

PEMBANGKIT LISTRIK SEL SURYA PADA DAERAH PEDESAAN

Asnal Effendi
Dosen Teknik Elektro Fakultas Teknologi Padang
Institut Teknologi Padang

Abstrak

Kebutuhan energi listrik sangat perlu apalagi di daerah pedesaan yang belum ada listrik jala-jala PLN, maka dibutuhkan sebuah pembangkit listrik sel surya untuk daerah pedesaan.

Pembangkit Listrik Sel Surya pada daerah pedesaan direncanakan dengan kapasitas daya yang diinginkan 1000 Watt, tegangan 24 Volt, maka dari hasil perhitungan untuk modul yang dipasang secara seri disusun sebanyak 43 buah, sedangkan secara paralel sebanyak 48 buah

Kata Kunci. Sel Surya, Pembangkit

Abstrac

Electrical energy is necessary required, especially in rural areas where no PLN electricity grid, it suggested to take a solar cell power plants for rural areas.

Solar Cell Power Plant in rural areas is planned with the desired power capacity 1000 Watt, 24 Volt voltage, then the results of calculations for the module which is placed in series as many as 43 pieces, while in parallel as many as 48 pieces.

Keyword : Power, Surya Cell.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kebutuhan energi dan masalah lingkungan di abad 21 akan mengharuskan adanya sistem pembangkit daya baru dengan efisiensi yang lebih besar dan lebih bersahabat dengan lingkungan. Sehingga perlu dilakukan usaha-usaha untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi minyak bumi melalui diversifikasi sumber energi termasuk pengembangan energi alternatif yang memenuhi persyaratan energi masa depan yang murah, tersedia dalam jumlah melimpah, fleksibel dan dalam penggunaan dan ramah terhadap lingkungan.

Semua persyaratan tersebut dapat dipenuhi dengan mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Hal ini didukung dengan letak Indonesia di daerah khatulistiwa yang mendapat sinar matahari dalam jumlah besar sepanjang tahun, sehingga sistem ini sangat

memungkinkan untuk dikembangkan penggunaannya.

Kebutuhan Energi Listrik di pedesaan sangat perlu sekali apalagi pada pedesaan yang tidak ada saluran PLN. Maka dengan ini penulis meneliti tentang pembangkit listrik tenaga surya pada pedesaan.

2. Teori Dasar

Pada PLTH yang dibahas ini, kombinasi pembangkit tenaga listrik yang digunakan adalah :

1. Pembangkit Listrik Tenaga Sel Surya.
2. Pembangkit Listrik Tenaga Energi Angin.

2.1. Pembangkit Listrik Tenaga

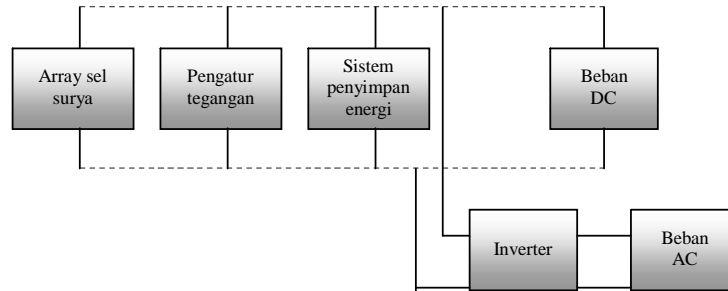
Sel surya

sel surya adalah suatu teknologi yang dapat mengubah energi sinar matahari secara langsung menjadi energi listrik. Sel surya ini banyak digunakan untuk penyediaan tenaga

listrik bagi penerangan, pompa air, telekomunikasi dan lain sebagainya.

Pemanfaatan sistem sel surya sebagai pembangkit tenaga listrik telah banyak diterapkan, baik yang menghasilkan daya rendah maupun yang berdaya tinggi. Sistem pembangkit tenaga sel surya bila tinjau dari daya keluarannya dapat dibagi menjadi :

1. Sistem yang berdiri sendiri (stand alone)



Gambar 2.1. Skema sederhana komponen suatu sistem sel surya yang berdiri sendiri.

Pada sistem pembangkit listrik tenaga sel surya yang berinterkoneksi dengan jaringan pengguna, kelebihan beban yang tidak dapat disuplai oleh pembangkit akan disuplai oleh jaringan. Sebaliknya, jika kondisi cuaca sangat baik serta permintaan beban berkurang, maka kelebihan energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit akan ditampung oleh jaringan pengguna.

2.2. Konversi Energi Sel surya

Susunan sel surya didisain berdasarkan pada perkiraan ban yaknya energi sel surya yang dapat dihasilkan dari suatu lokasi pada waktu tertentu. Dalam menghitung beberapa besa r energi susunan sel surya yang didapat, perlu diperhatikan faktor-faktor yaitu:

1. Radiasi surya rata-rata harian.
2. Efisiensi modul.

2. Sistem yang terinterkoneksi de ngan jaringan pengguna (*utility grid*)

Disain pembangkit listrik sel sel surya yang berdiri sendiri tidak mem perhatikan sumber energi luar selain energi radiasi matahari dan generator sebagai pembangkit darurat. Sistem yang berdiri s endiri dapat mensuplai beban DC maupun beba n AC dengan menggunakan inverter.

3. Faktor koreksi efisiensi temperatur
4. Faktor paking susunan sel surya.
5. Faktor pengotoran
6. Luas total modul.

Faktor yang perlu diperhatika n dalam perhitungan energi susun an sel surya adalah total daerah dalam met er persegi yang ditempati oleh mo dul sel surya. Rumus dasar untuk memproyeksikan berapa besar energi keluaran susunan sel surya per hari adalah :

$$PE = TE \times ME \times TC \times PF \times SF \times A \quad \dots(2.1)$$

Dimana :

PE = energi sel surya/ hari (kWh).

TE = total radiasi surya pada hari itu (kWh/m^2).

ME = efisiensi modul, 8% - 20%.

TC = faktor koreksi efisiensi temperatur, umumnya 15°C s.d 35°C lebih tinggi dari temperatur rata-rata harian lapangan.

PF = faktor paking, biasanya sudah dihitung dalam efisiensi modul.

SF = faktor pengotoran.

A = luas daerah (m^2).

Spesifikasi modul sel surya yang ada dipasaran, biasanya tidak memberikan informasi detail seperti efisiensi sel, luas daerah dan faktor paking. Hanya daya keluaran puncak dan temperatur standar $25^\circ\text{C} - 29^\circ\text{C}$ saja yang diberikan. Untuk itu perhitungan energi keluaran berdasarkan keluaran puncak dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$PE = TE \times MO/1000W \times TC \times N \quad \dots(2.2)$$

Dimana :

MO = daya keluaran puncak pada temperatur sel tertentu (Wp).

N = total jumlah modul susunan sel surya.

Karena pada modul sel surya hanya dicantumkan keluaran daya puncaknya pada 1000 W/m^2 , dan temperatur standarnya, maka untuk mengukur keluaran daya puncak suatu array sel surya, dapat digunakan rumus :

$$PP = A \times 1000\text{W/m}^2 \times ME \times PF \quad \dots(2.3)$$

Dimana :

PP = Keluaran daya puncak surya sel surya (WP) (Watt Peak).

2.3. Baterai Sebagai Penyimpanan Energi

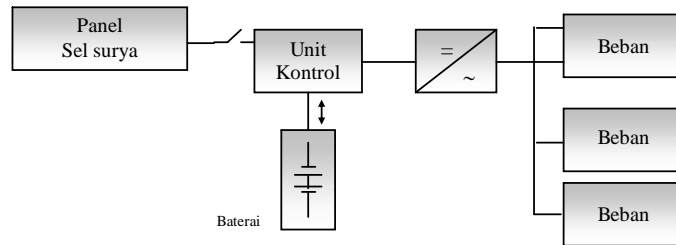
Baterai akan diisi oleh tenaga listrik yang berasal dari sistem sel surya dan sistem energi angin. Pada saat pelepasan muatan, arus searah yang berasal dari baterai akan dirubah menjadi arus bolak-balik oleh inverter dan kemudian dialirkan menuju beban. Untuk menjaga agar baterai tidak mengalami kelebihan muatan (over charge) dan kekurangan muatan (under charge) maka pengoperasian baterai dan inverter perlu diawasi dan dikontrol oleh suatu sistem kontrol.

Dalam pemilihan baterai yang akan digunakan haruslah memperhatikan hal-hal berikut ini :

- Mempunyai umur panjang (lebih dari 3 tahun)
- Mempunyai kondisi *charge* yang stabil
- Mempunyai *self discharge* yang rendah
- Kestabilan *depth of discharge* (DOD)
- Mempunyai efisiensi pengisian (*chargein*) yang tinggi
- Mudah untuk dibongkar pasang dengan menggunakan peralatan sederhana untuk keperluan transportasi ke daerah terpencil

3. Blok Diagram

Blok diagram dari pembangkit listrik tenaga surya dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1. Blok Diagram PL Sel surya

3. Cara Kerja Sistem

Cara kerja dari pembangkit listrik sistem ini secara umum dan berurutan mulai dari energi yang dihasilkan oleh sumber pembangkit yang ada yaitu sistem sel surya disalurkan ke dalam unit kontrol. Energi yang masuk ke dalam unit kontrol ini berbentuk listrik arus searah. Jika terdapat kelebihan energi maka energi tersebut akan disimpan dalam baterai, kemudian sebelum disalurkan ke konsumen, energi arus searah diubah dulu menjadi energi arus bolak-balik oleh inverter. Setelah diubah ke dalam bentuk energi arus bolak-balik maka energi dialirkan melalui distribusi arus bolak-balik menuju ke konsumen yang terdiri dari bermacam-macam jenis dan keperluan.

4. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sel Surya Untuk Daerah Pedesaan

Indonesia dengan sebagian besar penduduknya (80 %) tinggal di pedesaan, maka penyediaan alternatif pembangkit listrik yang cocok untuk kondisi pedesaan adalah sangat

perlu. Sebab dari total 61.849 desa (rural village) yang terdapat di Indonesia, jumlah desa yang telah menikmati listrik hanya 59,6 % saja yaitu berjumlah 36.836 desa. Sedangkan 40,4 % lainnya belum menikmati listrik sama sekali. Sehingga penyediaan listrik pedesaan dengan memanfaatkan sumber daya yang ada di daerah tersebut dikembangkan untuk memperkecil jumlah desa yang belum menikmati listrik.

Adapun persyaratan listrik pedesaan adalah murah biayanya, tetapi memenuhi standar teknis dan keamanan, operasinya mudah (sederhana), bahan bakarnya mudah diperoleh dan murah, dan daya skala kecil, dalam hal ini PLN menstandarkan kapasitas pembangkit untuk satu desa adalah kurang dari 250 kW.

Pembangkit Listrik Tenaga Sel surya mempunyai potensi untuk ikut berperan dalam program kelistrikan desa pada beberapa tahun mendatang.

4.1. Keunggulan-keunggulan

Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pada Pembangkit Listrik Tenaga Sel surya komponen utama yang sangat dibutuhkan adalah sinar matahari untuk sub sistem sel surya

Selain itu dengan tidak diperlukannya jaringan transmisi dan distribusi, maka rugi-rugi transmisi dan distribusi dapat dikurangi. Tentunya penghematan ini akan mencapai maksimum untuk sistem-sistem dengan saluran transmisi yang panjang.

4.2. Perencanaan Sistem Sel surya

Data-data dari Sel Sel surya

Daya 1 sel (MO) = 1,96 Wp

Bahan = Kristal silikon

Ukuran = 10 x 10 cm

Tegangan (V) = 0,5 Volt

Arus (I) = 0,98 Amper

Temperatur (T) = 25 °C

Daya yang direncanakan = 500 watt

Pada analisa pertama kita cari luas modul yang dipergunakan. Dengan memakai persamaan (2-3) akan didapat sebagai berikut :

$$P = A \times 1000 \text{ W/m}^2 \times \text{ME} \times \text{PF}$$

Dimana :

Daya (P) = 1000 Watt

Effisiensi modul (ME) = 20%

Faktor Pecking (PF) = 98 %

Luas modul (A) = ?

Solusi :

$$A = \frac{P}{1000 \text{ W/m}^2 \times \text{ME} \times \text{PF}}$$

$$A = \frac{1000 \text{ Watt}}{1000 \text{ W/m}^2 \times 0,20 \times 0,98}$$

$$A = \frac{1000 \text{ Watt}}{196} = 5,10 \text{ m}^2$$

Setelah kita dapatkan luas modul dapat dicari jumlah modul yang akan dipergunakan.

Luas modul = 5,10 m²

Ukuran satu modul 10 cm x 10 cm = 0,01 m²

$$\text{Jumlah modul} = \frac{5,10 \text{ m}^2}{0,01 \text{ m}^2} = 510 \text{ buah}$$

Pada analisa kedua dengan memakai persamaan (2-2) dapat kita lihat energi sel surya.

$$\text{PE} = \text{TE} \times \frac{\text{MO}}{1000 \text{ Watt}} \times \text{TC} \times \text{N}$$

Dimana :

Energi sel surya (PE)

Total energi sel surya (TE) = 1000 Wh/m²

Daya satu sel (MO) = 1,9 Watt

Temperatur (TC) = 25⁰ C

Jumlah modul (N) = 510 buah

Dimasukkan kedalam persamaan akan didapat :

$$\begin{aligned} \text{PE} &= 1000 \text{ Wh/m}^2 \times 1,9 \text{ W} / \\ &1000 \text{ W} \times 25^0 \text{ C} \times 510 \\ &= 24,225 \text{ Kwh} \end{aligned}$$

Pada analisa ketiga untuk mendapatkan tegangan yang diinginkan, dari data diatas :

Tegangan satu modul = 0,5 volt

Tegangan yang diinginkan = 24 volt

Jadi :

$$\text{Susunan modul} = \frac{24 \text{ Volt}}{0,5 \text{ Volt}} = 48$$

Jadi modul dipasang secara paralel sebanyak 48 buah

Daya yang diinginkan 1000 Watt, tegangan 24 Volt. Berdasarkan rumus daya :

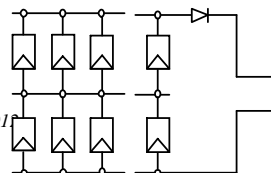
$$\begin{aligned} P &= V \cdot I = \frac{1000 \text{ Watt}}{24 \text{ Volt}} \\ &= 41,66 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Pada data arus sel pada temperatur standar 25⁰ C adalah 0,98 Ampere

Jadi :

$$\begin{aligned} \text{Susunan modul} &= \frac{41,66 \text{ Ampere}}{0,98 \text{ Ampere}} \\ &= 42,5 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan arus yang diinginkan, modul dipasang secara seri sebanyak 43 buah.



Tulisan ini dapat dilanjutkan untuk pengembangan sesuai dengan kebutuhan daerahnya.

Gambar 4.1. Blok Diagram Susunan Sel Sel surya

Sistem Baterai :

Baterai berfungsi sebagai penyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh modul surya dan sel bahan bakar.

Spesifikasi :

Rated capacity : 100 Ah

Rated Voltage : 12 Volt

Pada perencanaan ini baterai dipasang secara seri dua buah.

Sistem Inverter :

Pada perencanaan ini inverter yang digunakan untuk merubah tegangan DC menjadi tegangan AC dengan spesifikasi :

Tegangan 24 Volt dijadikan 220 Volt (AC) dengan frekuensi 50 Hz

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Dari uraian di atas dapat diambil beberapa kesimpulan dari perencanaan pembangkit listrik sistem sel surya untuk dapat dijadikan alternatif pembangkit tenaga listrik, yaitu :

1. Hasil perhitungan dari sel surya yang direncanakan untuk 1000 Watt untuk sel surya dan 1000 Watt untuk energi angin dihubungkan dengan jaringan pengguna untuk beban 1000 Watt. Apabila sel surya tidak sanggup melayani permintaan beban maka energi angin yang mensuplai energi untuk beban.

1.2. Saran

Daftar Pustaka

Hengeveld, H.J., *Marching of Wind Rotors to Low Power Electrical Generators*, Amersfoort, Netherlands, 1978

Kadir, Abdul, Prof, Ir., *Energi : Suatu Perkembangan, Listrik Pedesaan di Indonesia*, UI Press, Jakarta, 1994.

Rahman, Saifur dan Kwa-sur Tam, A *Feasibility, Study of Photovoltaic-Fuel Cell Hybrid Energy System*, IEEE transactions on Energy Conversion, Vol.3, No. 1, Maret 1988.

Soelaiman, T.M., Prof ., *Pengembangan Sumber Daya Energi*, Volume II, ITB, 1986.