

**RANCANG BANGUN SOLAR SEL
PADA GEDUNG PERKANTORAN
SEBAGAI ENERGI LISTRIK ALTERNATIF
(Studi Kasus : Gedung Kantor Dinas Pekerjaan Umum
Kabupaten Sintang Provinsi Kalimantan Barat)**

Wempi Noviandi ¹⁾, Ayong Hiendro ²⁾, Junaidi ²⁾
Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura
Email : wempidua@gmail.com

1. Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
2. Dosen Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

ABSTRAK

PLTS atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah peralatan pembangkit listrik yang merubah cahaya matahari menjadi listrik. PLTS sering juga disebut Solar *Cell*, atau Solar *Photovoltaic*, atau Solar Energi. Dengan konsep yang sederhana yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik yang mana cahaya matahari adalah salah satu bentuk energi dari Sumber Daya Alam. Cahaya matahari sudah banyak digunakan untuk memasok daya listrik melalui sel surya. Sel surya ini dapat menghasilkan energi yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari, tidak memerlukan bahan bakar. Sehingga sel surya sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan. Pada tugas akhir ini akan membahas mengenai merancang sistem PLTS sesuai dengan kebutuhan dan melakukan uji pembebanan PLTS. Adanya tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai PLTS dan bagaimana PLTS itu bekerja. Dari hasil pengujian dan pembahasan “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya” Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang telah dirancang dengan spesifikasi panel surya 100 WP sebanyak 44 Buah, Baterai 100 Ah sebanyak 30 buah, solar *charge controller* 250 A, serta inverter 3000 W/220VAC telah berhasil diuji coba. PLTS ini juga dilengkapi dengan indikator tegangan yang dihasilkan panel surya dan tegangan output inverter. Berdasarkan hasil pengujian PLTS ini mampu menghasilkan rata-rata daya sebesar 827 Wh dala satu hari.

Kata Kunci : Rancang Bangun Solar Sel, Energi Listrik Alternatif Pada Gedung Perkantoran, Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

1. PENDAHULUAN

Energi listrik adalah salah satu kebutuhan masyarakat modern yang sangat penting dan vital. Ketiadaan energi listrik akan sangat mengganggu keberlangsungan aktivitas manusia.

Krisis energi khususnya energi fosil seperti minyak bumi dan permasalahan dampak lingkungan yang diakibatkan oleh pemakaian energi yang tidak ramah lingkungan mendorong dunia dan pemerintah Indonesia untuk mempercepat pemanfaatan energi terbarukan seperti energi air, energi angin, energi matahari (surya), dan lain-lainnya.

Salah satunya adalah pemanfaatan energi terbarukan energi surya atau pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), jika dieksploitasi dengan tepat, energi surya diprediksi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia.

Salah satu dampak dari kurang meratanya infrastruktur jaringan listrik dapat mengakibatkan kekurangan pasokan listrik untuk gedung-gedung perkantoran seperti halnya gedung perkantoran Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Sintang Penggunaan genset sebagai sumber energi cadangan kurang efisien karena biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan genset dan solar cukup mahal.

Melihat kondisi ini maka dipandang perlu membuat suatu rancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya skala gedung perkantoran sebagai pembangkit energi listrik alternatif untuk mendukung program ramah lingkungan dan energi terbarukan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Modul Surya

Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Energi surya menjadi salah satu sumber pembangkit daya selain air, uap, angin, biogas, batu bara, dan minyak bumi. Teknik pemanfaatan energi surya mulai muncul pada tahun 1839, ditemukan oleh A.C. Becquerel. Ia menggunakan kristal silikon untuk mengkonversi radiasi matahari, namun sampai tahun 1955 metode itu belum banyak dikembangkan. Sistem *Photovoltaic (PV)* mengubah cahaya matahari secara langsung menjadi listrik. Sebuah sel surya atau PV terdiri dari bahan semikonduktor yang menyerap cahaya matahari.

Output daya dari susunan PV dinyatakan sebagai berikut :

$$P_{PV} = P_{PV,STC} \times f_{PV} \times f_{temp} \times \frac{I_T}{I_{T,STC}} \quad (1)$$

Dimana :

$P_{PV,STC}$ = kapasitas pengenalan dari susunan PV berdasarkan kondisi uji standar (kW)

f_{PV} = faktor derating PV (%)

I_T = insiden radiasi matahari pada susunan PV (kW/m²)

$I_{T,STC}$ = radiasi kejadian pada kondisi uji standar (1 kW/m²)

f_{temp} = faktor derating suhu (tidak berdimensi)

Faktor derating adalah pengurangan output array PV karena debu pada permukaan panel, kehilangan kabel, naungan, penuaan, suhu tinggi, atau hal lain yang mungkin terjadi akibatnya. Keluaran akan berkurang dari yang diperkirakan dalam kondisi ideal.

Faktor derating suhu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$f_{temp} = [1 + \alpha P (T_C - T_{C,STC})] \quad (2)$$

Dimana :

αP = koefisien temperatur daya (%/°C)

T_C = suhu sel PV pada setiap langkah waktu (°C)

$T_{C,STC}$ = suhu sel PV di STC (kondisi uji standar 25° C)

Suhu sel PV T_C adalah suhu permukaan array PV. Pada malam hari sama dengan suhu sekitar, namun di bawah sinar matahari penuh, suhu sel bisa melebihi suhu sekitar 30° C atau lebih. Persamaan untuk suhu sel PV adalah sebagai berikut :

$$T_C = T_a + I_T \left(\frac{T_{C,NOCT} - T_{a,NOCT}}{I_{T,NOCT}} \right) \left(1 - \frac{\eta_C}{0,9} \right) \quad (3)$$

Dimana :

T_a = suhu lingkungan (°C)

$T_{C,NOCT}$ = suhu sel operasi nominal (°C)

$T_{a,NOCT}$ = suhu sekitar dimana NOCT (suhu sel operasi nominal) didefinisikan 20° C)

$I_{T,NOCT}$ = radiasi matahari dimana NOCT didefinisikan (0,8 kW/m²)

η_C = efisiensi konversi listrik dari susunan PV (%)

Jika array PV dikendalikan oleh MPPT (tracker power point maksimum), array PV beroperasi pada titik daya maksimum dan efisiensi sel (η_C) selalu sama dengan efisiensi power point maksimum (η_{mp}). Menggunakan solar tracking dianjurkan untuk meningkatkan kapasitas PV. Persamaan untuk suhu sel dengan MPPT digunakan persamaan sebagai berikut :

$$T_C = T_a + I_T \left(\frac{T_{C,NOCT} - T_{a,NOCT}}{I_{T,NOCT}} \right) \left(1 - \frac{\eta_{mp}}{0,9} \right) \quad (4)$$

Karena η_{mp} tergantung pada suhu sel T_C , dimana $\eta_{mp,STC}$ adalah efisiensi dari susunan PV pada titik daya maksimum di bawah STC (%). Produsen PV biasanya melaporkan $T_{C,NOCT}$, $\eta_{mp,STC}$ sebagai bagian dari data produk mereka. Untuk menentukan efisiensi yaitu :

$$\eta_{mp} = f_{temp} \times \eta_{mp,STC} \quad (5)$$

Dan dapat pula dilihat sesuai data produk yang dipakai akan lebih mudah untuk menghitung f_{temp} yaitu dengan persamaan berikut :

$$f_{temp} = \frac{1 + \alpha P [T_a + I_T \left(\frac{T_{C,NOCT} - T_{a,NOCT}}{I_{T,NOCT}} \right) - T_{C,STC}]}{1 + \alpha P \times I_T \left(\frac{T_{C,NOCT} - T_{a,NOCT}}{I_{T,NOCT}} \right) \frac{\eta_{mp,STC}}{0,9}} \quad (6)$$

2.2 Baterai

Baterai atau akumulator merupakan salah satu alat yang dapat mengkonversikan energi listrik menjadi energi kimia, atau energi kimia menjadi energi listrik. Akumulator ini sering dikenal

sebagai sel sekunder. Pada saat sel ini diisi atau dialiri arus listrik, maka arus listrik tersebut disimpan ke dalam bentuk energi kimia, dan pada saat sel ini dibebani dengan peralatan listrik, maka energi kimia yang tersimpan akan dirubah menjadi energi listrik. Kemampuan untuk menyimpan energi listrik kedalam bentuk energi kimia ini memungkinkan penggunaannya dapat diperluas dalam sistem kelistrikan

2.2.1. Sistem Pengisian Baterai

Pengisian baterai akan dapat berlangsung bila arus searah masuk dari terminal positif (+) aki dan keluar melalui terminal negatif (-) aki. Proses ini dapat terlaksana dengan cara menghubungkan terminal positif (+) sumber dengan terminal positif (+) aki dan terminal negatif (-) sumber dengan terminal negatif (-) aki.

2.2.2 Sistem Pemakaian Baterai

Apabila akumulator digunakan, yaitu memberi arus listrik ke beban, seperti untuk menyalakan lampu, maka aki akan mengeluarkan energi listrik yang tadinya tersimpan sebagai energi kimia. Dalam memberikan energi pada akumulator, perlu diperhatikan DOD nya (*depth of discharge*) atau batas maksimum dan minimum. Untuk menentukan besarnya kapasitas yang digunakan pada akumulator dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\text{Kapasitas digunakan} = \frac{\text{Kapasitas nominal} \times \% \text{ DOD}}{100 \%} \quad (7)$$

Untuk menentukan DOD dengan persamaan berikut :

$$\% \text{DOD} = \frac{\text{Kapasitas digunakan}}{\text{Kapasitas nominal}} \times 100 \% \quad (8)$$

a. Regulator Baterai

Charge Controller berfungsi untuk menjaga keseimbangan energi di akumulator dengan cara mengatur tegangan maksimum dan minimal dari akumulator tersebut, alat ini juga berfungsi untuk memberikan pengamanan terhadap sistemnya itu. Proteksi terhadap pengisian berlebih (*over charge*) di akumulator, proteksi terhadap pemakaian berlebih (*over discharge*) oleh beban, mencegah terjadinya arus balik kemedul surya, melindungi terhadap terjadinya hubungan singkat pada beban listrik dan sebagai interkoneksi dan komponen-komponen PLTS lainnya.

Pengaturan akumulator berfungsi untuk mengatur pengisian daya pada akumulator dan pengosongannya yang akan disalurkan ke beban.

Rangkaian pengatur pengisian akumulator ini mempunyai kemampuan :

- Mengatasi arus pengisian yang bertujuan untuk mencegah pengisian yang berlebihan ketika mengisi akumulator agar tidak melebihi kapasitas maksimum akumulator.
- Mengatur daya pada akumulator yang telah habis terpakai, maka secara otomatis penyaluran daya ke beban akan terputus sehingga tidak merusak komponen-komponen baik pada rangkaian maupun pada akumulator itu sendiri sampai akumulator terisi kembali.

2.3 Inverter

Inverter berfungsi untuk merubah daya arus searah menjadi daya arus bolak balik yang tegangan dan frekuensinya dapat diatur. Tegangan bolak balik yang dihasilkan inverter berbentuk gelombang persegi dan pada pemakaian tentu diperlukan filter untuk menghasilkan bentuk gelombang sinus.

Ukuran inverter dinilai berdasarkan ukuran PV untuk memaksimalkan kuantitas energi yang akan didapat dari pengubahnya.

Array PV Konstanta R umumnya digunakan untuk mengekspresikan ukuran PV dibandingkan dengan ukuran inverter, yang didefinisikan sebagai berikut :

$$R = \frac{\text{Besar ukuran PV}}{\text{Besar ukuran Inverter}} \quad (9)$$

Besarnya ukuran frekuensi inverter tidak sama dengan ukuran PV ($R > 1$) karena PV tidak selalu menghasilkan daya maksimalnya. Pertimbangan untuk menggunakan inverter ukuran yang lebih kecil adalah meminimalkan biaya inverter.

2.4 Charge Controller

Charge Controller adalah alat yang mengatur pengisian arus listrik dari panel surya ke baterai dan sebaliknya. Saat isi baterai tersisa 20% sampai 30%, maka regulator akan memutuskan dengan beban. Regulator baterai juga mengatur kelebihan mengisi baterai dan kelebihan tegangan dari Panel surya. Manfaat dari alat ini juga untuk menghindari *full discharge* dan *overloading* serta memonitor suhu baterai. Kelebihan tegangan dan pengisian dapat mengurangi umur baterai. Kontroler ini

dilengkapi dengan *diode protection* yang menghindarkan arus DC dari baterai agar tidak masuk ke panel surya lagi.

3. METODE PENELITIAN

Adapun bahan-bahan penelitian Rancang Bangun Solar Sel Pada Gedung Perkantoran Sebagai Energi Listrik Alternatif di Gedung Dinas Pekerjaam Umum Kabupaten Sintang sebagai berikut :

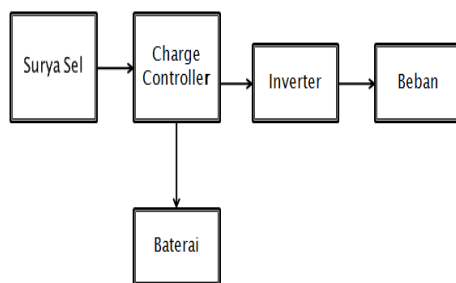
- *PV Module* (modul surya)
- Baterai/Aki
- Inverter
- *Charge Controller*
- Kabel instalasi.

Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Studi Literatur yaitu dengan mempelajari teori dasar energi matahari, jaringan listrik, *photovoltaic*, elektronika dasar khususnya melalui buku-buku, jurnal-jurnal, majalah ilmiah, tesis, *browsing* internet, maupun referensi lain yang dapat dijadikan landasan teori ;
- Observasi lapangan, dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan seperti data beban, modul/array, baterai/aki, inverter dan *charge controller* ;
- Perhitungan dan analisis pembahasan

Sistem PLTS untuk gedung ini, sama atau tidak jauh beda dengan sistem PLTS lainnya. Dimana sumber energinya dari tenaga surya, yang ditangkap oleh modul surya, untuk diubah menjadi energi listrik. Dari modul surya energi listrik ditampung oleh baterai. Kemudian energi listrik bisa digunakan dengan beban DC.

Berikut ini adalah gambar diagram blok sistem Pembangkit Sel Surya:



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Solar Sel

Maka Prinsip kerja PLTS pada gedung yang dirancang yaitu Modul surya menangkap radiasi matahari, kemudian diubah menjadi energi listrik. Output dari modul surya dihubungkan ke *charge controller*, yang kemudian disalurkan ke baterai dan beban setelah terlebih dahulu melalui inverter. *Charge controller* itu sendiri berfungsi untuk mengontrol pengisian dan pembuangan energi listrik pada baterai. Output dari *charge controller* selain untuk baterai juga untuk beban listrik. Apabila baterai penuh *charge controller* akan menghentikan pengisian energi listrik dari modulsurya, dan atau apabila energi listrik pada baterai dalam kondisi kurang *charge controller* akan menghentikan keluaran energi listrik dari baterai.

Dari output *charge controller* untuk beban dihubungkan ke inverter, inverter itu sendiri adalah berfungsi untuk mengubah energi listrik searah (DC) menjadi energi listrik bolak-balik (AC) karena beban listrik yang digunakan adalah beban listrik AC. Dari inverter dihubungkan ke beban, adapun beban pada PLTS di gedung ini adalah peralatan-peralatan elektronik dan lampu penerangan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan kapasitas komponen PLTS ini menggunakan perhitungan manual dengan dibantu oleh lembar kerja (*worksheet*) yang dikembangkan oleh *Go Solar Company*. Penggunaan lembar kerja tersebut memudahkan kita menelusuri urutan perhitungan. Berikut adalah tahapan perhitungan yang dilakukan :

- Tahap I, Perhitungan Beban
- Tahap II, Perhitungan Panel surya.
- Tahap III, Perhitungan Baterai.
- Tahap IV, Perhitungan *Charge Controller*.
- Tahap V, Perhitungan *Inverter*.

Sebelum melakukan tahapan perhitungan komponen PLTS maka akan ditentukan beberapa nilai di bawah ini :

Spesifikasi Modul Surya :

- Merk : Solar Panel GHS 100
- Model : Solar Panel 100 Watt
- Max. Power (Wp) : 100 Wp
- Max. Voltage : (Vmp) : 18 V
- Max. Current (Imp) : 5,56 A
- Open Circuit Voltage (Voc) : 21,12 V
- Short Circuit Current (Isc) : 5,89 A

Spesifikasi Baterai :

Merk : Storace
 Nominal Voltage : 12 Volt
 Rated Capacity (20HR) : 100 Ah

4.1 Data Lapangan

Jumlah jam matahari per hari Berdasarkan data intensitas matahari Juni 2017 sampai dengan Mei 2018 yang diambil dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Supadio dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Data Temperatur dan Insolasi Matahari

Tahun	Bulan	Temperature (°C)	Insolasi Matahari (kWh/m ² /hari)
2018	Januari	27.6	4.4
	Februari	26.8	6.3
	Maret	27.1	5.8
	April	27.3	6
	Mei	28.1	6.3
2017	Juni	27.8	6.8
	Juli	27.6	6.8
	Agustus	28.4	5
	September	28.7	4.5
	Oktober	28.5	5.1
	Nopember	28.5	4.6
	Desember	27.9	6
	Maksimum	28.7	6.8
	Minimum	26.8	4.4
	Rata-rata	27.8	5.09

Sumber : BMKG Supadio

Tabel 2. Data Rata-Rata Tiap Jam Insolasi Matahari

Jam	Nilai Radiasi Matahari (Wh/m ²)	Jam	Nilai Radiasi Matahari (Wh/m ²)
00.00 - 01.00	0	12.00 - 13.00	315,126
01.00 - 02.00	0	13.00 - 14.00	235,1916
02.00 - 03.00	0	14.00 - 15.00	141,4224
03.00 - 04.00	0	15.00 - 16.00	7,686
04.00 - 05.00	0	16.00 - 17.00	6,1488
05.00 - 06.00	0	17.00 - 18.00	0
06.00 - 07.00	0	18.00 - 19.00	0
07.00 -	99,918	19.00 -	0

08.00		20.00	
08.00 - 09.00	258,2496	20.00 - 21.00	0
09.00 - 10.00	381,2256	21.00 - 22.00	0
10.00 - 11.00	216,7452	22.00 - 23.00	0
11.00 - 12.00	581,0616	23.00 - 00.00	0
Maksimum	581,0616	581,0616	
Minimum	6,1488	6,1488	
Rata-rata	224,27748	224,27748	

Sumber : BMKG Supadio
 20 Januari 2019

Tabel 3. Data Suhu Ruangan Kantor Dinas PU Sintang

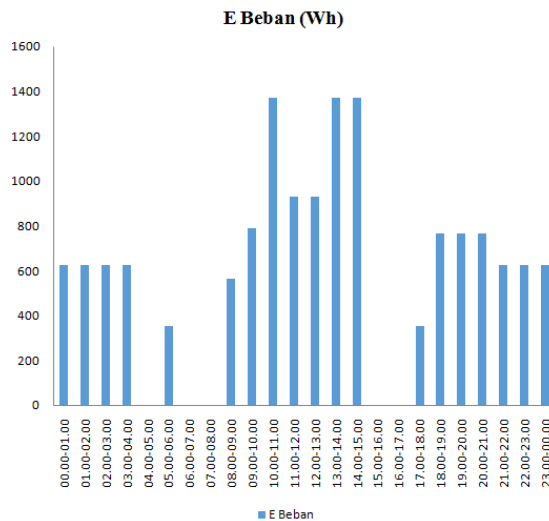
Jam	Suhu Ruangan (°C)	Jam	Suhu Ruangan (°C)
00.00 - 01.00	25,7	12.00 - 13.00	32,8
01.00 - 02.00	25,4	13.00 - 14.00	28,66
02.00 - 03.00	25,2	14.00 - 15.00	28,5
03.00 - 04.00	24,6	15.00 - 16.00	29,4
04.00 - 05.00	24,5	16.00 - 17.00	30,17
05.00 - 06.00	24,8	17.00 - 18.00	29,18
06.00 - 07.00	25,5	18.00 - 19.00	28,2
07.00 - 08.00	27,7	19.00 - 20.00	27,2
08.00 - 09.00	28,7	20.00 - 21.00	26,26
09.00 - 10.00	29,6	21.00 - 22.00	26,2
10.00 - 11.00	30,5	22.00 - 23.00	26,6
11.00 - 12.00	31,5	23.00 - 00.00	25,3

Sumber : Aplikasi Accu Weather

4.2 Perhitungan Beban

Tabel 4. Perhitungan Beban

No, Peralatan	Banyak Peralatan (unit) (n)	Daya Peralatan (Watt) (W)	Lama Pakaian (Jam) (h)	Jumlah Daya (Wh) (P = n x W x h)
1 Lampu	15	11	10	1650
2 Lampu	20	23	10	4600
PC/Komputer				
3 puter	8	55	5	2200
4 TV	1	140	3	420
5 AC	3	240	5	3600
Kipas Angin				
6	6	35	5	1050
Mesin Air				
7	1	125	1	125
Dispen				
8 ser	1	350	3	1050
Total Pemakaian				14695



Gambar 4. Diagram Beban Kantor Dinas PU Sintang

Diagram ini berdasarkan tabel jumlah beban harian kantor Dinas PU Sintang yang disimulasikan dalam waktu 24 jam. Dan dari Grafik pemakaian beban ini maka nantinya akan dapat dilihat Simulasi Pelayanan Beban Harian kantor Dinas PU Sintang.

4.3 Perhitungan Panel Surya

Total energi sistem yang disyaratkan adalah sebesar :

$$\begin{aligned}
 ET &= EA + \text{rugi-rugi sistem} \\
 &= EA + (15\% \times EA) \\
 &= 14695 \text{ Wh} + (15\% \times 14695 \text{ Wh}) \\
 &= 16899,25 \text{ Wh}
 \end{aligned}$$

Jadi total energi sistem yang disyaratkan sebesar 16899,25 Wh

Keterangan :

ET : Energi total termasuk rugi-rugi yang diperhitungkan

EA : Energi total tanpa rugi-rugi

4.3.1 Perhitungan Kapasitas Daya Modul Surya

Kapasitas Daya Modul Surya

$$= \left(\frac{ET}{\text{insolasi}} \right) \times \text{faktor penyesuaian}$$

$$= \left(\frac{16899,25 \text{ Wh}}{4,4} \right) \times 1,1$$

$$= 4224,8125 \approx 4400 \text{ WP}$$

Besarnya kapasitas daya modul surya 4400 watt peak atau 4,4 Kw

Satuan energi (dalam Wh) dikonversikan menjadi Ah yang sesuai dengan satuan kapasitas baterai sebagai berikut :

$$AH = \left(\frac{ET}{Vs} \right)$$

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{16899,25 \text{ Wh}}{24 \text{ volt}} \right) \\
 &= 704,135 \approx 710 \text{ Ah}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

AH : Kapasitas AH yang dibutuhkan

ET : Energi total termasuk rugi-rugi yang diperhitungkan

4.3.2 Perhitungan Daya Keluaran Modul Surya

Perhitungan Daya Keluaran PV dari persamaan (II.2) sebagai berikut :

$$P_{PV} = P_{PV,STC} \times f_{PV} \times f_{temp} \times \frac{I_T}{I_{T,STC}}$$

$$P_{PV,STC} = 1,2 \text{ KW}$$

$$f_{PV} = 90 \% \text{ (kondisi panel baru)}$$

4.3.3 Perhitungan Faktor Derating Suhu

Menentukan faktor derating suhu (tidak berdimensi) yaitu :

$$f_{temp} = \frac{1 + \alpha P [T_a + I_T (\frac{T_{C,NOCT} - T_{a,NOCT}}{I_{T,NOCT}}) - T_{C,STC}]}{1 + \alpha P \times I_T (\frac{T_{C,NOCT} - T_{a,NOCT}}{I_{T,NOCT}}) \frac{\eta_{mp,STC}}{0,9}}$$

Untuk menghitungnya dapat melihat data sheet panel surya yang dipakai dan ketentuan kondisi uji standar, yaitu sebagai berikut :

$$\alpha P = -0,45 (\% / ^\circ C) = -0,0045 ^\circ C$$

$$T_a = 27,7 ^\circ C \text{ (data suhu ruangan pukul 07.00 sampai 08.00)}$$

$$I_T = 99,918 \text{ W / m}^2 = 0,099 \text{ kW / m}^2 \text{ (data BMKG)}$$

$$T_{C,NOCT} = 46 ^\circ C$$

$$I_{T,NOCT} = \text{radiasi matahari dimana NOCT didefinisikan (0,8 kW / m}^2)$$

$$T_{C,STC} = 25 ^\circ C$$

$$\eta_{mp, STC} = 14,5\% = 0,145$$

Maka perhitungannya yaitu :

$$f_{temp} = \frac{1 + (-0,0045) \times [27,7 + 0,099 \times (\frac{46 - 20}{0,8}) - 25]}{1 + (-0,0045) \times 0,099 \times (\frac{46 - 20}{0,8}) \times \frac{0,145}{0,9}}$$

$$= \frac{1 + (-0,0045) \times [27,7 + 0,099 \times (32,5) - 25]}{1 + (-0,0045) \times 0,099 \times (32,5) \times 0,161}$$

$$= \frac{1 + (-0,0045) \times [5,9175]}{1 + (-0,0045) \times 0,518}$$

$$= \frac{1 + (-0,0266)}{1 + (-0,00233)} = \frac{0,973}{0,997} = 0,975$$

4.3.4 Perhitungan Efisiensi Power Point Maksimum

Menentukan efisiensi power point maksimum dari persamaan (II.6) yaitu :

$$\eta_{mp} = f_{temp} \times \eta_{mp, STC}$$

$$= 0,975 \times 14,5 \% = 0,1414$$

4.3.5 Perhitungan Suhu Sel PV

$$T_C = T_a + I_T (\frac{T_{C,NOCT} - T_{a,NOCT}}{I_{T,NOCT}}) (1 - \frac{\eta_{mp}}{0,9})$$

$$= 27,7 + 0,099 (\frac{46 - 20}{0,8}) (1 - \frac{0,141}{0,9})$$

$$= 27,7 + 0,099 (32,5) (0,8429)$$

$$= 27,7 + 2,712 = 30,41 ^\circ C$$

Dari Langkah tadi maka didapat Perhitungan Daya Keluaran PV adalah sebagai berikut :

$$P_{PV} = P_{PV,STC} \times f_{PV} \times f_{temp} \times \frac{I_T}{I_{T,STC}}$$

$$= 4,4 \text{ kW} \times 90\% \times 0,975 \times \frac{0,099 \text{ kW/m}^2}{1 \text{ kW/m}^2}$$

$$= 0,382 \text{ kW}$$

Dan selanjutnya dihitung demikian menggunakan perhitungan tersebut sesuai data tiap jamnya

Besar *Deep Of Charge* adalah 50%. Hari otonom adalah 1 hari, artinya daya yang dihasilkan langsung disalurkan pada hari itu juga.

$$Cb = \frac{Ah \times d}{DOD}$$

$$Cb = \frac{710 \times 1}{50\%}$$

$$Cb = 1420 \text{ Ah}$$

$$Cb \approx 1500 \text{ Ah}$$

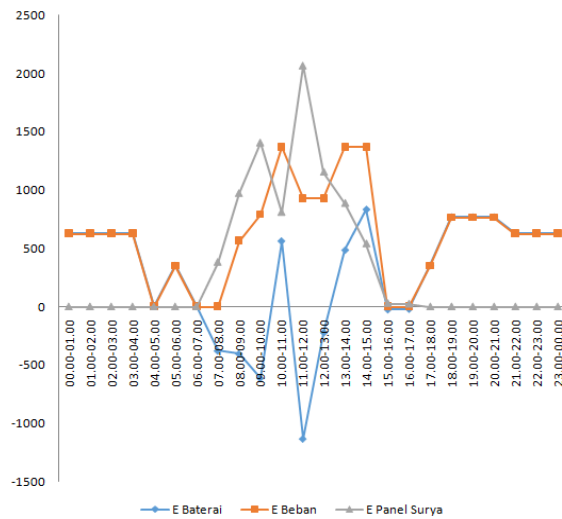
Keterangan:

$$Cb = \text{Kapasitas baterai}$$

$$Ah = \text{Kapasitas arus/jam yang dibutuhkan}$$

$$d = \text{day (hari)}$$

Maka Kapasitas Baterai yang dibutuhkan adalah sebesar 1500 Ah



Gambar 5. Simulasi Pelayanan Beban Kantor Dinas PU Sintang (Wh)

Gambar diatas diperoleh berdasarkan penelitian dilakukan selama 24 jam.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perhitungan dan analisa perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk gedung kantor Dinas PU Sintang, dapat diambil kesimpulan, yaitu :

- Kapasitas baterai yang akan digunakan adalah 3000 Ah. Dengan jumlah baterai 30 buah, menggunakan rating Ah baterai 100 Ah.
- Kapasitas panel surya yang digunakan 4400 Wp, sebanyak 44 buah panel dengan masing-masing panel 100 Wp.
- Kapasitas *Charge Controller* dari hasil perhitungan adalah 244,64 A. Tetapi kapasitas yang dipilih tidak lebih rendah dari perhitungan. Maka total kapasitas *charge controller* yang dipakai adalah 250 A.
- Kapasitas *Inverter* yang akan digunakan yaitu 3000 Watt. Kapasitas ini dipilih lebih besar dari perhitungan beban-beban yang beroperasi secara serentak yaitu 2610 Watt.
- Pembangkit Listrik Tenaga Surya ini bersifat modular, sehingga apabila dikemudian hari ada penambahan beban maka kapasitas dari masing-masing komponen dapat ditambah sesuai dengan kebutuhan beban tersebut.

Berdasarkan kesimpulan dan hasil perencanaan yang telah dilakukan, maka penulis ingin mengajukan saran-saran yaitu :

- Dikarenakan beban yang akan dilayani oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah peralatan listrik berhubungan dengan pelayanan publik yang sangat penting maka disarankan untuk menggunakan *true sine wave inverter*. Hal ini disebabkan *true sine wave inverter* outputnya yang paling mendekati bentuk gelombang asli dari jaringan listrik PLN.
- Untuk baterai dalam perencanaan PLTS ini hendaknya menggunakan kualitas yang baik agar dalam menyimpan dan memberikan daya yang maksimal.
- Untuk mendapatkan intensitas cahaya matahari yang maksimum, sebaiknya modul surya dipasang dengan menggunakan alat yang biasa mengikuti arah matahari.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayong Hiendro, Rudi Kurnianto, Managam Rajagukguk, Yohanes M.Simanjuntak, Junaidi. 2013. *Techno-economic analysis of photovoltaic/wind hybrid system for onshore/remote area in Indonesia*. Indonesia: *Departmen of Electrical Engineering*, Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Sandro Putra, Ch., Rangkuti. 2016. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal*. Indonesia : Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi industri, Universitas Trisakti.
- Ari Rahayuningtyas, Seri Intan Kuala, dan Ign. Fajar Apriyanto. 2014. *Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Sederhana di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan*. Pusat Pengembangan Tekonologi Tepat Guna, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).
- M. Hasbul Mahyudi. 2010. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Puskesmas Nanga Suhaid Kecamatan Suhaid Kabupaten Kapuas Hulu Kalimantan Barat*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak.

- Hasnawiya Hasan. 2012. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi. Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Timotius Chris, Ratnata I Wayan, Mulyadi Yadi, Mulyana Elih, 2009, Perancangan dan Pembuatan Listrik Tenaga Surya, Laporan Penelitian Hibah Kompetitif, Perancangan dan Pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya.
- Peter Gevorkian Ph.D.,P.E. 2010. *Solar Power System Physics And Technologies” Alternative Energy Systems in Building Design,The McGraw Hill Companies*, hal 143 – 145.
- S.G., Ramadhan; Ch. Rangkuti. 2016. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti.
- Anwar Ilmar Ramadhan; Ery Diniardi; Sony Hari Mukti. 2016. Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

BIOGRAFI



Wempi Noviandi, lahir di Kota Sintang, Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat. 12 November 1990. Menempuh Pendidikan Dasar di SD Negeri No. 2 Sintang lulus pada tahun 2002, dan melanjutkan ke SMP Negeri No. 1 Sintang lulus pada tahun 2005, kemudian melanjutkan ke SMA Negeri No. 1 Sintang lulus pada tahun 2008, dan melanjutkan ke Diploma III Politeknik Negeri Pontianak (POLNEP) lulus tahun 2011. Memperoleh gelar Sarjana Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Universitas Tanjungpura (UNTAN) Pontianak pada tahun 2019.