yang terhubung dengan output panel surya, 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan baterai, dan 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan beban. Arus listrik DC yang berasal dari baterai biasanya tidak mungkin masuk ke panel surya karena ada diode protection yang harus melewati arus listrik DC dari panel surya ke baterai (Leonardo, S.2017).



Gambar 2. Solar Charge Controller (SCC)
 Sumber: (The Specialist Panel Surya, 2022)

Pengertian Baterai

Baterai merupakan salah satu dimana peralatan listrik yang dapat mengubah energi kimia terdapat di dalam bahan aktif secara langsung menjadi energi listrik dengan jalan reaksi elektrokimia. Reaksi elektrokimia yaitu didalam baterai terdapat proses berlangsung pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pegosongan) sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai yaitu dimana saat melewati listrik dalam arah polaritas yang berlawanan di dalam sel (Primanta, 2020).

Baterai merupakan salah satu bahan sel surya berfungsi menyimpan energi listrik dimana dihasilkan oleh sel surya pada siang hari, Dengan demikian dipergunakan pada saat tidak adanya cahaya sinar matahari atau disebut pada saat cuaca sedang mendung. *Battery* ada dua jenis yaitu :

1. Baterai primer yaitu baterai yang penggunaannya digunakan hanya satu kali dan tidak dapat diisi ulang setelah habis massa pemakaiannya.
2. Baterai sekunder yaitu baterai dapat digunakan berkali-kali dengan mengisi kembali muatannya, jika pada saat energinya telah habis terpakai (Noor, 2015).

Pada baterai sekunder bahan katoda dan anoda harus bersifat *recyclable*, merupakan dapat terbentuk kembali apabila diberi tegangan listrik dari luar, melalui reaksi kimia yang bersifat *reversible*. Reaksi kimia dalam sel baterai sekunder dapat dikembalikan oleh pemberian tegangan luar ialah dengan membalik polaritas tegangan sehingga reaksi berlangsung ke arah yang berlawanan dengan arah reaksi redoks semula (Indonesia Student, 2022).



Gambar 3. Baterai 12 V-100 Ah (The Specialist Panel Surya, 2022)

Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian yang digunakan untuk mengkonversi sumber tegangan input DC menjadi tegangan output AC (tegangan bolak-balik). Sumber-sumber arus listrik searah atau arus DC yang merupakan input dari Power Inverter dapat berupa baterai, dan *Solar Cell* (Sel Surya). Inverter tersebut akan sangat bermanfaat apabila digunakan di daerah-daerah yang dimana memiliki keterbatasan pasokan arus listrik AC. Penggunaan inverter pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya ini adalah untuk perangkat yang membutuhkan sumber tenaga AC. Fungsi inverter yaitu merubah daya masukan searah (DC) menjadi daya keluaran bolak-balik (AC) yang simetris dengan magnitude serta frekuensi yang diinginkan.

Dalam inverter dapat diklasifikasikan dalam dua jenis yaitu inverter satu fasa dan inverter tiga fasa. Apabila ditinjau dari proses konversi, inverter dibedakan menjadi dalam tiga jenis yaitu inverter seri parallel dan jembatan. Inverter jembatan dapat dibedakan menjadi inverter setengah jembatan (*half-bridge*) dan jembatan (*bridge*). Dalam tugas akhir ini dapat difokuskan pada pembahasan inverter jembatan baik untuk inverter satu fasa maupun tiga fasa. Yang dapat dihasilkan oleh bentuk-bentuk gelombang dalam Power Inverter diantaranya adalah sine wave inverter yaitu yang inverter memiliki tegangan keluaran dengan bentuk gelombang sinus murni. Jenis inverter ini dapat memberikan *supply* tegangan ke beban (induktor) atau motor listrik dengan efisiensi daya yang baik. Baik untuk keperluan serta memenuhi kebutuhan akan sumber daya listrik AC, baik untuk

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

industri dan rumah tangga. Pada jenis ini tegangan luarannya berbentuk sinusoida murni seperti yang dihasilkan oleh tegangan jala-jala PLN. Sedangkan pada square wave inverter yaitu inverter yang keluarannya berbentuk gelombang kotak. Jenis inverter ini tidak dapat digunakan untuk mencatu tegangan ke beban induktif atau motor listrik. Sine wave modified yaitu dimana inverter dengan tegangan keluaran berbentuk gelombang kotak yang dimodifikasi sehingga menyerupai gelombang sinus. Inverter yang jenis ini memiliki efisiensi daya yang rendah apabila digunakan untuk mencatu beban inductor atau motor listrik (Sanspower, 2020).

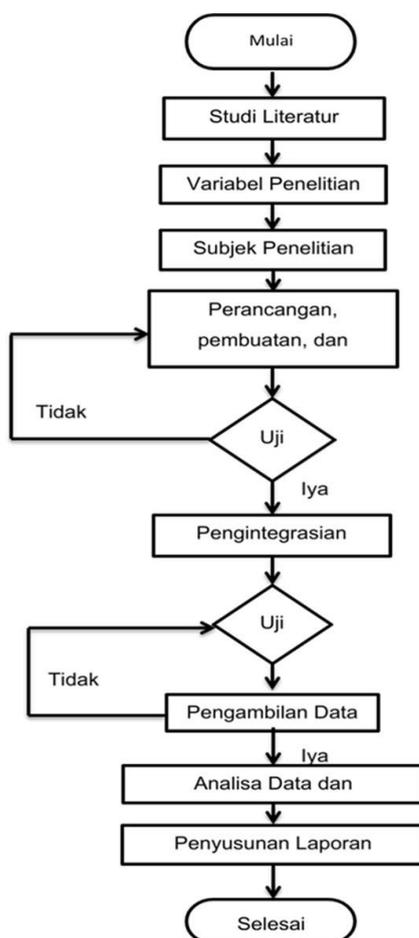


Gambar 5. Inverter 500 W (The Specialist Panel Surya 2022)

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Pada gambar 6 dapat menunjukkan diagram alir pada rancang untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai berikut :



Gambar 6. Diagram Rancangan Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan data penelitian ini berada di Kampus Politeknik Negeri Medan.

Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Parameter pengukuran yang dilakukan pada saat proses pengambilan data yaitu berupa Arus, Tegangan, solarimeter, dan suhu.

Model Penelitian

Model penelitian yang dilakukan adalah analisis unjuk kerja solar cell untuk mengetahui daya yang dihasilkan.

Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Untuk penelitian yang menggunakan metode kualitatif perlu dijelaskan pendekatan yang digunakan, proses pengumpulan dan analisis informasi, serta penafsiran dan penarikan kesimpulan penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari studi literatur untuk mencari informasi berupa jurnal, dan beberapa buku-buku yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang digunakan yaitu dengan menghitung daya dari data diperoleh dari solar cell pada pengujian, serta menghitung efisiensi alat pada *solar cell*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tabel 1. Hasil pengujian arus, tegangan, daya, suhu, keadaan cuaca, dan intensitas radiasi matahari (W/m^2) pada *solar cell* 200 WP

No.	Jam	Arus Solar Cell(A)	Tegangan Solar Cell(V)	Daya Solar Cell(W)	Suhu($^{\circ}C$)	Keadaan Cuaca	Intensitas Radiasi Matahari W/m^2
1.	10.00	3,6	38	136,8	27	Berawan	563
2.	10.30	3,6	38	136,8	28	Berawan	551
3.	11.00	4	39	156	29	Cerah	608
4.	11.30	4,8	39	187,2	29	Cerah	875
5.	12.00	4,8	39	187,2	30	Cerah	1000
6.	12.30	5	39	195	30	Cerah	1015
7.	13.00	5,2	39	202,8	31	Cerah	1042
8.	13.30	4,4	39	171,6	31	Cerah	924
9.	14.00	4,8	39	187,2	31	Cerah	920
10.	14.30	4,8	39	187,2	31	Cerah	870
11.	15.00	3	40	120	31	Cerah	608
12.	15.30	3	40	120	30	Cerah	551
13.	16.00	1	38	38	30	Cerah	540
14.	16.30	0,8	37	29,6	29	Berawan	447
15.	17.00	0,6	36	21,6	29	Berawan	445
Rata-rata		3,56	38,6	138,46			730,6

Pembahasan

1. Besar Energi Yang Datang *Solar Cell* 200 WP (P_{in})

Dalam pengamatan pengambilan data diperlukan waktu 7 jam dimulai dari pukul 10.00-17.00 WIB dimana untuk setiap pengambilan data selang waktu 30 menit. Dengan demikian untuk mengetahui energi surya datang (P_{in}) adalah sebagai berikut:

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

$$I = 730,6 \text{ W/m}^2$$

$$A_{\text{panel}} = 1,30 \text{ m}^2$$

$$P_{in} = I \times A_{\text{panel}}$$

$$P_{in} = 730,6 \text{ W/m}^2 \times 1,30 \text{ m}^2 P_{in} = 949,78 \text{ W}$$

2. Besar Energi Yang Dikeluarkan *Solar Cell* 200 WP (P_{out})

Dalam pengamatan pengambilan data diperlukan waktu 7 jam dimulai dari pukul 10.00-17.00 WIB dimana untuk setiap pengambilan data selang waktu 30 menit. Dengan demikian untuk mengetahui energi surya dihasilkan (P_{out}) adalah sebagai berikut :

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} P_{out} = 38,6 \times 3,56 P_{out} = 137,416 \text{ W}$$

3. Efisiensi Panel Surya 200 WP

Sehingga untuk perhitungan efisiensi pada *solar cell* 200 WP adalah sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{besar energi yang datang } (P_{out})}{\text{besar energi yang keluar } (P_{in})} \times 100\%$$

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

$$\eta = \frac{137,416}{949,78} \times 100\%$$

$$\eta = 14,4 \%$$

SIMPULAN

Pada rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini tidak memerlukan bahan bakar tetapi sangat memerlukan dari panas sinar matahari. Efisiensi yang telah diuji adalah 14,4 %, dalam pengujian PLTS tersebut pada *solar cell* semakin naik suhu pada *solar cell* mengakibatkan arus, daya, tegangan, dan intensitas radiasi matahari naik, serta energi surya merupakan energi *alternative* mudah dalam perawatan, namun dalam pemanfaatannya diperlukan investasi biaya yang tidak sedikit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Julisman, A. Sara, I. Halid, R. 2017. *Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola*, Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Syiah Kuala.
- Iqtimal, Z. Sara, I. Syahrizal. 2018. *Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air*. Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala.
- Junaidi, M. 2020. *Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Gedung C Fakultas Teknik Universitas Islam Riau*. Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin, Universitas Islam Riau.
- Leonardo, S.2017. *Uji Karakteristik Solar Cell 200 WP & 50 WATT PEAK Dengan Dan Tanpa Sistem Tracking*. Fakultas Teknik, Prodi Teknik Mesin, Universitas HKBP Nomensen Medan.

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

- Siregar, M.W. 2020. *Rancang Bangun Listrik Kapasitas 450 WATT Dengan Solar Cell Untuk Rumah Petani Terpencil*. Jurusan Teknik Mesin, Prodi Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Medan.
- Sukmajati, S. & Hafidz, M. 2015. *Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MW On Grid Di Yogyakarta, Energi & Kelistrikan*.
- Rahmaidayani, N. 2015. *Analisa Performansi Solar Cell*. Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan.
- Sianipar, R. 2014. *Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti.