

PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BERGERAK

¹⁾Mohammad Agung Kencana, ²⁾Albert Gifson, ³⁾Hutajul, ⁴⁾Masbah RT. Siregar¹

¹⁾²⁾³⁾ Sekolah Tinggi Teknik PLN,

⁴⁾ Institut Sains dan Teknologi Nasional

email: mrtsiregar2012@yahoo.co.id

ABSTRAK

Matahari adalah sumber penghidupan bagi semua makhluk hidup. Energi matahari tersedia dalam jumlah yang sangat besar, tidak bersifat polutif, tidak akan habis dan gratis, Maka dari itu sumber energi ini dapat dimanfaatkan untuk kelistrikan melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). *Mobile Solar Power Plant* adalah inovasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan konsep bergerak. *Mobile Solar Power Plant* ini dirancang untuk membantu penyaluran listrik pada daerah-daerah kekurangan energi listrik dengan batas kapasitas daya minimal 15 kWp dan maksimal daya 30 kWp dengan *system Off-Grid*. Seluruh lokasi di Indonesia dinilai memiliki potensi radiasi matahari yang cukup baik dan ketersediaan lahan yang luas. PLTS ini memiliki keunggulan bisa *mobile* dan *flexible* hasil dari perancangan ini diharapkan bisa terealisasi dan bisa menjadi acuan bagi calon pengguna maupun praktisi listrik agar diperoleh kesesuaian antara kebutuhan energi, harga, dan kualitas yang baik.

Kata kunci : PLTS, Mobile Solar Power Plant, System off-Grid

ABSTRACT

The sun is the source of livelihood for all living things. Solar energy is available in very large quantities, not pollutant, it will not run out and is free, therefore this energy source can be used for electricity through a system of solar power plants (PLTS). Mobile Solar Power Plant is an innovative Solar Power Plant (PLTS) with the concept of moving. The Mobile Solar Power Plant is designed to help supply electricity to areas lacking electricity with a minimum power capacity limit of 15 kWp and a maximum power of 30 kWp with an Off-Grid system. All locations in Indonesia are considered to have a good potential for solar radiation and extensive land availability. This PLTS has the advantage of being mobile and flexible. The results of this design are expected to be realized and can be a reference for potential users and practitioners of electricity in order to obtain a match between energy requirements, prices, and good quality.

Keywords: PLTS, Mobile Solar Power Plant, Off-Grid System

PENDAHULUAN

Energi listrik sudah menjadi barang atau kebutuhan pokok bagi semua orang di Indonesia saat ini, tidak hanya di perkotaan sebagai pusat kehidupan umat manusia tapi pedesaan atau daerah terpencil juga memerlukan adanya akses energi listrik. Hal ini dikarenakan semakin berkembangnya teknologi yang memerlukan listrik dalam penggunaannya. Sebagai negara tropis Indonesia mempunyai potensi energi surya yang tinggi dengan radiasi harian rata-rata sebesar 4,5 kWh/m² sampai dengan 4,8 kWh/m² (BPPT, 2016). Perancangan PLTS Bergerak (*Mobile Solar Power Plant*) akan dirancang serta dibandingkan dengan yang statis atau konvensional. Penentuan dimensi dan spesifikasi peralatan yang akan digunakan dalam *Mobile Solar Power Plant* dan besar daya keluaran minimum dan maksimal *Mobile Solar Power Plant*. Sebelum membangun suatu pembangkit hal yang harus diperhatikan adalah melakukan perancangan terlebih dahulu, sehingga pada saat realisasinya nanti dapat memastikan bahwa sistem tersebut akan berfungsi baik dengan sesuai dengan hasil perhitungan dan perancangan.

STUDI LITERATUR

Untuk perancangan desain PLTS bergerak, ada beberapa hal yaitu aspek teknik, pemilihan dan penentuan komponen yang memiliki standarisasi masing-masing sesuai persyaratan berikut dengan perhitungan untuk perancangan PLTS. Data radiasi matahari yang dikumpulkan dari berbagai lokasi di Indonesia menunjukkan bahwa sumber daya energi matahari di Indonesia yang diambil dari NASA/SSE 23 Feb 2005 dapat dikelompokkan berdasarkan wilayah, yaitu wilayah barat dan wilayah timur Indonesia. Sumber daya energi surya Indonesia berdasarkan wilayah adalah sebagai berikut :

Minimal Radiasi Indonesia = 4,5 kWh / m²hari, variasi bulanan sekitar 10%

Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018

Maximal Radiasi Indonesia = 5,1 kWh / m²hari, variasi bulanan sekitar 9%
 Rata-rata Indonesia = 4,8 kWh / m².hari, variasi bulanan sekitar 9%

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sama seperti umumnya, namun pada desain ini sistem PLTS menjadi *mobile* dan *flexible*. Desain dari pembangkit listrik tenaga surya bergerak dipilih dengan menggunakan wadah pembawa container 20 feet yang akan dibawa menggunakan transportasi seperti mobil, truk atau helicopter. Pada tulisan ini truk yang digunakan dapat membawa container 20 feet dengan dimensi panjang = 6,02 meter, lebar = 2,45 dan tinggi = 2,85 meter. Kemudian untuk *arm construction* mempunyai dimensi dengan ukuran Panjang = 5 meter, Lebar = 0,15 meter dan Tinggi = 2,5 meter. Desain *Container* ini terdiri dari bagian luar, dan bagian dalam. Bagian luar digunakan untuk pemasangan panel sel surya dan bagian dalam untuk mensuplai daya listrik untuk suatu tempat dengan kapasitas daya terbatas, *Mobile Solar Power Plant* ini dapat mengatasi masalah *emergency* dan dapat dibawa ke daerah-daerah yang tidak terjangkau karena memiliki mobilitas yang tinggi. *Mobile Solar Power Plant* ini menggunakan sistem *off-grid* dan dapat dikembangkan menjadi *on-grid*.

METODELOGI PENELITIAN

Sesuai dengan kapasitas volume *container* maka komponen sistem PLTS yang diperlukan untuk keluaran daya minimum adalah 72 panel surya 200 Wp, 2 buah *charge controller* dengan kapasitas 8 kW, 24 buah baterai 1000 Ah dan 2 unit inverter 7,9 kW. Sedangkan untuk keluaran daya maksimum adalah 144 panel surya 200 Wp, 3 buah *charge controller* kapasitas 8 kW, 48 buah baterai 1000 Ah dan 4 unit *inverter* 7,9 kW. Minimum keluaran daya adalah sebesar 14,4 kWp dan maksimalnya 28,8 kWp.

Pada desain *container* sisi kanan dan kiri luar dipasang 18 Panel Surya (terlipat), dengan cara pemasangan menambahkan lempengan besi pada bagian sisi luar *container*, kemudian juga dipasang sekrup di sisi lempengan besi ke panel surya agar tidak mudah lepas atau panel surya saling bertabrakkan. Dengan panjang 4,8 meter dan lebar 2,5 meter yang dapat dipasang dalam kondisi terlipat.

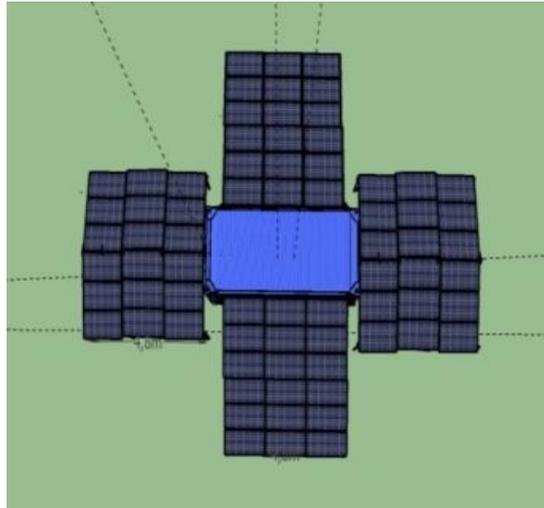


Gambar 2 Bagian Dalam *Container Box*



Gambar.3 Ruang Kontrol PLTS

Pada ruang PLTS. Panel sel surya yang bisa terpasang untuk satu *arm construction* adalah 18 buah panel sel surya dengan posisi pemasangan panel sel surya secara *Horizontal*. 18 panel surya susun secara 6 seri dan 3 paralel. *Arm construction* dapat ditarik keluar dari dalam *container*, dengan memasang roda- roda kemudian proses pembukaan panel sel surya yang sudah terpasang pada kedua sisi *arm construction* dan melakukan proses instalasi pada panel surya untuk masuk ke inverter. Dengan desain *Arm construction* seperti di atas membuat lebih efisien pekerjaan perangkaian modul surya karena tidak memerlukan waktu yang lama dan juga bisa meminimalkan lahan yang dibutuhkan, sehingga tidak memerlukan lokasi cukup luas untuk membuat sistem pembangkit tenaga surya. Panjang *Arm construction* 5 meter dan lebar setelah panel sel surya dibuka 4,9 meter dengan tinggi 2,5 meter. Jumlah panel surya yang bisa di pasang pada *container* adalah 78 panel surya dengan 2 *Arm construction* namun masih tersisa 4 *Arm construction* yang masih bisa terpasang pada kontainer 20 kaki.



Gambar 5. *Mobile Solar Power Plant*

Desain dari sistem PLTS ini memberikan dimensi peralatan yang dipasang ditunjukkan dalam tabel.

Tabel 1 Dimensi Peralatan

Nama Bagian	Panjang	Lebar	Tinggi
Modul Surya	1,58 Meter	0,808 Meter	0,045 Meter
<i>Container</i>	6,02 Meter	2,5 Meter	2,85 Meter
<i>Arm construction</i>	5 Meter	0,15 Meter	2,5 Meter

Tabel 2 Perkiraan Posisi Panel Untuk Satu *Arm construction*

Posisi Panel	Panjang	Lebar	Tinggi	Jumlah
<i>Horizontal</i>	4,74 Meter	0,15 Meter	2,42 Meter	9 Panel x 2 = 18
<i>Vertical</i>	5,656 Meter	0,15 Meter	1,6 Meter	7 Panel x 2 = 14

Untuk kontainer 20 kaki dipasng minimal 2 *Arm construction* kemudian maksimal 6 *Arm construction* di dalam kontainer 20 kaki. Karena jika lebih dari 6 buah *arm construction* lebihi batasan ruangan PLTS pada kontainer 20 kaki selain itu untuk hanya 6 buah arm container membutuhkan 0,9 meter sehingga sudah memenuhi batasan maksimal dari ruangan PLTS. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) bergerak memiliki spesifikasi luas daerah sebelum diletakkan, setelah selesai pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) Bergerak siap beroperasi untuk mensuplai listrik.

Tabel 4.3 Kondisi Minimum dan Maksimum *Mobile Solar Power Plant*

Ukuran	2 <i>Arm construction</i>	6 <i>Arm construction</i>
Panjang	16 Meter	36 Meter

Tabel 4.4 Kondisi Minimum *Mobile Solar Power Plant* untuk kontainer 20 kaki

No	Kondisi Kontainer	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume
1	Sebelum Operasi	6,02 Meter	2,5 Meter	2,85 Meter	42,89 m ³
2	Siap Operasi	16 Meter	13 Meter	2,7 Meter	561,6 m ³

Tabel 4.5 Kondisi Maksimal *Mobile Solar Power Plant* untuk kontainer 20 kaki

No	Kondisi Kontainer	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume
1	Sebelum Operasi	6,02 Meter	2,5 Meter	2,85 Meter	42,89 m ³
2	Siap Operasi	36 Meter	13 Meter	2,7 Meter	1263,6 m ³

PLTS bergerak ini dapat digunakan untuk beban pada digunakan beban saja seperti rumah, kantor, karkas tentara, puskesmas dan lain-lain. Pada skripsi *mobile solar container* di desain dengan memiliki kapasitas minimum dan maksimum, dimana pengukuran dimensi dari wadah pembawa panel sel surya dikali jumlah banyaknya panel yang terpasang pada sistem *mobile solar container*. Bisa dilihat pada gambar 6 dimana kita membuat sistem *mobile solar container* dengan kapasitas minimum dengan dapat menampung 72 panel surya dengan daya keluar 14,4 kWp, dimana cara perhitungan jumlah panel yang bisa dibawa dikali nilai spesifikasi panel sel surya.

DESAIN PERHITUNGAN KAPASITAS DAYA PLTS

Menghitung Jumlah Modul Sel Surya

Dalam menentukan jumlah panel surya yang akan digunakan, ditentukan oleh luas bidang yang bisa meletakkan panel surya yaitu sebanyak 72 buah.

Menghitung Jumlah Inverter

Dari modul PV yang telah ditentukan, bisa diketahui inverter dengan daya 14.4 kWp.

$$\text{jumlah inverter} = \frac{14400 \text{ W}}{7950 \text{ W}} = 1,8 \approx 2$$

Menentukan Jumlah Modul Surya Paralel Dan Seri

Modul surya yang digunakan merupakan produksi dari PT. Len (Persero) dengan tipe *monokristalin* 200 Wp; 24V dengan spesifikasi nilai $V_{mp} = 37,44 \text{ V}$ dan $I_{mp} = 5,35 \text{ A}$, dan 78 panel surya tersebut akan disusun menjadi rangkaian panel surya atau *array* dengan rating tegangan sistem 48 V. Maka, panel yang terpasang seri sebanyak 9 panel dan yang dipasang paralel sebanyak 2 *string*. Sehingga *array* tersebut menghasilkan tegangan sebesar :

$$V_{mp \text{ array}} = V_{mp} \times 9 = 37,44 \text{ V} \times 9 = 336,96 \text{ V}$$

Dan menghasilkan arus sebesar:

$$I_{mp \text{ array}} = I_{mp} \times 2 = 5,35 \text{ A} \times 2 = 10,7 \text{ A}$$

Menghitung Jumlah Baterai

Pada penelitian ini, kapasitas baterai ditentukan berdasarkan energi listrik yang dibutuhkan oleh suatu tempat yaitu 14,4 kWh dengan menggunakan persamaan (3.6). Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk menentukan kapasitas baterai adalah:

DOD (*Deep of Discharge*), yaitu kedalaman kapasitas yang dapat digunakan pada baterai, yakni 80 %. DOD ini ditentukan oleh pabrik produksi baterai tersebut.

Autonom Days, yaitu parameter keadaan dimana lamanya (hari) jika cuaca buruk selama beberapa hari atau keadaan dimana energi matahari tidak maksimal, sehingga modul surya tidak memperoleh suplai energi yang cukup. Di Indonesia, penetapan hari otonomi adalah selama 3 hari.

Efisiensi baterai, yaitu sebesar 98%

$$\text{Maka, besar kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah: } C = \frac{14,4 \text{ kWh} \times 3}{0,8 \times 48 \text{ V}} \text{ Ah} = 1125 \text{ Ah} : 0,98 = 1147,9 \text{ Ah}$$

Baterai yang digunakan pada perencanaan sistem ini memiliki kapasitas 1000 Ah dan tegangan nominal 2 V. Sehingga baterai harus dirangkai sedemikian rupa agar mengikuti tegangan sistem (48 V) dan besarnya nilai Ah. Jumlah baterai yang dipasang seri sebanyak 24 buah, dan susunan baterai yang dipasang paralel sebanyak:

$$\begin{aligned} \text{Susunan paralel} &= \frac{1147,9 \text{ Ah}}{1000 \text{ Ah}} \\ &= 1,14 \approx 1 \end{aligned}$$

Energi yiel Maka, jumlah baterai yang dibutuhkan untuk sistem ini sebanyak 24 buah

Menghitung besar daya keluaran *mobile solar power plant*

Rugi-rugi (*losses*) keseluruhan sistem PLTS dianggap 15% karena keseluruhan komponen sistem yang digunakan masih baru (Bien, Kasim, & Wibowo, 2008:41 dalam bukunya Mark Hankins, 1991: 68), sehingga besar energi dari panel surya adalah sebesar:

$$78 \text{ Modul Sel Surya} \times 200 \text{ Wp} = 14,400 \text{ Wp} \approx 14,4 \text{ kWp}$$

Dengan losses 15 % maka output dari PLTS yaitu:

$$\begin{aligned} P_i &= \text{Jumlah Kapasitas Terpasang} \times (100\% - 15\%) \\ &= 14400 \text{ Wp} \times 85\% \\ &= 12,240 \text{ Wp} \approx 12,24 \text{ kW} \end{aligned}$$

Rating modul surya berdasarkan kapasitas modul yang terpasang sudah dikurangi dengan losses maka besarnya 13,2 KW. Berikut ini akan dianalisa energi yang dihasilkan oleh modul surya berkaitan dengan data radiasi matahari yang terendah danyang tertinggi. Apabila data yang digunakan adalah data radiasi matahari yang terendah, yaitu 4,5 Jam maka energi yang dihasilkan modul dapat dihitung sebagai beriku: $= P_i \times \text{Radiasi matahari} = 12,240 \text{ Watt} \times 4,5 \text{ Hour} = 55,080 \text{ Wh} \approx 55 \text{ KWh}$

Energi yang dihasilkan modul adalah 55KWh.

Apabila data yang digunakan adalah data radiasi matahari yang tertinggi, yaitu 5,1 Jam. Berdasarkan persamaan maka energi yang dihasilkan modul dapat dihitung sebagai berikut: $= P_i \times \text{Radiasi matahari} = 12,240 \text{ KW} \times 5,1 \text{ Hour} = 62,242 \text{ KWh}$

Apabila ingin dilihat dari energi yang dihasilkan rata-rata pertahun maka digunakan radiasi rata-rata atau dikenal dengan nama PSH (*Peak Sun Hour*) dengan besah PSH yaitu 4,8 h. Sehingga *energy yield* (energi per tahun) adalah: $\text{Energy output PV} = P_i \times \text{PSH} = 12,240 \text{ W} \times 4,8 \text{ h} = 58,752 \text{ Wh}$ 1 tahun = 365 hari
 $\text{Energy yield} = \text{energi output} \times 365 \text{ hari}$

$$\text{Energy yield} = 58,752 \text{ Wh} \times 365 \text{ hari} = 21,444,480 \text{ Wh/tahun.}$$

Performance Ratio

Performance ratio (PR) adalah ukuran suatu kualitas sistem dilihat dari energi tahunan yang dihasilkan sebenarnya. Sistem dapat dikatakan layak bila PR nya sekitar 70% - 90%. Dalam menghitung *performance ratio* (PR) dari sistem PLTS dapat menggunakan rumus 3.8. Berikut perhitungan untuk mencari *performance ratio* dari sistem PLTS ini:

$$\text{PSH} = \left(4,8 \text{ h} \times \frac{1000 \text{ W}}{\text{m}^2} \right) = 4800 \text{ Wh/m}^2$$

$$\text{Energi ideal} = \text{daya spesifikasi modul surya} \times \text{jumlah modul} \times \text{PSH} \times 365$$

$$\begin{aligned} \text{Energi ideal} &= 200 \text{ Wp} \times 72 \text{ modul} \times 4800 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2} \times 365 = 25,228,800 \text{ kWh/tahun} \\ \text{Energi ideal} &= 25,228,800 \text{ kWh/tahun} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh PR, sebesar:

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \frac{E_{\text{yield}}}{E_{\text{ideal}}} \\ \text{PR} &= \frac{21444,480 \text{ kWh/tahun}}{25228800 \text{ kWh/tahun}} = 0.85 \sim 85\% \end{aligned}$$

Dari perancangan sistem PLTS ini diperoleh performance ratio sebesar 85% maka sistem ini dapat dikatakan layak untuk direalisasikan.

Perhitungan Kapasitas Daya Maksimal

Hasil penentuan jumlah modul surya paralel dan seri dalam menentukan jumlah panel surya yang akan digunakan, dari luas bidang yang bisa diletakkan panel surya menghasilkan sebanyak 144 buah modu sel surya. Modul surya yang digunakan merupakan produksi dari PT. Len (Persero) dengan tipe *monokristalin* 200 Wp/24V dengan spesifikasi nilai

Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018

$V_{mp} = 37,44 \text{ V}$ dan $I_{mp} = 5,35 \text{ A}$, dan 144 panel surya tersebut akan disusun menjadi rangkaian panel surya atau *array* dengan rating tegangan sistem 48 V. Maka, panel yang terpasang seri sebanyak 6 panel dan yang dipasang paralel sebanyak 2 *string*. Sehingga *array* tersebut menghasilkan tegangan sebesar:

$$V_{mp \text{ array}} = V_{mp} \times 9 = 37,44 \text{ V} \times 9 = 336,96 \text{ V}$$

Dan menghasilkan arus sebesar:

$$I_{mp \text{ array}} = I_{mp} \times 2 = 5,35 \text{ A} \times 2 = 10,7 \text{ A}$$

Menghitung Jumlah Baterai

Pada penelitian ini, kapasitas baterai ditentukan berdasarkan energi listrik yang dibutuhkan oleh suatu daerah selama 8 jam yaitu 28,8 kWh dengan menggunakan persamaan (3.6). Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk menentukan kapasitas baterai adalah:

Dengan DOD (*Deep of Discharge*), yaitu kedalaman kapasitas yang pada baterai, yakni 80 %. Dan *autonom Days*, yaitu parameter keadaan dimana lamanya (hari) jika cuaca buruk dimana energi tidak maksimal yang untuk Indonesia adalah selama 3 hari. Efisiensi Baterai, yaitu sebesar 98%
Maka, besar kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah:

$$C = \frac{28,8 \text{ kWh} \times 3}{0,8 \times 48 \text{ V}} \text{ Ah} = 1781,25 \text{ Ah}; 0,98 = 1817,6 \text{ Ah}$$

Baterai yang digunakan pada perencanaan sistem ini memiliki kapasitas 1000 Ah dan tegangan nominal 2 V. Sehingga baterai harus dirangkai sedemikian rupa agar mengikuti tegangan sistem (48 V) dan besarnya nilai Ah. Jumlah baterai yang dipasang seri sebanyak 24 buah, dan susunan baterai yang dipasang paralel sebanyak:

$$\text{Susunan paralel} = \frac{1817,6 \text{ Ah}}{1000 \text{ Ah}} = 1,817 \approx 2$$

Maka, jumlah baterai yang dibutuhkan untuk sistem ini sebanyak 48 buah

Menghitung Jumlah Inverter

Dari modul PV yang telah ditentukan, bisa diketahui *inverter* dengan daya KWp.

$$\text{jumlah inverter} = \frac{28800 \text{ W}}{7950 \text{ W}} = 3,77 \approx 4$$

Menghitung Besar Daya Keluaran Mobile Solar Power Plant

Rugi-rugi (*losses*) keseluruhan sistem PLTS dianggap 15% karena keseluruhan komponen sistem yang digunakan masih baru (Bien, Kasim, & Wibowo, 2008:41 dalam bukunya Mark Hankins, 1991: 68), sehingga besar energi dari panel suryadengan losses 15 % adalah sebesar: $144 \text{ panel surya} \times 200 \text{ Watt} = 28800 \text{ Watt} \approx 28,8 \text{ KW}$
 $P_i = \text{besar kapasitas terpasang} \times (100\% - 15\%)$

$$= 144 \text{ panel surya} \times 200 \text{ Watt} \times 0,85 = 24,48 \text{ KW}$$

Untuk perhitungan adalah data radiasi matahari yang terendah, yaitu 4,5 Jam maka energi yang dihasilkan modul dapat dihitung sebagai berikut: Energi keluaran

$$P_{out} = P_i \times \text{Radiasi matahari} = 24,48 \text{ Watt} \times 4,5 \text{ Hour} = 110,160 \text{ KWh}$$

Apabila data yang digunakan adalah data radiasi matahari yang tertinggi, yaitu 5,1 jam sehingga daya selama 5.1 jam adalah :

$$P_{out} = P_i \times \text{Radiasi matahari} = 24,48 \text{ Watt} \times 5,15 \text{ Hour} = 124,848 \text{ KWh}$$

Dari perhitungannya ini maka PPLTS menghasilkan energi PLTS mulai dari 110 sampai 125 KWh

Performance Ratio

Performance ratio (PR) adalah ukuran suatu kualitas sistem dilihat dari energi tahunan yang dihasilkan sebenarnya. Sistem dapat dikatakan layak bila PR nya sekitar 70% - 90%. Dalam menghitung *Performance ratio* (PR) dari sistem PLTS dapat menggunakan dengan menghitung *energy yield* dan *energy ideal* dari panel surya. Dengan memperhatikan energi yang dihasilkan rata-rata pertahun maka digunakan radiasi rata-rata atau dikenal dengan nama PSH (*Peak Sun Hour*) dengan besar PSH yaitu untuk radiasi 4,8h. Sehingga *energy yield* (energi per tahun) adalah:

$$\text{Energy output PV} = P_i \times \text{PSH} = 24480 \text{ W} \times 4,8 \text{ h} = 117,504 \text{ Wh dan besar}$$

$$\text{Energy yield} = \text{energi output} \times 365 \text{ hari}$$

$$\text{Energy yield} = 117,504 \text{ kWh} \times 365 \text{ hari} = 42,888,960 \text{ kWh/tahun.}$$

Seminar Nasional Riset dan Teknologi, Jakarta 13 Oktober 2018

Maka untuk rata-rata radiasi selama setahun berdasarkan padasaat PSH (4,8 h) diperoleh :

$Energi\ ideal = daya\ spesifikasi\ modul\ surya \times jumlah\ modul \times PSH \times 365$

$$Energi\ ideal = 200\ Wp \times 144\ modul \times PSH \times 365 \frac{h}{tahun} = 50,457,600\ kWh/tahun$$

Sehingga diperoleh *performance ratio* (PR)

$$PR = \frac{Energi\ yield}{Energi\ ideal} = \frac{42,888,960}{50,457,600} = 0.85 \sim 85\%$$

Kelebihan Dan Kekurangan *mobile Solar power plant*

Untuk menyuplai di suatu tempat *mobile solar power Plant* harus di tempatkan pada lahan yang terbuka agar datangnya sinar matahari terhalangi sehingga. Penyerapan modul sel surya bisa menghasilkan output daya yang maksimal. Maka diperoleh keuntungan yaitu dapat digunakan mulai daerah terpencil sampai kota tergantung jenis bebannya, proses perangkaian PLTS dalam waktu yang singkat, tidak memerlukan lahan yang luas, dapat digunakan *On Grid* Atau *Off Grid* dan masa pemakaian sekitar 15 – 25 Tahun. Kelemahan sistem PLTS ini adalah membutuhkan energi yang tersimpan dalam baterai untuk operasi awal, biaya investasi awal yang cukup mahal, daya optimalnya tergantung dari cuaca, nilai efisiensi modul sel surya yang masih perlu di tingkatkan dan jika terpasang dengan baik akan mengakibatkan *over-heating* pada modul sel surya.

KESIMPULAN

Mobile Solar Power Plant digunakan untuk mensuplai daya listrik suatu tempat dengan kapasitas daya terbatas, *mobile solar power Plant* ini dapat mengatasi masalah *emergency* dan dapat dibawa ke daerah – daerah tidak terjangkau karena memiliki mobilitas yang tinggi. *Mobile solar power plant* ini menggunakan system *off-grid* dan dapat dikembangkan menjadi *on-grid*. Desain dari *mobile solar power plant* ini menggunakan kontainer 20 feet dengan dimensi panjang = 6,02 meter, lebar = 2,45 dan tinggi = 2,85 meter. Kemudian untuk *arm construction* mempunyai dimensi dengan ukuran panjang = 5 meter, lebar = 0,15 meter dan tinggi = 2,5 meter. Sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sama seperti umum namun pada desain ini sistem PLTS menjadi *mobile* dan *flexible*. Komponen sistem PLTS yang diperlukan untuk keluaran daya minimum adalah 72 panel surya 200 Wp, 2 buah *charge controller* kapasitas 8 kW, 24 buah baterai 1000 Ah dan 2 unit inverter 7,9 kW. Sedangkan untuk keluaran daya maksimum adalah 144 panel surya 200 Wp, 3 buah *charge controller* kapasitas 8 kW, 48 buah baterai 1000 Ah dan 4 unit inverter 7,9 kW. Minimum keluaran daya adalah sebesar 14,4 kWp dan maksimalnya 28,8 kWp.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abna, Khotimul. (2016). Aplikasi Penerapan Sistem Surya Pada Kendaraan Bus Skripsi, STT PLN, Jakarta.
- [2]. National Renewable Energy Laboratory (NREL). (2012). *Cost and Performance Data for Power Generation Technologies*. Black & Veatch.
- [3]. Surya Energi Indotama (SEI). (2013). Pembangkit Listrik Tenaga Surya. PT SEI, Bandung.
- [4]. Santiari, Dewa Ayu Sri. *Studi Pemanfaatan PLTS Sebagai catu Daya Tambahan pada Industri Perhotelan di Nusa Lembongan Bali*. (Denpasar: Teknik Elektro Universitas Udayana, 2011)
- [5]. Hajar, Ismu. *Studi Perencanaan Penambahan Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Pulau Salemo*. (Jakarta: Teknik Elektro STT-PLN, 2015)
- [6]. Liem Ek Bien, *Perancangan Sistem Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Jala-jala Listrik PLN Untuk Rumah Perkotaan*, Fakultas Teknologi Industri. 2008
- [7]. <http://www.weg.net/institutional/BR/pt/solutions/solar-energy>
- [8]. <http://terra-tec.cc/en/solarplant>
- [9]. <http://www.solarcontainer.info>
- [10]. <http://nocart.com>
- [11]. www.hexamitra.co.id

ISBN 978-602-99040-7-9