



KELAYAKAN POTENSI SUMBER DAYA ENERGI TERBARUKAN SEBAGAI SOLUSI KETERBATASAN DAYA LISTRIK DI PEDESAAN DENGAN METODE SEL SURYA

**Bambang Setyo Panulisan¹, Wiwien Suzanti², Yolla Sukma Handayani³, Basuki Rakhim Setya
Permana⁴, Dedy Khaerudin⁵, Asih Setyo Rini⁶, Asep Rahmatullah⁷**

^{1,2,3,4,5,6,7}Universitas Bina Bangsa

Email: Setyopanulisan22@gmail.com

Abstrak

Mencari alternatif untuk mendapatkan sumber daya listrik di daerah terpencil dianggap perlu ketika kegiatan masyarakat dapat terganggu, pendidikan, ekonomi dan taraf hidup dapat terpengaruh karena kekurangan listrik. Kestabilan pakan harus dipastikan. Konsumsi listrik merupakan kebutuhan penting masyarakat saat ini. Kehidupan masyarakat perkotaan dan kawasan tenaga listrik pendukungnya tidak menjadi masalah dengan keberlangsungan pelayanan Perusahaan Listrik Negara (PLN). Masyarakat pedesaan yang tinggal di daerah terpencil dan di pulau-pulau terpencil, pasokan listrik menjadi masalah tersendiri. Mengingat ketersediaan jaringan listrik nasional tidak bersifat jangka panjang, maka solusi untuk mengatasi kejenuhan energi listrik kawasan adalah dengan mengubah sinar matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan teknologi fotovoltaik (sel surya). Sistem penyediaan energi listrik dengan menggunakan sistem ini disebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). PLTS memungkinkan penggunaan metode solar home system "SHS". Analisis ini diharapkan dapat menjadi acuan penggunaan SHS atau bagi teknisi listrik untuk mengetahui kesesuaian antara kebutuhan energi, Harga dan kualitas sel surya penggunaan rumah tinggal

Kata kunci: Pembangkit, Energi, Sel Surya

Abstract

Looking for alternatives to obtain electricity resources in remote areas is considered necessary when community activities can be disrupted, education, economy and living standards can be affected due to lack of electricity. The stability of the feed must be ensured. Electricity consumption is an important need of today's society. The lives of urban communities and their supporting electric power areas are not a problem with the continuity of services of the State Electricity Company (PLN). In rural communities living in remote areas and on remote islands, electricity supply is a problem in itself. Given that the availability of the national electricity grid is not long-term, the solution to overcome the saturation of regional electrical energy is to convert sunlight into electrical energy using photovoltaic technology (solar cells). The system of providing electrical energy using this system is called Solar Power Plant (PLTS). Solar allows the use of the solar home system method "SHS". This analysis is expected to be a reference for the use of SHS or for electricians to find out the suitability between energy needs, prices and quality of solar cells for residential use

Keywords: Generation, Energy, Solar Cells

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi menuntut peningkatan kapasitas pasokan listrik. Sumber energi yang tersebar luas saat ini adalah sumber energi yang tidak dapat diperbarui seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan energi, begitu pula upaya masyarakat untuk mencari sumber energi alternatif lainnya. Mengingat keterbatasan sumber energi tersebut, maka dicari

sumber energi lain seperti energi matahari, energi gelombang, energi angin, dan energi pasang surut. Banyak permasalahan sampah saat ini yang disebabkan dengan metode pembangkitan listrik lainnya, diperlukan sumber energi baru yang ramah lingkungan. Dalam dinamika permasalahan tersebut, penulis mencoba memanfaatkan teknologi surya sebagai sumber energi untuk membangkitkan listrik. Selama pengujian, baterai diisi dengan solar cell, dimana solar cell menghasilkan semacam tegangan mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Tegangan yang dihasilkan saat pengisian sel surya bervariasi antara 13 dan 17,5 volt DC. Sel surya yang digunakan adalah panel polikristalin dengan daya 50 Wp, 4 buah untuk mengisi baterai yang dihubungkan secara seri. Pada distribusi arus dan tegangan sumber solar cell, distribusi muatan baterai sangat stabil, meskipun tegangan yang dihasilkan oleh solar cell $\pm 17V$, nilai rata-rata maksimumnya adalah 13,5V, karena semua distribusi muatan diatur oleh matahari. Tegangan dan arus mulai meningkat pada pukul 07:30 WIB pagi, kemudian memuncak pada pukul 10:00-12:00 WIB pada siang hari dan mulai menurun hingga sore hari.

KAJIAN LITERATUR

1. Matahari adalah energi yang dipancarkan dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Adapun Radiasi matahari yang sampai ke bumi disebut dengan insolation (*incoming solar radiation*) yang mengalami penyerapan (*absorpsi*), pemantulan, hamburan, dan dipancarkan kembali atau reradiasi. Radiasi matahari tersebut sekitar 50% yang dapat diserap oleh bumi. [Konnery, 2011]. Matahari memiliki posisi yang tetap dalam sistem tata surya, namun terlihat bergerak melintasi langit jika diamati dari permukaan bumi. Pergerakan matahari terlihat nyata sebagai pengaruh dari rotasi bumi. Sebagai konsekuensi pergerakan ini, sudut sinar matahari jatuh secara langsung ke koordinat pengamat berubah secara kontinu. Posisi matahari dapat diketahui dengan pengetahuan pengamat mengenai garis lintang (*latitude*) dan garis bujur (*longitude*), disamping waktu dan tanggal pengamatan. Perbedaan garis lintang dan bujur suatu daerah akan mempengaruhi potensi energi matahari di daerah tersebut, oleh karena itu untuk mendapatkan energi matahari yang optimal ada dua hal yang harus dipertimbangkan, yaitu sudut elevasi dan sudut azimuth. [Astu P dan D. Nursuhud].

Salah satu cara untuk memanen radiasi panas dan cahaya yang termal dan teknologi sel surya atau sel *photovoltaic*. Teknologi termal biasanya digunakan untuk mengeringkan hasil pertanian dan perikanan, memasak (kompor surya), dan memanaskan air. Sedangkan sel surya merupakan alat untuk mengonversi cahaya matahari menjadi energi listrik menggunakan efek *fotoelektrik*. Dengan teknologi sel surya (*photovoltaic*) energi surya diubah menjadi dipancarkan matahari menjadi listrik adalah dengan memanfaatkan teknologi energi listrik yang bisa digunakan untuk berbagai hal. . [Dwistya A, N.].

2. Pembangkit listrik tenaga surya Potensi energi surya di Indonesia Energi (daya) adalah kebutuhan utama untuk pekerjaan atau operasi, termasuk listrik, energi mekanik, energi elektro magnetik, energi kimia, energi nuklir dan panas. Ada beberapa jenis sumber energi, antara lain: minyak bumi, gas alam dan batu bara. Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi dasar yang diperlukan dan dapat diubah menjadi bentuk energi lain seperti energi mekanik, energi panas dan energi lainnya. Pada abad ke-21, cadangan minyak dan gas langka. Dengan meningkatnya permintaan energi, terutama di negara-negara industri, akan meningkat sebesar 70% antara tahun 2000 dan 2030. Pada tahun 2015, permintaan energi listrik akan mencapai 19,5 hingga 20 triliun kWh. Namun sumber energi primer (migas) hanya mampu menghasilkan 12,4

triliun kWh, hal ini mengkhawatirkan dan memprihatinkan mengingat minyak dan gas bumi yang kita andalkan sampai saat ini suatu saat akan habis, diperkirakan Indonesia akan habis. 18. tahun ke depan. Cadangan minyak dunia diperkirakan akan habis dalam 23 tahun mendatang, gas akan habis dalam 62 tahun mendatang, sedangkan batu bara akan habis dalam 146 tahun mendatang. Energi matahari yang dapat dihasilkan untuk seluruh Indonesia dengan luas ± 2 juta km² adalah 5,10 mW atau 4,8 kWh/m²/hari atau setara dengan 112.000 GWp terbagi. Oleh karena itu, energi surya memiliki keunggulan dibanding kanenergi fosil[1]SELSURYA Sel surya yang beredar di pasaran dikemas dalam bentuk modul. Itulah mengapa sering disebut sebagai modul sel surya. Modul ini terdiri dari beberapa sel surya yang masing-masing dihubungkan secara seri untuk memberikan tegangan nominal yang dibutuhkan. Sebuah modul surya dengan output 50 Wp terdiri dari 32 sel yang dihubungkan secara seri. Output listrik dari setiap sel kira-kira 1,6 watt pada arus pengenal dan tegangan sekitar 3 amp dan 0,53 volt. Modul surya 50 Wp memiliki arus pengenal 3amp dan tegangan pengenal 16,9volt. 1. Jenis selsurya Ada dua jenis sel surya yang beredar di pasaran saat ini, yaitu sel surya kristal dan non kristal (amorf). Jenis kristal yang paling populer dalam sel surya terbuat dari silikon semikonduktor (Si). Sel surya Crystalline Si terdiri dari kristal tunggal (monocrystals) dan banyak kristal (multicrystals). Jenis sel surya kristal lainnya adalah gallium arsenide (GaAs). Sel ini sangat langka di pasaran dan tidak populer karena tidak hanya mahal tetapi juga (terbuat dari aluminium) memiliki fungsi "menangkap" elektron yang dihasilkan oleh sel surya. Elektron kemudian mengalir ke kontak jaringan utama, yang juga bertindak sebagai kontak negatif sel. Bagian bawah garis grid memiliki lapisan anti-reflective transparan dan konduktif yang fungsinya untuk mencegah sinar matahari mengenai permukaan sel sehingga tidak dipantulkan kembali dari permukaan sel. Lapisan berikutnya adalah Si tipe-n, yang "ditumbuhkan" pada Si tipe-p melalui proses difusi dengan bahan fosfor (P) pada suhu tinggi. Lapisan Si tipe-n tersebut sangat tipis, sekitar 1,2 μm , yang berfungsi untuk menghasilkan elektron saat terkena sinar matahari. Di bawah lapisan Si tipe-n adalah Si tipe-p, yang bertindak sebagai sel dasar, yaitu H. tumbuhnya lapisan-lapisan di atasnya. Si tipe-P menghasilkan lubang (istilah bermuatan positif pada sel surya) dengan ketebalan sekitar 500 μm . Lapisan dasar adalah lapisan aluminium yang bertindak sebagai kontak sel positif.



Rani Lestari Saragi, Poltek Negeri Medan

Gambar.2. Proses Pembangkitan Arus Listrik di Sistem Sel Surya

Gambar 2 menunjukkan proses yang disederhanakan untuk menghasilkan listrik dalam sel surya. Lampu terhubung ke sirkuit eksternal yang menghubungkan kontak positif dan negatif sel. Foton cahaya dengan energi berbeda melewati lapisan atas (bahan tipe-n) ke bahan tipe-p yang lebih tebal pada kedalaman permukaan sel yang berbeda. Misalnya, dua foton cahaya (berlabel A dan B) menumbuk elektron dari atom semikonduktor yang bersesuaian. Foton A memiliki energi yang lebih tinggi (panjang gelombang lebih pendek) daripada foton B. Elektron (simbol \ominus , label a dan b)

dikeluarkan dari atom, meninggalkan dua rongga yang dikenal sebagai bukaan (lubang) (simbol \oplus , label a' dan b') . pada titik tumbukan. Keadaan ini dikatakan menghasilkan pasangan foton elektron-lubang. Elektron dan lubang kemudian bergerak di dalam semikonduktor di bawah pengaruh medan magnet yang terbentuk di persimpangan semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Elektron bergerak ke lapisan tipe-n dan lubang ke lapisan tipe-p. Struktur lapisan sel surya berperilaku seperti "pompa" yang memompa elektron ke n-kontak (elektrode negatif) dan sebaliknya. melalui sel surya p-kontak (elektroda positif), menyebabkan arus listrik mengalir melalui sirkuit eksternal. Secara tradisional, arus listrik mengalir berlawanan arah dengan aliran elektron. Pada *interface* antara kontak-p dan semikonduktor tipe-p, elektron dan lubang bertemu (bergabung), menghasilkan kombinasi elektron dan lubang. Proses ini membuat mereka netral secara elektrik hingga kemudian dipisahkan kembali menjadi elektron dan lubang oleh energi cahaya yang masuk (foton). 2. Karakteristik arus tegangan sel surya. Karakteristik arus listrik (I) dan tegangan (V) sel surya pada Gambar 3 dan Gambar 4 diperoleh dengan menggunakan alat ukur yang disebut pelacak kurva I-V (Kholid A., 1997). Alat ini dapat digunakan untuk mengetahui parameter keluaran sel surya, seperti B. Arus hubung singkat (I_{sc}), tegangan terputus-putus (V_{oc}), arus dan tegangan listrik maksimum, I_m dan V_m , serta konversi efisiensi sel (η). . Perkalian parameter I_m dan V_m memberikan daya keluaran maksimum (P_m) dari sel surya. Dengan alat yang sama juga dapat diketahui suhu sel dan intensitas cahaya (radiasi) yang jatuh pada permukaan sel selama pengukuran. Nilai I_{sc} diperoleh saat tegangan sel surya nol ($V=0$), sedangkan V_{oc} diperoleh saat sel surya dalam keadaan rangkaian terbuka ($I=0$).

1) Pengaruh intensitas cahaya

Gambar 3. Menunjukkan pengaruh intensitas cahaya terhadap karakteristik arus dan tegangan sel surya yang diukur pada temperatur konstan 25°C . Jelas bahwa besar arus listrik (I_{sc}) sel surya berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang datang, sedangkan tegangan listrik (V_{oc}) sel surya bervariasi secara logaritmik.

2) Pengaruh suhu terhadap karakteristik arus dan tegangan sel surya yang diukur pada intensitas cahaya konstan 1 kW/m^2 dan massa udara (AM) 1,5. Arus listrik sel surya sedikit meningkat dengan meningkatnya suhu, sedangkan tegangan listrik menurun secara linear dengan meningkatnya suhu. Kecilnya peningkatan arus listrik ini disebabkan oleh berkurangnya (penyempitan) celah energi (E_g) bahan semikonduktor dengan naiknya temperatur, yang meningkatkan jumlah elektron yang berpindah dari daerah pita valensi ke pita konduksi. Peningkatan jumlah elektron pada pita konduksi meningkatkan arus listrik sel.

3) Pengaruh suhu terhadap karakteristik arus dan tegangan sel surya yang diukur pada intensitas cahaya konstan 1 kW/m^2 dan massa udara (AM) 1,5. Arus listrik sel surya sedikit meningkat dengan meningkatnya suhu, sedangkan tegangan listrik menurun secara linear dengan meningkatnya suhu. Kecilnya peningkatan arus listrik ini disebabkan oleh berkurangnya (penyempitan) celah energi (E_g) bahan semikonduktor dengan naiknya temperatur, yang meningkatkan jumlah elektron yang berpindah dari daerah pita valensi ke pita konduksi. Peningkatan jumlah elektron pada pita konduksi meningkatkan arus listrik sel. [2] Merencanakan penggunaan SHS Energi matahari adalah radiasi elektromagnetik yang dikirim ke Bumi dalam bentuk sinar matahari dan terdiri dari foton, atau partikel energi matahari, yang diubah menjadi energi listrik. Energi matahari yang mengenai permukaan bumi disebut radiasi matahari global, yang diukur dengan kerapatan daya permukaan daerah penerima. Radiasi matahari rata-rata di atmosfer bumi adalah 1.353 W/m^2 , yang dinyatakan sebagai konstanta

matahari. Intensitas penyinaran matahari dipengaruhi oleh periode rotasi bumi, kondisi cuaca termasuk kualitas dan kuantitas awan, perubahan musim dan garis lintang. Intensitas sinar matahari di Indonesia berlangsung selama 4-5 jam sehari. Produksi energi matahari di daerah tersebut dapat dihitung sebagai berikut:

$$E=IxA(1)$$

Dimana,

E=energi matahari yang dihasilkan (W)

I=insulasi/intensitas radiasi matahari rata-rata per jam (W/m)

A=luas (m²)

Energi matahari yang diubah menjadi energi listrik disebut juga energi surya. Awalnya digunakan untuk menghasilkan listrik di pedesaan terpencil, teknologi ini dikembangkan lebih lanjut untuk penerangan jalan tenaga surya, distribusi listrik di tempat-tempat umum seperti tempat ibadah, layanan kesehatan dan kantor pemerintahan. Meski awalnya hanya cukup untuk penerangan, PLTS cukup membantu di mana dibutuhkan. Tersedia pula pompa air tenaga surya yang digunakan sebagai sumber air irigasi atau air bersih (air minum).

Prinsip pengoperasian teknologi fotovoltaik Dengan bantuan modul surya yang terbuat dari bahan semikonduktor, cahaya matahari dapat diubah menjadi energi listrik. Bahan semikonduktor adalah bahan semi-logam dengan partikel yang disebut elektron-proton yang, ketika digerakkan oleh energi eksternal, melepaskan elektron, menyebabkan arus listrik dan pasangan elektron-lubang. Modul surya dapat menyerap sinar matahari yang mengandung gelombang elektromagnetik atau energi foton. Energi foton pada sinar matahari menimbulkan energi kinetik yang dapat melepaskan elektron pada pita konduksi sehingga menghasilkan listrik. Energi kinetik meningkat dengan meningkatnya intensitas sinar matahari. Bumi menyerap sinar matahari dengan intensitas tertinggi di siang hari untuk menghasilkan energi matahari, yang diserap oleh bumi dan memiliki keluaran sekitar 120.000 terawatts. Jenis logam yang digunakan juga menentukan kinerja sel surya.

Komponen Sistem PV

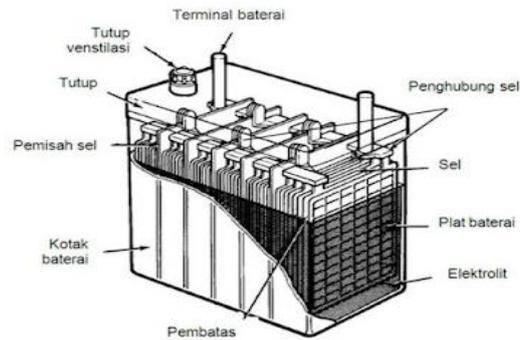
Di antaranya, komponen-komponen listrik tenaga surya diuraikan di bawah ini.

- A.** Komponen utama PV adalah modul sel Surya yang menghasilkan listrik arus searah disebut panel surya. Panel surya terbuat dari bahan semikonduktor (biasanya silikon) yang menghasilkan listrik di bawah sinar matahari.



Gambar 2. Panel atau modul surya semikonduktor.

- B.** Baterai/akumulator Baterai menyimpan listrik saat matahari tidak ada. Baterai yang cocok untuk PV adalah baterai timbal-asam siklus dalam dengan kapasitas 100 Ah, 12 V dan efisiensi sekitar 80%. Waktu pengisian baterai/baterai 12 jam - 16 jam.



Gambar 3. Baterai sebagai penyimpan energi listrik.

C. Kontrol baterai Pengontrol baterai adalah alat yang mengatur pengisian arus listrik dari modul surya ke aki/aki dan sebaliknya. Saat tingkat pengisian baterai 20-30%, pengontrol akan melakukan ini memutuskan dengan beban. Pengontrol baterai juga mengatur pengisian daya baterai yang berlebihan dan kelebihan tegangan modul surya. Manfaat alat ini antara lain mencegah pengosongan total dan pengisian daya yang berlebihan serta memantau suhu baterai. menambahkan voltase dan pengisian daya dapat mempersingkat masa pakai baterai. Pengontrol baterai dilengkapi dengan dioda pelindung yang mencegah arus searah dari baterai mencapai panel surya lagi.



Gambar 4. Contoh pengontrol baterai

D. inverter Inverter adalah suatu alat yang mengubah arus searah menjadi arus bolak-balik sesuai dengan kebutuhan peralatan listrik yang digunakan. Alat ini mengubah arus searah dari panel surya menjadi arus bolak-balik. Gambar 5. Inverter untuk mengubah arus searah menjadi arus bolak-balik. e. Kabel instalasi Kabel yang digunakan dalam instalasi PV adalah kabel khusus yang dapat mengurangi rugi arus, panas kabel dan kerusakan peralatan. Spesifikasi kabel yang setara dapat mengurangi loss 3 Konfigurasi lengkap teknologi PV ditunjukkan pada Gambar 6. Setiap kutub positif panel terhubung satu sama lain serta setiap kutub negatif. Kutub positif panel surya kemudian dihubungkan ke kutub positif dan negatif dari pengontrol muatan. Tegangan dari panel surya digunakan untuk menyalakan baterai. Gambar 6. Diagram lengkap teknologi fotovoltaik. Aplikasi teknologi PV Beberapa aplikasi teknologi tenaga surya saat ini sedang dikembangkan di Pulau Saugi, antara lain solar home system, solar lighting, dan pompa air tenaga surya. (a) sistem panel surya Solar Home System dan#40;SHSAnd#41; sering digunakan di rumah-rumah, tempat ibadah, puskesmas dan kantor-kantor pemerintahan di daerah terpencil seperti desa. Komponen utamanya adalah modul surya, baterai/akumulator, pengontrol baterai, inverter dan kabel. Diagram SHS ditunjukkan pada Gambar 7 . b) penerangan jalan listrik tenaga surya Lampu PJU Tenaga Surya memiliki banyak keunggulan dalam hal penghematan listrik PLN yang boros bahan bakar. Komponen utama terdiri dari modul surya 50 Wp-100 Wp, baterai, baterai standar, lampu jalan DC, tiang lampu dan alat pengatur waktu dan intensitas cahaya. Penerangan jalan jenis ini sangat cocok untuk daerah terpencil yang jauh dari instalasi listrik PLN.



Gambar 7.

Namun seringkali terjadi penerangan jalan dengan panel surya hanya bertahan satu tahun, karena beberapa faktor, misalnya: • Sistem kelistrikan tidak seharusnya, panel 50 Wp untuk lampu 30/40 W • Sistem baterai tidak cocok untuk keperluan sistem baterai tenaga surya. • Sistem penerangan yang tidak tepat yang menggunakan lampu AC watt tinggi yang tidak kompatibel dengan baterai.

E. Pompa air bertenaga surya Sistem ini sangat mudah dipasang dan dilepas tanpa harus memikirkan kabel atau generator. **Gambar 9.** Diagram pompa air tenaga surya. Kondisi Daya adalah komponen yang mengatur penggunaan arus listrik dari modul ke pompa air yang digunakan. Modul surya memasok pompa dengan arus searah, menggunakan inverter efektif jika pompa adalah pompa arus bolak-balik. Energi listrik motor listrik diubah menjadi energi kinetik yang menggerakkan pompa sehingga mengenai air. Air yang tersisa disimpan dalam tangki sementara untuk menghemat penggunaan baterai. Gambar 10. Aplikasi fotovoltaiik pada pompa air tenaga surya. Desain teknologi PV Langkah-langkah yang terlibat dalam merancang teknologi PV adalah sebagai berikut: 1. Temukan total penggunaan untuk hari itu. Formula yang digunakan adalah: *Beban pemakaian (h) = Daya × Lama* 2. Tentukan kapasitas modul surya sesuai dengan total beban kerja. Formula yang digunakan adalah:

Total beban pemakaian harian Kapastat moul surya = Radiasi matahari harian rata-rata ketersediaan energi matahari di Indonesia adalah sekitar 4,8 kWh/m². 3. Tentukan kapasitas baterai. Formula yang digunakan adalah: kepada penerima *Kapastat batera (Ah) = e* Instalasi teknologi PV Teknologi PV dirancang untuk mempermudah pemasangan dan pemeliharaan, sehingga pemasangan teknologi ini tidak memakan waktu lama dan hanya membutuhkan waktu sehari. Pada saat pemasangan harus diperhatikan bahwa lokasi pemasangan harus berada di lapangan terbuka yang tidak terhalang oleh pohon-pohon raksasa atau gedung-gedung tinggi. Lokasi pemasangan diperkirakan condong ke utara karena Indonesia terletak di bagian selatan negara itu. Tabel 1. Posisi kemiringan pemasangan panel surya Sudut kemiringan lintang 0 hingga 15° 15° 15 sampai 25° 25° 25 sampai 30° 30° 30 - 35° 40° 35-40° 45° 40 hingga 90° 65° Tempat baterai/baterai harus diletakkan di tempat yang lembap dan jauh dari jangkauan anak-anak. Pada saat yang sama, aksesoris panel surya luar ruangan lainnya harus tahan terhadap sinar matahari. Posisi regulator harus mudah diakses untuk pemeriksaan dan perawatan yang mudah. Contoh 1. Memasang generator surya, TV 21 inci, dan komputer dalam penerangan memerlukan

perencanaan: a) Konsumsi energi - Penerangan rumah: 20 lampu neon kompak @ 15 watt x 4 jam per hari = 1200 Wh - TV 21" : @ 100 W x 5 jam sehari = 500 Wh - Komputer: @ 150 W x 6 jam = 900 Wh Kebutuhan daya total = 2600 jam watt b) Jumlah panel surya yang dibutuhkan, kami menghitung 100W dari satu panel. - Dibutuhkan panel surya: $(2600/100 \times 5) = 6$ panel surya. C. Diperlukan baterai 12 volt 100 Ah: - Persyaratan baterai minimum (baterai digunakan hanya untuk memenuhi 50% dari kebutuhan listrik), jadi kami mengalikan kebutuhan listrik dengan 2: $2600 \times 2 = 5200 \text{ Wh} = 5200/12 \text{ volt} / 100 \text{ amp} = 4100 \text{ Ah}$ baterai. - Persyaratan baterai (mengingat dapat bekerja selama 3 hari tanpa sinar matahari): $2600 \times 3 \times 2 = 15.600 \text{ Wh} = 15.600/12 \text{ volt} / 100 \text{ amp} = 13.100 \text{ Ah}$ baterai. Contoh 2. Instalasi lampu PJU panel surya Panel surya 200 Wp diperlukan untuk PJU 40 watt. Dengan perhitungan sebagai berikut: Daya panel surya = 40 watt (daya lampu) / 12 volt (tegangan pengoperasian sistem) = 3,33 A (arus pengoperasian lampu), Waktu pengapian PJU (jam/jam) = 10 jam/jam, Arus yang dibutuhkan = $3,33 \times 10 = 33,3 \text{ Ah}$. Kondisi untuk pengoperasian normal baterai adalah arus yang disimpan dalam baterai tidak boleh habis lebih dari 50%, maka daya bebas yang dibutuhkan = $33,3 \times (100/50) = 66,6 \text{ Ah}$. Daya tersedia dengan cadangan hujan tiga hari x 3 hari = 199,8 Ah. Jadi untuk pengoperasian 10 jam per hari dan daya lampu 40 W, diperlukan baterai dengan voltase/kapasitas: 12 volt 100 Ah x 2 unit. Untuk mengisi daya kapasitas harian sebesar 33 AH, diperlukan panel surya sel 2 x 100 WP dengan arus kurang lebih 7 amp, jadi untuk pengisian/penyiaran 5 jam (penyiaran optimal) per hari, kapasitas baterainya adalah 35 Ah. Ukuran panel surya diberikan dalam tabel di bawah ini. Tabel 2. Ukuran panel surya. Sel surya 10 Wp 20 Wp 50 Wp 80 Wp 120 Wp Pengisian daya 50 W 100 W 250 W 400 W 600 W baterai (5 jam per hari) 4,17 A 8,33 A 20,83 A 33,33 A 50 A Berdasarkan uraian di atas, perkembangan teknologi fotovoltaik tergolong cepat, walaupun biaya investasi awalnya relatif mahal karena materialnya masih didatangkan dari luar negeri. Awalnya, energi surya hanya digunakan di pedesaan atau daerah terpencil yang sulit diakses oleh pembangkit listrik PLN. Namun kini telah berkembang ke perkotaan dimana banyak apartemen dan perkantoran yang menggunakan panel surya untuk menghemat energi. Sebelumnya, panel surya juga terbatas pada penerangan, PJU, dan pompa air. Bahkan, perkembangannya kini sangat pesat, termasuk peralatan persinyalan kereta api, pemanas turbin, dan catu daya satelit. Contoh desain Perancangan ini dibuat untuk menentukan ukuran sel surya dan baterai untuk sistem tenaga surya maksimal 500 watt. Langkah-langkah yang terlibat dalam perencanaan penggunaan SHS adalah sebagai berikut: 1. Tentukan total arus beban dalam ampere-jam (amp-jam atau Ah) Ampere-jam peralatan dihitung dalam arus searah (DC) ampere-jam/hari. Arus beban dapat ditentukan dengan membagi nilai watt berbagai perangkat beban dengan tegangan puncak nominal (PV) sistem. Total beban DC = watt/penggunaan x jam penggunaan per hari (1) Total beban AC = $(W/penggunaan \times \text{jam penggunaan per hari})/0,85$ (2) $I_{totalload} = \text{Beban } I_{totalDC} \text{ Beban } I_{totalAC}$ (3) Di mana: Beban Italia = arus beban total Ah 2. Kerugian sistem dan faktor keamanan (SF). Untuk sistem PLTS dengan rating sampai dengan 500 watt, faktor 20% harus ditambahkan ke beban untuk mengkompensasi kerugian sistem dan faktor keamanan. Karenanya beban ampere ditentukan dengan mengalikan dengan 1,20 pada langkah (a), jadi: Total beban Rugi dan faktor keamanan = beban total x 1,20 (4) 3. Tentukan jam matahari terburuk (ESH). Jam penyinaran matahari yang sesuai dengan lokasi ditentukan berdasarkan peta radiasi harian Rata-rata matahari global (soleus) diterbitkan oleh Solarex (Solarex, 1996). 4. Tentukan total kebutuhan daya panel surya Arus total yang dibutuhkan oleh panel surya dibagi dengan total beban ESH,

rugi-rugi dan faktor keamanan atau panel total = $(Itotalload \times 1.20) / ESH$ (5)

5. Menentukan susunan modul panel surya yang optimal Tata letak yang optimal adalah cara untuk menentukan total kebutuhan daya panel dengan jumlah minimum modul. Menentukan konfigurasi minimum modul dengan menghitung jumlah minimum modul yang akan memberikan rating arus panel yang diperlukan ditentukan pada langkah (d). ♣ Jumlah modul yang disusun secara paralel adalah: Σ Modul paralel = dimana: $Itot_panel$ adalah aliran total panel Modul $Iop_$ adalah arus operasi modul ♣ Jumlah modul yang disusun berurutan ditentukan oleh: Σ Modul seri = di mana: $VSystem$ adalah tegangan nominal sistem $Vmodule$ adalah tegangan nominal modul ♣ Modul yang dibutuhkan bersifat total : jumlah modul = jumlah modul seri x jumlah modul paralel (8)

6. Tentukan kapasitas baterai pengisi daya yang direkomendasikan Sistem pembangkit listrik tipikal Tenaga surya dilengkapi dengan akumulator (baterai) yang memasok energi ke beban pada malam hari atau saat tidak ada sinar matahari. Kapasitas baterai yang disarankan bervariasi tergantung pada garis lintang area pemasangan panel surya, yang ditunjukkan pada tabel.1. Lintang lokasi penginstalan Waktu pencadangan ($trec$) 0o-30o (di utara atau selatan) 5-6 hari 30o-50o (utara atau selatan) 10-12 hari 50o-60o (utara atau selatan) selama 15 hari Sumber: Solarex, 1996: Temukan Kekuatan Dunia Terbaru, Frederick Court, Maryland, AS. Berdasarkan peta tata surya dunia (Solarex, 1996), wilayah Indonesia terletak pada 10o LS-10o LU. Artinya Anda harus meluangkan waktu untuk seluruh Indonesia. Kapasitas minimum ampere-jam baterai (Ah) dihitung dengan rumus berikut: Tutup Baterai = (pengisian penuh x 1,2) x $trec$ (9) Di mana: Penutup baterai = kapasitas baterai (Ah) $Trec$ = waktu cadangan

KESIMPULAN

Di daerah yang ketersediaan sumber listriknya jauh, pengguna energi surya harus merencanakan dengan cermat dan cermat jumlah maksimum listrik yang dibutuhkan sebelum membeli komponen energi surya. tujuannya adalah untuk meningkatkan perolehan komponen yang tidak memenuhi kebutuhan. Mengingat pembiayaan awal sistem pembangkit listrik ini relatif mahal. Terutama bagi calon pengguna yang berlokasi di daerah terpencil. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah: 1. Lokasi koordinat lokasi pemasangan SHS. 2. Total beban yang dapat digunakan 3. Modul diperlukan. 4. kapasitas baterai yang dibutuhkan. Urutan perencanaan penggunaan sistem PLTS tersebut di atas agar kebutuhan, biaya dan kualitas terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasnawiya Hasan perancangan pembangkit listrik tenaga suryadi pulau saugi *Jurusan Teknik Perkapalan - Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea - Makassar, Sulsel 90245 Telp. 0411-585637, e-mail: hasna_hasan@yahoo.com.*
- Ir. Muhammad Suyanto. MT², Samuel Kristiyana. ST., MT³ pembangkit listrik tenaga matahari sebagaipenerangan rumah terpencil dengan menggunakan *solar cell* barra Swastika, Ir. Muhammad Suyanto. MT², Samuel Kristiyana. ST., MT³ ¹Mahasiswa, ²Pembimbing 1 dan ³Pembimbing 2 Jurusan Teknik Elektro IST AKPRIND Yogyakarta
- Rocky alfan¹, fadjar maulana k², heri haryanto³ rancang bangun penyedia energi listrik tenaga hibrida (plts-pltb-pln) untuk membantu pasokan listrik rumah tinggal jurusan teknik elektro, universitas sultan ageng tirtayasa jln. jenderal sudirman km. 03 cilegon, banten
- Rudi Salman, Analisis Perencanaan Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga

- Surya (plts) untuk Perumahan (*solar home system*), Teknik Elektro FT Unimed Alamanda, D., 1997, *Prospek PLTS di Indonesia*, ELEKTRO INDONESIA, Edisi ke-10.
- Alamanda, D., 2004, *Penerapan Teknologi PLTS sebagai solusi untuk membuka keterisolasian wilayah pedalamandan terpencil*, BERITA BPPT.
- Bachtiar, M., 2006, *Prosedur Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (Solar Home System)*, jurnal SMARTek, Vol.4, No.3.
- Solarex, 1996, *Discover the Newest World Power*, Frederick Court, Maryland, USA.
- Wenas, W.W., 1996, *Teknologi Sel Surya: Perkembangan dewasa ini dan yang akan datang*, MAJALAH ELEKTRO INDONESIA, Edisi ke-4.
- Custer dan Lianda. (2012). *Analisa Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Sumber Energi Pada Perumahan Kategori R1 900 VA Di Pulau Bengkalis*. Prosiding Seminar Nasional Industri Teknologi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negri Bengkalis.
- Herlina. (2009). *Analisis Dampak Lingkungan dan Biaya Pembangkitan Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida di Pulau Sebesi Lampung Selatan*. Tesis Teknik Elektro Universitas Indonesia.
- Mintorogo, D. (2000). *Strategi Aplikasi Sel Surya (Photovoltaic Cells) pada Perumahan dan Bangunan Komersial*. Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Aji (2014) *Rancang Bangun Sudu Savonius Sebagai Self Starting Turbin angin tipe hybrid Darrieus Savonius*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Santiari, I Dewa A. S. (2011). *Studi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Tambahan Pada Industri Perhotelan Di Nusa Lembongan Bali*. Tesis Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana.
- Tamamadin, M. (2008). *Kajian Daerah Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Studi Kasus di Wilayah Jawa Timur)*. Tugas Akhir Jurusan Meteorologi Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan Institut Teknologi Bandung.
- Dwistya A, N. (2010). *Aplikasi Sel Surya Sebagai Energi Terbarukan Pembangkit Listrik Pada Solar Home*
- Konnery, 2011, *Strategi pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di Indonesia sampai tahun 2025*.
- Astu P dan D. Nursuhud, 2008, *Mesin Konversi Energi Edisi II*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Dwistya A, N. 2010. *Aplikasi Sel Surya Sebagai Energi Terbarukan Pembangkit Listrik Pada Solar Home System*. Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran