

ANALISA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PULAU BALANG LOMPO

Abdul Hafid¹, Zainal Abidin², Saddam Husain³, Rahmat Umar⁴

¹)Dosen Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

^{2,3})Dosen Prodi Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujungpandang Makassar

⁴) Alumni Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Univ. Muhammadiyah Makassar

Abstrak – Pembangkit listrik tenaga surya adalah salah satu sumber energi listrik yang tidak memerlukan bahan bakar minyak karena energi matahari mudah diperoleh dari alam, murah, dan ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis sistem pembangkit tenaga surya di Pulau Balang Lompo dengan menghitung kapasitas sistem tenaga surya terpasang dan analisis gangguan tenaga surya selama beroperasi, yang telah terdapat beberapa perubahan pada komponen dan supply tenaga dari surya. Pengumpulan data dengan cara melakukan observasi, pengukuran, pengamatan pada semua komponen pembangkit tenaga surya. Pembuktian dengan menemukan bahwa kapasitas komponen-komponen tenaga surya, yaitu kapasitas modul-modul surya terpasang 120 kWp dan tak terhitug 200 kWp. Kapasitas batere dihitung 2V 2.466 Ah dan tersambung 2 V 2.500 Ah. Kapasitas BCR dipasang 214 A dan 500 A. Kapasitas inverter 214 A dihitung, dan dipasang kapasitas 500 A. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pembangkit tenaga surya masih lebih besar dari perhitungan yang kita lakukan, dan telah terdapat beberapa kerusakan, gangguan dan total beban meningkat selama beroperasi. Hal positif diperoleh dari penelitian ini karena tenaga surya memiliki kapasitas yang besar untuk mampu mensupply dalam jumlah beban yang terus bertambah.

Keywords: *Solar Power Plant System.*

I. PENDAHULUAN

Pembangkit energi Fotovoltaik atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah perangkat yang merubah energi cahaya menjadi energi listrik dengan menggunakan efek foto listrik. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai pembangkit listrik diarahkan agar dapat dimanfaatkan oleh para pemakai daerah terpencil yang tidak mungkin dijangkau oleh jaringan PLN.

Energi surya merupakan energi yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik untuk dimanfaatkan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan energi yang sangat diperlukan pada masa-masa sekarang ini. Apalagi kita sadari bahwa negara Indonesia terletak pada daerah khatulistiwa yang kaya akan pancaran energi matahari, sehingga kita dapat memanfaatkan kondisi tertentu untuk membangkitkan energi listrik salah melalui *Solar Cell* (1,7,8).

Pulau Balang Lompo adalah gugusan pulau-pulau kecil dari kepulauan Spermonde, yang berada dalam wilayah administratif Kabupaten Pangkep merupakan salah satu pulau yang menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) sebagai sumber energi listrik. Warga di Balang Lompo menggunakan PLTS sebagai pembangkit listrik untuk kebutuhan sumber energi listrik setiap harinya dan merupakan sumber energi di masa depan, murah dan ramah lingkungan. Namun dalam prosesnya penggunaan PLTS harus memperhatikan jumlah beban yang akan disuplai dan juga kapasitas komponen yang terpasang harus sesuai. Karena seiring pergantian tahun penduduk maupun pengunjung Pulau Balang Lompo

semakin bertambah. Seiring dengan hal tersebut total beban PLTS juga semakin bertambah, maka perlunya dilakukan analisa kembali pada PLTS tersebut.

Menganalisa pemanfaatan panel surya pada Pulau Balang Lompo sebagai sumber energi alternatif yang memiliki jumlah keluaran modul surya yang besar yaitu sebesar 200 kWp, untuk peralatan yang menggunakan tegangan 220 V AC secara efektif. Tugas akhir ini diterapkan pada PLN (Perusahaan Listrik Negara) berupa modul surya dengan *output* tegangan DC yang diaplikasikan pada Pulau Balang Lompo.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Balang Lompo”.

Dari penjelasan diatas maka akan didapat beberapa permasalahan yang akan menjadi pembahasan didalam penelitian ini yaitu Menganalisa Sistem pembangkit Listrik Tenaga Surya yang telah terpasang pada Pulau Balang Lompo.

Tujuan Penelitian adalah untuk menganalisa sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya yang telah terpasang dan gangguan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Balang Lompo.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Hubungan Daya, Arus, Tegangan dan Tahanan.

Dalam fisika adalah laju energi yang dihantarkan atau kerja yang dilakukan per satuan waktu. Daya dalam fisika adalah laju energi yang dihantarkan atau kerja yang dilakukan per satuan waktu. Daya

dilambangkan dengan *P*. Mengikuti definisi ini daya dapat dirumuskan, dengan Variasi rumus daya (*P*):

$$P = \frac{V^2}{R}; P = I^2 \cdot R; P = V \cdot I \dots \dots \dots (1)$$

- Ket: *P* : Watt (daya)
V : Volt (tegangan)
R : OHM (tahanan)
I : Ampere (arus)

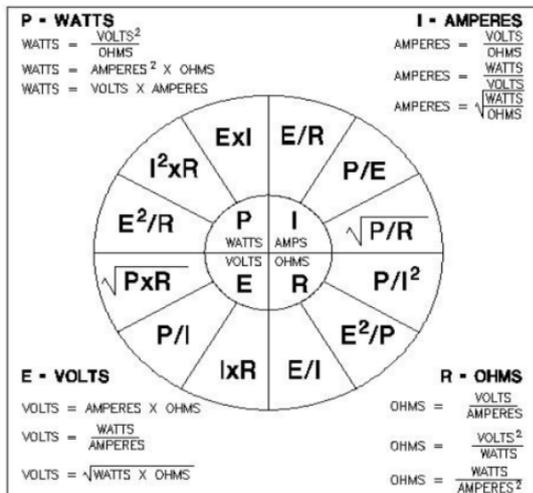
Arus Listrik adalah banyaknya muatan listrik yang mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Arus listrik dapat diukur dalam satuan Coulomb / detik atau Ampere. Contoh arus listrik dalam kehidupan sehari-hari berkisar dari yang sangat lemah dalam satuan mikro Ampere (μA) seperti di dalam jaringan tubuh hingga arus yang sangat kuat 1-200 kiloAmpere (kA) seperti yang terjadi pada petir.

Tahanan/beban/resistansi adalah komponen elektronik dua saluran yang didesain untuk menahan arus listrik dengan memproduksi penurunan tegangan diantara kedua salurannya sesuai dengan arus yang mengalirinya, berdasarkan hukum Ohm:

$$R = \frac{V}{I}; R = \frac{V^2}{P}; R = \frac{V}{I} \dots \dots \dots (2)$$

- Ket: *R* : Ohm (tahanan)
P : Watt (daya)
V : Volt (tegangan)
I : Ampere (arus)

Untuk memudahkan penerapan rumus daya, arus dan tegangan dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gbr. 1 Hubungan Keempat besaran arus listrik.

Energi Matahari

Matahari merupakan bintang yang istimewa dan mempunyai radius sejauh $6,96 \times 10^5$ km dan terletak sejauh $1,496 \times 10^8$ km dari bumi. Besar jumlah energi yang dikeluarkan oleh matahari sukar dibayangkan. Menurut salah satu perkiraan, inti sang surya merupakan suatu tungku termonuklir bersuhu 100 juta derajat celsius setiap detik mengonversi 5 tonne materi menjadi

energi yang dipancarkan ke angkasa luas sebanyak $6,41 \times 10^{26}$ W/m²(2,3,4).

Radiasi Matahari

Radiasi adalah suatu proses perambatan energi (panas) dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang tanpa memerlukan zat perantara. Energi Matahari bisa sampai ke permukaan Bumi adalah dengan cara radiasi (pancaran) karena diantara Bumi dan Matahari terdapat ruang hampa (tidak ada zat perantara) sedangkan gelombang elektromagnetik adalah suatu bentuk gelombang yang dirambatkan dalam bentuk komponen medan listrik dan medan magnet, sehingga dapat merambat dengan kecepatan yang sangat tinggi dan tanpa memerlukan zat atau medium perantara(2).

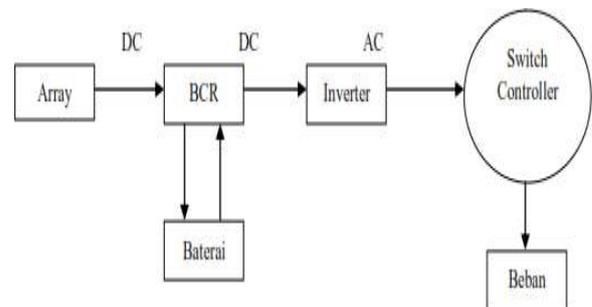
Radiasi Pada Permukaan

Ada dua macam cara radiasi matahari / surya sampai ke permukaan bumi, yaitu:

- 1) Radiasi langsung (Beam / Direct Radiation)
- 2) Radiasi Hambur (Diffuse Radiation)
- 3) Radiasi Total (Global Radiation)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya itu konsepnya sederhana. Yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sumber daya alam matahari ini sudah banyak digunakan untuk memasok daya listrik di satelit komunikasi melalui sel surya. Sel surya ini dapat menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri, maupun dengan hybrid (dikombinasikan dengan sumber energi lain) baik dengan metode Desentralisasi (satu rumah satu pembangkit) maupun dengan metode Sentralisasi (listrik didistribusikan dengan jaringan kabel)(5,6).



Gbr. 2 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

Faktor Pengoperasian Sel Surya

Beberapa faktor dari pengoperasian sel surya agar mendapatkan nilai yang maksimum sangat tergantung pada:

- 1) *Ambient air temperature*
- 2) Radiasi solar matahari (*insolation*)
- 3) Kecepatan angin bertuip

- 4) Keadaan atmosfer bumi
- 5) Orientasi panel kearah matahari secara optimum.
- 6) Posisi letak sel surya terhadap matahari (*tilt angle*)

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Secara garis besar sistem kelistrikan tenaga surya dapat dibagi menjadi(3,6):

- 1) Sistem Terintegrasi
Keuntungan dari sistem ini adalah tidak diperlukan lagi baterai. Biaya baterai dapat dikurangi. Selain dari itu bagi rumah atau kantor yang memasang *solar panel*, mereka akan mendapatkan keuntungan dengan penjualan listrik.
- 2) Sistem Independensi
Selain sistem terintegrasi yang diterangkan di atas terdapat pula sistem independensi yang merupakan sistem yang selama ini banyak dipakai. Sistem independensi dapat dibagi lagi yaitu yang dihubungkan dengan DC *load* dan yang dihubungkan dengan AC *load*.

Dalam pemasangannya, sel surya dapat dibedakan menjadi :

- 1) Tipe *stand-alone*, Dimana tipe ini biasanya digunakan untuk beban listrik terisolasi atau di daerah terpencil, dengan kapasitas kecil.
- 2) Tipe *isolated grid*, tipe ini biasanya digunakan untuk beban listrik besar terisolasi dan terkonsentrasi, bisa dikombinasikan dengan sumber energi lain dalam operasi *hybrid*.
- 3) Tipe *grid connected*, tipe ini digunakan pada daerah yang telah memiliki sistem jaringan listrik komersial dan sistem langsung output energi surya dalam jaringan listrik.

Perhitungan Kapasitas PLTS

Dibawah ini perhitungan dilakukan untuk menentukan kapasitas dari suatu pembangkit listrik tenaga surya :

- 1) Menentukan Beban Total dalam *Watt Hour (Wh)*.
 $E_B = W_{tot} \times Lama \text{ Penggunaan PLTS} \dots\dots(3)$
 E_B = beban total (Wh)
 W_{tot} = daya reaktif (W)
- 2) Beban Sistem Yang disuplai.
- 3) $E_A = 33,3\% \times E_B \dots\dots\dots(4)$
 E_A = beban sistem (Wh)
 E_B = beban total (Wh)
- 4) Menentukan jam Matahari Ekuivalen (*Equivalent Sun Hours, ESH*) terburuk Jam matahari ekuivalen suatu tempat ditentukan berdasarkan peta insolasi matahari dunia yang dikeluarkan oleh Solarex (*Solarex,1996*). Berdasarkan peta insolasi matahari dunia, diperoleh: ESH untuk Wilayah Katulistiwa = 4,5
- 5) Asumsi rugi-rugi (*losses*).
Asumsi rugi-rugi (*losses*) pada sistem dianggap sebesar 15%, karena keseluruhan komponen sistem yang digunakan masih baru (Mark Hankins, 1991: 68). Total energi (E_T) sistem yang disyaratkan adalah sebesar:
 $E_T = E_A + \text{Rugi rugi sistem}$

$$= E_A + (15\% \times E_A) \dots\dots\dots (5)$$

E_T = energi sistem (Wh)

- 6) Perhitungan Kapasitas Modul Surya.
Kapasitas Daya Modul Surya =
 $\frac{E_T}{\text{Insolasi Matahari}} \times \text{Faktor Penyesuaian} \dots\dots(6)$
- 7) Menentukan Kapasitas Baterai untuk Waktu Cadangan Yang Dianjurkan (C_b)
 $Ah = \frac{E_T}{V_s} \dots\dots\dots(7)$
 Ah = kuat arus per jam (Ah)
 E_T = energi sistem (Wh)
 V_s = tegangan sistem baterai (V)
- 8) Fill factor (*FF*)
 $FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \dots\dots\dots(8)$
 V_{mp} = nilai tegangan pv.
 I_{mp} = nilai arus pv.
 V_{oc} = Tegangan hubungan terbuka.
 I_{sc} = arus hubung pendek.
- 9) Perhitungan besar arus baterai charge regulator (BCR)
 $I_{maks} = \frac{P_{maks}}{V_s} \dots\dots\dots(9)$
- 10) Perhitungan kapasitas *inverter*
Jika *Inverter* yang dipakai adalah kapasitasnya sama dengan daya maksimal modul surya. Maka perhitungannya sama dengan perhitungan kapasitas daya modul surya.
- 11) Daya Maksimal (P_{max})
 $P_{max} = V_{oc} \cdot I_{sc} \cdot FF \dots\dots\dots(10)$
- 12) Efisiensi
 $n = \frac{P_{max}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(11)$
 H = Efisiensi *solar cell*.
 P_{max} = Daya keluaran maksimum *solar cell*.
 P_{in} = Daya masukan *Solar Cell*.
 P_{max} = Daya keluaran maksimal dari arus beban DC pada solar cell 230 WP
 P_{in} = Daya masukan yang sudah tertera di plat nama solar cell yaitu sebesar 230 WP.

III. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian tentang Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya 200 KWP *Grid Connected* di Pulau Balang Lompo, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Sulawesi Selatan. Waktu dilakukanya penelitian dari bulan Oktober 2015 sampai dengan November 2015.

Metode Pengumpulan Data

Sistem PLTS ini menggambarkan suatu proses pemanfaatan energi yang terbarukan secara maksimum. Metode pengumpulan data dilakukan sebagai berikut:

- 1) Metode *Observasi*
- 2) Studi *Literatur*,
- 3) Wawancara

Jenis Data

Data-data dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu :

- 1) Data Primer
- 2) Data Sekunder

Tahapan Penelitian

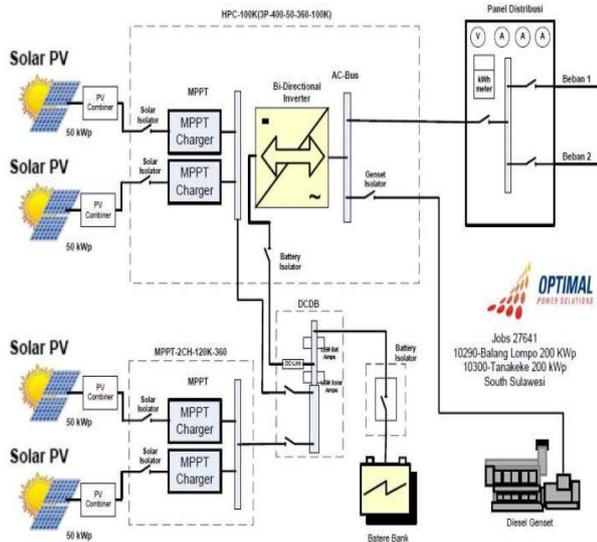
Penelitian tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Balang Lompo Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, dilaksanakan dengan tahapan penelitiannya sebagai berikut :

- 1) Pengumpulan data dengan melakukan pengamatan, pengukuran, dan peninjauan yang berhubungan dengan penggunaan energi listrik yang bersumber dari PLTS dan pengelolaan PLTS di Pulau Balang Lompo Kabupaten Pangkajene Dan Kepulauan.
- 2) Pengumpulan data *life time* seluruh komponen PLTS
- 3) Pengumpulan data wawancara dilakukan dengan pertanyaan atau pernyataan lisan kepada pegawai PT. PLN (Persero) Area Makassar Pulau Balang Lompo mengenai PLTS.

IV. HASIL DAN ANALISA

Analisis Sistem PLTS Terpasang Pulau Balang Lompo.

Analisa kinerja operasi sistem PLTS Pulau Balang Lompo. Sistem Pembangkit yang telah dibangun dapat seperti pada gambar 3 dibawah ini :



Gbr. 3 Wiring diagram PLTS Pulau BalangLompo

Dari gambar diatas dijelaskan bahwa komponen utama dari sistem PLTS adalah Solar PV (*Photovoltaic*) dimana pada pagi sampai sore hari permukaan PV dikenai cahaya maka akan menghasilkan pasangan elektron dan hole. Elektron akan meninggalkan sel surya dan akan mengalir pada rangkaian luar sehingga timbul arus listrik. Susunan PV tersebut terpasang secara seri-paralel dimana pada tiap kombiner terdapat

216 PV yang dikombinasikan dalam 12 grup yang terpasang paralel dan tiap grup terdiri dari 18 PV yang tersusun secara seri. Kombinasi hubungan seri-paralel memiliki maksud agar dapat menghasilkan tegangan output dari kombiner antara 300-600 VDC, dimana tiap modul PV menghasilkan tegangan 28 VDC. Sehingga untuk mendapatkan tegangan output tersebut maka PV dihubung secara seri dengan perhitungan :

$$RS = 28 \text{ VDC} \times 18 \text{ PV} = 504 \text{ VDC}$$

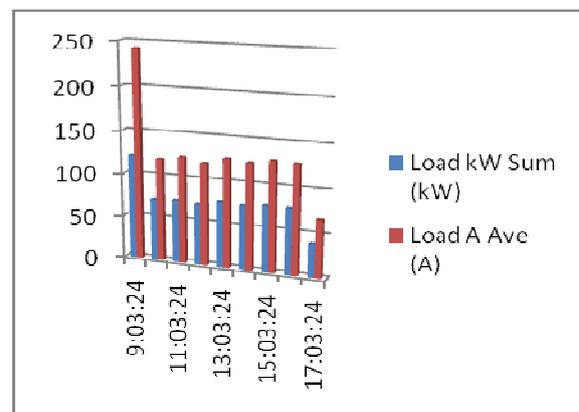
Manajemen Operasi Sistem PLTS dan PLTD Balang Lompo, Pola yang berjalan adalah :

- 1) Daya listrik yang dihasilkan sistem PLTS disalurkan ke beban melalui AC-Bus tegangan rendah.
- 2) Sistem cadu daya yang direncanakan adalah Sistem PLTH Surya-Diesel menggunakan "*bidirectional Inverter*", yakni *Hybrid Power Conditioning (HPC)* yang memungkinkan pengembangan kapasitas sistem jika diperlukan.
- 3) Melalui kombinasi operasi sistem *Diesel* Generator, Sumber Energi Terbarukan (Surya), Energy Storage Battery , sistem pembangkit ini mampu untuk mengantisipasi pertumbuhan beban dimasa datang, mengurangi bio diesel serta menjamin kehandalan pelayanan sistem.

Hanya pada kondisi malam hari, PLTD terpasang akan difungsikan untuk mendukung sistem PLTS dalam mensuplai kebutuhan beban.

Perhitungan Kapasitas PLTS dan Efisiensi Beban Total PLTS

Langka awal dalam perhitungan kapasitas PLTS Balang Lompo ini adalah penentuan total beban harian dengan mengambil data beban pada log sheet dan dengan memperhatikan beban puncak pada sistem ketenagalistrikan selama PLTS beroperasi. Karena adanya kerusakan modul MPPT pada sistem charger battery saat kami melakukan penelitian, maka sistem distribusi pada Pulau Balang Lompo diadakan selang per hari antara bagian utara dan bagian selatan pulau. Maka dari itu penulis berinisiatif penentuan beban total harian tersebut akan didapatkan dari penggabungan dari total beban utara dan beban selatan Pulau Balang Lompo.



Gbr. 4 Kurva beban Pulau Balang Lompo

Tanpa memperhatikan kurva gambar 4 diatas pada jam 09.03 yang merupakan beban start saat PLTS mulai dioperasikan, maka beban yang terbesar PLTS Balang Lombo adalah :

Beban Tertinggi = 77, 2 kW

Lama penggunaan PLTS = 8 jam / hari

Jadi kebutuhan beban per hari Pulau Balang Lombo adalah :

$E_B = \text{Total Beban} \times \text{Lama Penggunaan PLTS per hari}$

$E_B = 77,2 \text{ kW} \times 8 = 617,6 \text{ kWh}$

Beban Sistem Yang disuplai.

Penentuan kebutuhan total beban PLTS Balang Lombo merupakan langkah awal dalam perancangan sistem PLTS. Pada sistem hibrid yang dirancang, PLTS mensuplai energi keseluruhan pada siang hari. Besar energi beban yang akan disuplai oleh PLTS adalah sebesar:

$$E_A = 100 \% E_B$$

$$E_A = 617600 \text{ Wh}$$

Asumsi rugi-rugi (*losses*) pada sistem dianggap sebesar 15%, karena keseluruhan komponen sistem yang digunakan masih baru (Mark Hankins, 1991: 68). Total energi sistem yang disyaratkan adalah sebesar:

$$E_T = E_A + \text{Rugi rugi sistem}$$

$$= E_A + (15\% \times E_A)$$

$$= 617600 \text{ Wh} + (15\% \times 617600 \text{ Wh})$$

$$= 710240 \text{ Wh}$$

Jadi total energi yang disyaratkan adalah 710.240 Wh.

Perhitungan Kapasitas Modul Surya.

Kapasitas daya modul sel surya dapat diperhitungkan dengan memperhatikan beberapa faktor, yaitu kebutuhan energi sistem yang disyaratkan, insolasi matahari, dan faktor penyesuaian (*adjustment factor*). Kebutuhan energi sistem yang disyaratkan telah dihitung dalam bahasan sebelumnya, yaitu sebesar 710.240 Wh. Dengan mengambil data insolasi matahari yang terendah dikarenakan agar PLTS dapat memenuhi kebutuhan beban setiap saat.

Nilai *solar radiation* atau radiasi matahari yang terendah adalah 52. Maka untuk mendapatkan nilai insolasi matahari adalah dengan membagi nilai radiasi matahari dengan lama penyinaran matahari selama sehari atau sama dengan 8 jam. Yaitu : 6,5 W/m²/hari.

Faktor penyesuaian pada kebanyakan instalasi PLTS adalah 1,1 (Mark Hankins, 1991 Small Solar Electric System for Africa page 68). Kapasitas daya modul surya yang dihasilkan adalah:

Kapasitas Daya Modul Surya

$$= \frac{E_T}{\text{Insolasi Matahari}} \times \text{Faktor Penyesuaian}$$

$$= \frac{710.240 \text{ Wh}}{6,5} \times 1,1 = 120.194,5 \text{ W}$$

Besarnya kapasitas daya modul surya 120.194,5 Watt Peak.

Perhitungan Kapasitas Baterai (Cb)

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

$$Ah = \frac{E_T}{V_s} = \frac{710240}{360} = 1972,9Ah$$

Hari otonomi yang ditentukan adalah satu hari, jadi baterai hanya menyimpan energi dan menyalurkannya pada hari itu juga. Besarnya deep of discharge (DOD) pada baterai adalah 80% (Mark Hankins, 1991: 68).

Kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah:

$$C_b = \frac{Ah \times d}{DOD} = \frac{1972,9 \times 1}{0,8} = 2466,1 \text{ Ah}$$

Perhitungan Kapasitas Battery Charge Regulator (BCR)

Beban pada sistem PLTS mengambil energi dari BCR. Kapasitas arus yang mengalir pada BCR dapat ditentukan dengan mengetahui beban maksimal yang terpasang. Berdasarkan tabel 4.3 beban maksimal yang terjadi pada siang hari adalah 772000 W. Dengan beban maksimal tegangan sistem adalah 360 volt maka kapasitas arus yang mengalir di BCR:

$$C_{maks} = \frac{P_{maks}}{V_s} = \frac{77200 \text{ w}}{360} = 214,4 \text{ A}$$

Jadi kapasitas BCR yang digunakan harus lebih besar dari 214,4 A.

Kapasitas Inverter

Spesifikasi inverter harus sesuai dengan *Battery Charge Regulator* (BCR) yang digunakan. Berdasarkan tegangan sistem dan perhitungan BCR, maka tegangan masuk (*input*) dari inverter 360 VDC. Tegangan keluaran (*output*) dari inverter yang tersambung ke beban adalah 380 VAC. Arus yang mengalir melewati inverter juga harus sesuai dengan arus yang melalui BCR. Berdasarkan perhitungan kapasitas BCR, arus maksimal yang dapat melewati BCR sebesar 214,4 ampere. Berarti kapasitas arus inverter yang digunakan harus lebih besar dari 214,4 ampere.

Tabel I
Perbandingan Kapasitas PLTS Terpasang dan Terhitung

Komponen	Kapasitas Terhitung	Kapasitas Yang Terpasang
Modul Surya	120.194,5 WP	198.720 WP
Baterai	2v 2466,1 Ah	2v 2500 Ah
BCR (MPPT)	214,4 A 77,2KW	500 A 100KW
Inverter	214,4 A 77,2 KW	500 A 100KW

Dari tabel perbandingan kapasitas PLTS terpasang dan terhitung bahwa komponen PLTS sesuai.

Efisiensi Modul Surya

Dengan data dari Photovoltaic PLTS Balang Lompo, selain dari kapasitas kita dapat pula menentukan efisiensi dari Photovoltaic yang terpasang pada PLTS Balang Lompo.

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

$$P_{max} = Voc \cdot I_{sc} \cdot FF$$

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{Voc \times I_{sc}}$$

$$FF = \frac{28,78 V \times 7,99 A}{37,14 V \times 8,53 A} = 0,72$$

$$P_{max} = 37,14 \times 8,53 \times 0,72 = 228,1$$

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

$$= \frac{200,6}{230} \times 100\%$$

$$= 99,17 \%$$

Komponen - Komponen PLTS Balang Lompo

1) Photovoltaik

Photovoltaik merupakan alat yang berfungsi mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Pemasangan array PV secara seri dan paralel, Dengan 18 unit PV terpasang secara seri untuk setiap grupnya dan setiap grup tersebut dipararelkan dalam panel combiner.

2) Mppt (Maximum Power Tracker)

Mppt merupakan alat yang berfungsi sebagai *regulator charge control* baterai. Charger MPPT Charger adalah sistem berbasis microprocessor yang dirancang untuk menyediakan konversi DC/DC yang diperlukan untuk memaksimalkan daya dari PV untuk mengisi battery bank yang sesuai.

3) HPC (Hybrid Power Conditioning)

HPC merupakan alat pegubah tegangan DC menjadi AC, alat ini terdiri dari regulatior penyearah dan inverter. Merubah tegangan dan arus searah (dc) menjadi tegangan arus bolak baliok (ac), atau sebaliknya, Selain itu alat ini juga dapat melakukan sinkronisasi antara PLTS dan PLTD (system on Grid). Fasilitas sistem kontrol regulasi tegangan dan frekuensi. Regulator penyearah sendiri memberi suplay tegangan ke inverter dan diteruskan ke beban pemakaian.

4) Baterai

Baterai berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh modul surya sebelum dimanfaatkan

untuk ke pelanggan. Jumlah baterai yang terpasang pada PLTS Balang Lompo adalah 180 Unit.

5) Panel Distribusi

Panel distribusi merupakan penghubung antara inverter dan beban, Dimana beban pada panel ini terbagi atas dua zona dengan NFB 2x400A. Terdapat dua zona pada pulau Balang Lompo yaitu zona selatan dan utara, dimana masing-masing zona memiliki ragam besaran beban. Zona selatan melayani beban maksimum 34,5 kW dan zona utara melayani beban maksimum. 45kW. Jadi dapat di asumsikan total beban yg di cover PLTS sebesar 77,2 kW yang dioperasikan pada pagi sampai sore hari.

6) Panel Combiner / Combiner Box

Panel Combiner bergungsi sebagai box pengaman dari PV yang berisikan CB dan fuse dan tempat mengkombinasikan arus listrik dari PV sebelum diteruskan ke *charge controller* dan baterai bank.

Analisa Gangguan PLTS Balang Lompo.

1) Analisa gangguan PLTS selama beroperasi.

Munculnya “*Error IGBT L2*” pada panel HPC (inverter) ketika pendistribusian sumber tenaga listrik dari PLTS menuju ke beban dan mengakibatkan NFB pada panel distribusi trip dan HPC (inverter) harus di shutdown. Hal ini diakibatkan oleh tingkatan arus IGBT yang terkait dengan fase S. Berdasarkan dari buku pedoman panel HPC dapat disimpulkan:

- 1) IGBT merupakan singkatan dari *Insulated Gate Bipolar Transistor*. IGBT adalah komponen utama yang digunakan untuk AC drive pada Inverter.
- 2) IGBT memiliki kecepatan pensaklaran / frekuensi kerja yang tinggi. Oleh sebab itulah mengapa IGBT sering membutuhkan arus yang besar dan beroperasi di tegangan tinggi, karena memiliki efisiensi yang tinggi.
- 3) Perlindungan arus puncak untuk modul IGBT disediakan dengan pemantauan tegangan saturasi dari IGBT bagian top (atas) dan bottom (bawah) dan menghambat drive jika tegangan melebihi batas yang telah ditetapkan. Semua sinyal drive untuk kartu tersebut terisolasi secara optik untuk kekebalan terhadap *noise*.
- 4) Adapun rumus untuk menghitung waktu untuk memulai shutdown pada saat inveter fault IGBT L2 adalah sebagai berikut :

$$Shutdown\ time\ (sec) = \frac{10s \times SP55 - 100}{100}$$

$$= 4,5s$$

2) Analisa gangguan sinkronisasi PLTS dengan PLTD Pulau Balang Lompo.

Berdasarkan dari pengamatan yang kami lakukan pada PLTS Balang Lompo adalah sebagai berikut :

- a) Gangguan yang terjadi pada proses sinkronisasi antara PLTS dengan PLTD secara otomatis adalah pada saat pembebanan dilakukan, PLTD hanya membebani PLTD, PLTS sendiri tidak terbebani sama sekali. Sehingga hal ini dapat merusak PLTD itu sendiri, maupun inverter.
- b) Untuk proses sinkronisasi haruslah terjadi penyamaan tegangan, frekuensi, urutan fasa dan jumlah fasa. Sedangkan Syarat sinkronisasi yang tak dapat terpenuhi yaitu dengan penyamaan frekuensi antara PLTS dan PLTD dengan frekuensi 50 Hz, hal tersebut belum terpenuhi.
- c) Perlu diingat gelombang amplitudo yang dikirimkan oleh PLTS listrik DC selalu harmonik, dalam proses sinkron jala-jala gelombang semu. Yang ditangkap oleh parameter output PLTD masalah akan timbul ketika output dari genset tidak stabil dan akan terjadi hubung putus secara berulang yang menimbulkan resiko besar inverter dan PLTD rusak.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas, dapat diambil kesimpulan:

1. Perbandingan antara kapasitas PLTS terpasang sebesar 200 kWP dan terhitung sebesar 120 kWP adalah memenuhi, bahkan untuk menambah jumlah pelanggan (beban) dapat dilakukan karena kapasitas PLTS lebih besar dari jumlah sistem yang disuplai.
2. Gangguan yang terjadi disisi PLTS dalam kondisi dapat diatasi dengan segera.
3. Kapasitas komponen PLTS, yaitu kapasitas modul surya terhitung 120 kWP dan terpasang 200 kWP. Kapasitas baterai terhitung 2V 2.466 Ah dan terpasang 2 V 2.500 Ah. Kapasitas BCR terhitung 214 A dan terpasang 500 A. Kapasitas inverter terhitung 214 A dan kapasitas 500 A.

REFERENSI

- [1] Hasan H. perancangan pembangkit listrik tenaga surya di pulau Saugi. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan. 2012;10(2):169-80. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/jrtk/article>, diakses tanggal: 29 September 2015, jam 10:01 WITA.
- [2] Astu P, Djati N. Mesin Konversi Energi. Yogyakarta, Penerbit ANDI. 2006.
- [3] PNPM mandiri, 2011, Buku panduan energi yang terbarukan, Contained energy Indonesia, Jakarta

- [4] Pusat pengembangan dan pemberdayaan pendidik dan tenaga kependidikan (PPPPTK) 2008, Pembangkit Listrik Tenaga Surya
- [5] Supranto, 2015, Teknologi tenaga surya, Global pustaka utama, Yogyakarta.
- [6] Hasil penelitian Fakultas Teknik, 2012, studi komparatif 2 model pembangkit listrik sistem hibrid plts dan pln/genset <http://journal.unhas.ac.id/index.php/prostek/article>, diakses tanggal: 1 Oktober 2015, jam 15:27 WITA.
- [7] Wirawan Satria, 2012 PLTS, <https://id.scribd.com/doc/80048420/PLTS>, diakses tanggal 5 Oktober 2015 Jam 06:33 WITA.
- [8] Syafruddin dan Iqbal M. 2014, Pembangkit Listrik Tenaga Surya, <https://id.scribd.com/doc/197620698/Plts>, diakses tanggal: 04 Oktober 2015, Jam: 02:27 WITA.