

Jurnal Ilmiah

ENERGI & KELISTRIKAN



SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN

INTERFERENSI JARINGAN SENSOR NIKABEL DENGAN JARINGAN WIFI
Hendrianto Husada

PENGARUH POLA OPERASI LOAD LIMIT DAN FREE GOVERNOR TERHADAP KINERJA TURBIN GAS PLTGU MUARAKARANG
Erlina; Oki Aditya

PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM OFFGRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) UNTUK TOWER BTS 1500 WATT.
Kukuh Aris Santoso

PROSES LISTRIK DALAM TUBUH MANUSIA
Iswara Pujatomo

OPTIMASI PRODUKSI ENERGI SURYA DARI DESAIN PEMBANGKIT TENAGA SURYA DI ATAP STT-PLN
Retno Aita Diantari

MENGATASI RUGI-RUGI EKSTERNAL DALAM PERENCANAAN TRANSMISI KABEL BAWAH LAUT
Tri Joko Pramono

ANALISA DCS (DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM) PADA PROSES POLIMERISASI
Syarif Hidayat; Irsyadi Akbar Jay

GANGGUAN PADA GARDU DISTRIBUSI TIPE PORTAL
Novi Gusti Pahiyanti; Nurmiati Pasra

RANCANGAN SISTEM KEAMANAN LOKER PADA ALAT PENGISI BATERAI GADGET UNTUK FASILITAS UMUM: E-LOCKER
Tasdik Darmana; Jumiaty; Titi Ratnasari

KAJIAN KELAYAKAN RELE DIFERENSIAL TRANSFORMATOR MICOM P645 MENGGUNAKAN RTDS
Christine Widyastuti

KINERJA RELAY JARAK DI TRANSMISI BERDASARKAN PENGARUH STATCOM
Sigit Sukmajati



PERANCANGAN DAN SIMULASI SISTEM OFFGRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) UNTUK TOWER BTS 1500WATT.

Kukuh Aris Santoso.,ST.,MT
Kukuhpwu@gmail.com
Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

ABSTRACT

In this paper discusses the design of solar power plants (SPP) is used for BTS tower 1500 watt with a off grid systems. Design is calculated technically and simulated with computer software to determine an estimate of the electrical energy produced by the solar module. And also, count the use of the battery if there is no sun or autonomy days.

Keyword : Tower BTS, Off grid, surya module, PLTS, Autonomy days.

ABSTRAK

Dalam tulisan ini membahas tentang perancangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang digunakan adalah untuk tower BTS 1500 watt dengan sistem off grid. Rancangan yang di hitung secara teknis maupun di simulasikan melalui sebuah software komputer untuk mengetahui perkiraan dari energi listrik yang di produksi oleh surya module. Serta memperhitungkan penggunaan baterai apabila tidak adanya sinar matahari atau autonomy days.

Kata Kunci: Tower BTS, Off grid, surya module, PLTS, Autonomy days.

1. Pendahuluan

Dalam teknologi yang modern saat ini perkembangan dunia akan kebutuhan komunikasi sangat penting secara *fix* (tetap) ataupun secara *mobile* dalam status sangat penting dan menentukan perkembangan peradaban manusia dalam berbagai lini kehidupan secara langsung dalam pertukaran informasi, dikarenakan pergerakan manusia sangat cepat karena itu komunikasi *mobile* dengan teknologi untuk pertukaran data dan voice yang berjalan menggunakan *internet protocol* (IP) di syaratkan dengan kecepatan secara maksimal dan tanpa gangguan.

Dalam komunikasi modern saat ini menara telekomunikasi atau biasa di sebut Tower BTS (*Base transceiver station*). Tower BTS sangat penting untuk menyalurkan sinyal komunikasi pada alat komunikasi atau pun pengiriman paket data untuk berselancar di internet. Komunikasi akan kembali sederhana apabila tidak ada pemancar sinyal telekomunikasi dari tower BTS ini.

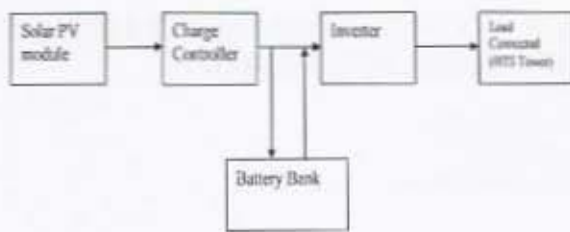
Tower BTS ini mempunyai tinggi antara 30-80 meter ataupun lebih tergantung kondisi geografis dari sebuah wilayah ataupun permintaan dari operator telekomunikasi. Tower BTS memerlukan energi listrik yang tidak sedikit bisa mencapai ribuan kilowatt (KW) apabila dalam satu tower terdapat lebih dari satu operator telekomunikasi yang memancarkan sinyal operasinya. Kebutuhan akan listrik ini apabila di daerah yang mempunyai pembangkit listrik dari PLN yang mencukupi tidak menjadi sebuah hal yang masalah ataupun apabila kekurangan dapat menjadi sebuah alternatif dengan Genset tenaga bahan bakar Fosil.

Penerapan teknologi PLTS di masa mendatang adalah sebagai pengganti atau substitusi penggunaan BBM pada PLTD, maupun untuk meningkatkan rasio kelistrikan. Pengembangan PLTS kapasitas besar pada pulau pulau dan wilayah diluar Jawa oleh PLN dengan sistem on grid maupun off grid akan sangat mendukung pengurangan penggunaan BBM dengan PLTD^[1].

Indonesia adalah negara kepulauan yang sangat besar sehingga masih banyak daerah daerah yang mengalami krisis listrik karena kurangnya kapasitas produksi dari PLN di daerah tertentu. Indonesia bagian timur yang paling banyak mengalami krisis energi listrik dan sulit didapatkan bahan bakar Fosil untuk menghidupkan listrik. Sehingga pembangkit listrik energi alam yaitu Energi matahari atau yang di kenal Pembangkit Listrik tenaga Surya (PLTS) menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi pasokan listrik ke tower tower BTS yang ada di daerah daerah krisis listrik terutama Indonesia Timur.

2. Kajian Pustaka

Sistem offgrid pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk memasok energi listrik yang di butuhkan untuk menjalankan sistem Telekomunikasi pada Tower BTS yang membutuhkan konsumsi daya listrik 1500 watt tanpa adanya PLN ataupun pasokan listrik dari generator yang berbahan bakar fosil, sistem ini terdiri dari beberapa komponen yang terangkai dalam sebuah sistem^[2] seperti gambar 1.



Gambar 1

2.1 Estimasi Beban

Sebuah sistem pembangkit listrik di rancang untuk kebutuhan konsumsi beban pemakaiannya, dalam hal ini adalah pemakaian listrik untuk menjalankan sistem pada tower BTS yaitu sebesar 1500 watt. Rumus pemakaian adalah sebagai berikut [2].

$$\text{Beban pemakaian} = \text{Load power (watts)} \times \text{Waktu Pemakaian}$$

2.2 Baterai

Komponen dari PLTS sistem *offgrid* yang penting adalah baterai karena baterai lah yang akan menjadi sumber tenaga listrik untuk tower BTS. Saat sel surya menyerap energi matahari ada sebagian dari energi matahari yang akan disalurkan ke baterai untuk di simpan saat malam hari dimana sel surya tidak lagi menghasilkan energi matahari untuk di rubah ke dalam energi listrik.

2.2.1 Autonomy days

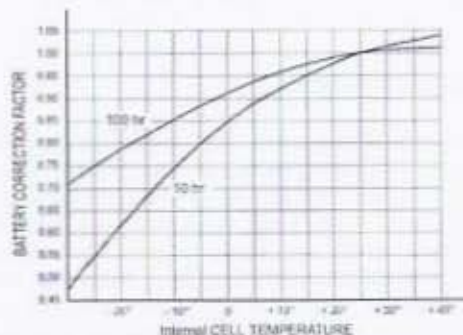
Autonomy days adalah hari dimana tidak ada penyinaran matahari, hari tersebut bisa terjadi karena hujan, salju ataupun kondisi dimana sel surya tidak dapat menyerap energi matahari.

2.2.2 Depth of Discharge (DOD)

Ketentuan penggunaan baterai sampai batas tertentu, sehingga baterai tidak di gunakan sampai habis, hal ini menjaga usia baterai.

2.2.3 Battery Temperature Derate

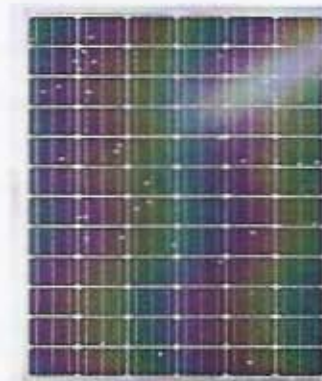
Baterai pada umumnya berada pada kondisi tertentu dari pabrikaan baterai untuk menjaga kapasitasnya berkurang, pada temperature 25 derajat suhu yang normal untuk baterai. Apabila tidak sesuai lebih baik di kenakan koreksi faktor untuk perhitungannya lihat gambar 2 [3].



Gambar 2

2.3 Surya Module

Modul surya terdiri dari sel surya yang tersusun dalam sebuah rangkaian atau *array*, kemudian di susun secara seri atau *parallel* pada sistem PLTS. Sel surya sendiri mempunyai kapasitas daya listrik yang berbeda beda dan diantaranya 80 wp,100 wp,125 Wp ataupun 285 WP, yang mempunyai tegangan maupun arus minimum (V_m & I_m), lihat gambar 3.



Gambar 3.

2.4 Charge controller & Inverter

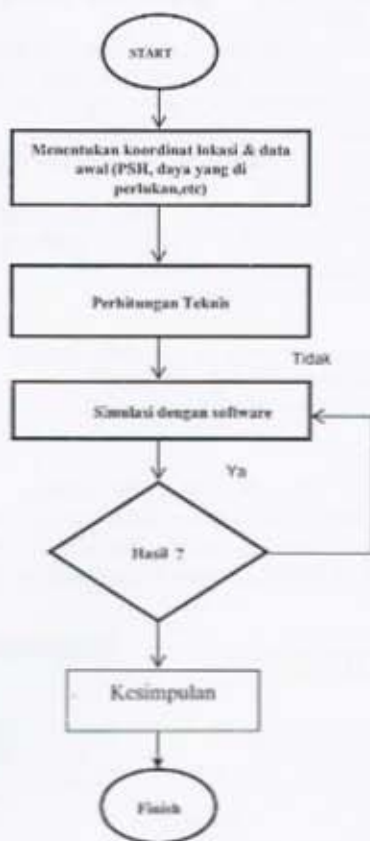
Charge controller digunakan untuk mencegah baterai *oversize* dalam pengisiannya, sehingga daya listrik di langsung ke beban. Sedangkan inverter mengubah arus DC menjadi AC apabila beban menggunakan arus AC dalam pengoperasiannya. Lihat gambar 4.



Gambar 4.

3 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang di lakukan dengan melakukan perhitungan dan kemudian hasil perhitungan di simulasikan pada *software* komputer untuk mendesign modul sel surya. Berikut gambar 5 adalah *flowchart* rancangannya.



Gambar 5

Pada flowchart yang berada diatas hal nya harus di lakukan adalah menentukan lokasi koordinat dari pembangunan PLTS serta data awal seperti energi yang di butuhkan setiap harinya oleh tower BTS tersebut dan juga radiasi matahari rata rata daerah tersebut. Setelah di dapatkan semuanya di perlukan perhitungan teknis untuk dan simulasi dalam sebuah software komputer untuk merancang kebutuhan sel surya modul serta baterai yang di perlukan oleh tower BTS tersebut. Kemudian analisis serta diambil kesimpulannya bahwa rangsangan tersebut sudah dapat di implementasikan.

4 Perhitungan dan Simulasi

Dalam perhitungan pembuatan sistem PLTS menggunakan sistem *off grid* yaitu sistem tanpa adanya sistem dari PLN. Untuk menghitung kebutuhan sel surya module yang dibutuhkan, digunakan beberapa data awal yakni:

4.2 Lokasi koordinat wilayah & PSH yang akan di bangun PLTS sistem.

Kota Ambon dipilih sebagai wilayah Indonesia Timur yang akan di gunakan untuk di bangun PLTS sebagai sumber energi listrik alternative pada Tower BTS yakni pada koordinat 3,705 S dan 128,17 E.

Setelah menentukan lokasi koordinat wilayah kemudian, dicari radiasi matahari rata rata untuk daerah tersebut, dengan bantuan NASA *Surface Meteorology and Solar Energy* dapat di tentukan bahwa daerah tersebut mempunyai daily solar radiasi rata rata atau biasa di kenal dengan PSH (*Peak Sun Hours*) yaitu 5,43 [4] untuk lebih lengkapnya dapat di lihat pada gambar 6.

NASA Surface meteorology and Solar Energy (SSE) Data		Latitude: 3.705 Longitude: 128.170 Sea Level						
Parameter	Unit	Climate Data Summary						
Latitude	°S	3.705						
Longitude	°E	128.17						
Altitude	m	0						
Cloud cover frequency	%	22.0						
Cloud cover temperature	°C	18.48						
Earth temperature monthly	°C	27.2						
Sea level air air	mm	0						
Month	Air temperature (°C)	Relative humidity (%)	Daily solar radiation (kWh/m ² /d)	Atmospheric pressure (hPa)	Wind speed (m/s)	Earth temperature (°C)	Heating degree days (°C·d)	Cooling degree days (°C·d)
January	28.2	81.0%	3.24	100.2	4.7	28.2	0	386
February	28.2	81.0%	3.24	100.2	4.6	28.2	0	408
March	28.2	81.0%	3.40	100.2	4.7	28.2	0	382
April	28.4	81.0%	3.17	100.3	5.1	28.4	0	405
May	28.2	81.0%	3.22	100.3	5.0	27.9	0	380
June	27.1	81.0%	4.22	100.5	4.7	27.0	0	479
July	27.1	80.2%	4.89	100.4	5.0	26.4	0	472
August	25.9	79.4%	3.29	100.4	5.0	26.4	0	467
September	25.2	79.0%	3.89	100.4	4.6	26.9	0	460
October	25.9	78.7%	4.21	100.5	4.9	27.0	0	466
November	26.4	79.0%	4.04	100.2	5.1	28.4	0	402
December	28.3	80.0%	3.28	100.2	4.6	28.4	0	387
Annual	27.9	80.0%	3.61	100.3	4.9	27.7	0	408
Standard Error					0.0	0.1		

Gambar 6

4.3 Perhitungan solar cell

Dalam perhitungannya misalkan Tower BTS 1500 watt dan daya pemakaian 24 jam sehingga :
Pemakaian energy = W x t

Daya Power	1500	Watt
Waktu pemakaian	24	Jam
Pemakaian energy/hari	36.000	Wh

Jika listrik arus AC yang di gunakan maka perlu di hitung efisiensi dari Inverter yaitu 85%-90 % [1], di gunakan efisiensi inverter 90% sehingga di hitung :

$$\text{Kebutuhan energy perhari} : 36.000 / 0.9 = 40.000\text{Wh}$$

a. Menghitung kebutuhan batterai

Untuk mengkonversi sistem *watt-hours* menjadi *ampere-hours* menggunakan perhitungan pembagian kedalam sistem voltase baterai. Voltase baterai ada 2 macam yaitu 48 V dan 24 V, kali ini perhitungan menggunakan sistem baterai 24 volt, sehingga di dapat :

$$\text{Ampere-hours (Ah)} = 40.000\text{Wh} / 24 \text{ v} = 1.667 \text{ Ah}$$

b. Menghitung *autonomy days*

Dalam kenyataan sering kali didapatkan musim yang tidak ada matahari yang bersinar sehingga di perlukan arus dari baterai sebagai *input power* hal ini disebut sebagai *Autonomy days*, untuk perhitungannya di gunakan $A_d = 2$ hari, sehingga :
Baterey capacity : $1.667\text{Ah} \times 2 = 3.333 \text{ Ah}$

c. Menghitung *Maximum Depth of Discharge (DOD)*

Dalam manufaktur baterai, disaran kan tidak menggunakan baterai sampai habis untuk menjaga usia baterai, sehingga di tentukan maximum DOD yaitu berkisar 50% - 80% tergantung dari pabrikan baterai tersebut, digunakan DOD sebesar 70% Sehingga :

$$\text{Baterai capacity} : 3.333 \text{ Ah} \times 70\% = 4.762 \text{ Ah}$$

d. Menghitung kebutuhan arus baterai

Dalam penggunaan baterai baru efisiensi baterai adalah 90% sehingga penambahan energi dari PV array memperhitungkan hal tersebut sehingga kebutuhannya energy menjadi $1.667 \text{ Ah} / 90\% = 1.852 \text{ Ah}$

Dengan Asumsi PSH 5.43 maka $1.852 / 5.43 = 342 \text{ A}$ *ouput* arus yang di perlukan untuk menjalankan sistem.

e. *Oversize factor*

Banyak *designer solar cell* mempertimbangkan *oversize factor* karena sistem yang *stand-alone* alias tidak energi lain yang *mencharge* baterai seperti genset. Untuk negara negara *pacific* menggunakan 10 % sebagai *oversize factor*, sehingga $342 \times 1.1 = 377 \text{ A}$ arus baterai.

f. Jumlah Baterai.

Dengan mengasumsikan baterai yang di gunakan adalah 2 volt 2.000Ah maka : $4.762 \text{ Ah} / 2.000\text{Ah} = 2.34$ biasanya di bulat kan menjadi 3 bank secara paralel dan secara seri 24volt /2 volt = 12

4.4 Sel surya Modul Array –MPPT

Sistem charging controller dengan *maximum power point tracking* (MPPT) di gunakan untuk mendapatkan power dari sel surya yang maksimum sesuai dengan kebutuhan. Untuk menghitungnya terlebih dahulu menghitung *loss* dari sistem, *Losses* yang di maksud adalah Kabel *loss*, MPPT efisiensi

Dan baterai efisiensi dengan nilai masing-masing yaitu 3%,95% dan 80 %.

Ada beberapa *designer* memperhitungkan *loss* lainnya seperti panel *loss*, inverter *loss* serta pengaruh kemiringan wilayah dengan nilai masing masing diasumsikan sebesar 95%.

$$\text{Sehingga system efisiensi} = 0.97 \times 0.95 \times 0.80 \times 0.95 \times 0.95 \times 0.95 = 0.63$$

Dengan PSH 5.43 maka PV array *output* adalah

- $40.000 \text{ Wh} / (0.63 \times 5.43) = 11655 \text{ Wp}$ dengan *oversize factor* 10% maka
- $11655 \times 1.1 = 12820 \text{ Wp}$

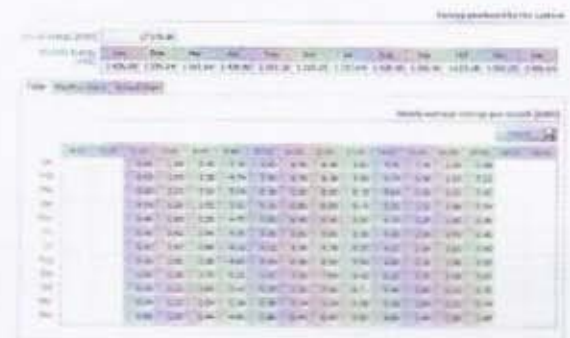
Jika solar panel yang di gunakan adalah 285 Wp maka kebutuhan solar panel adalah $12820 \text{ Wp} / 285 = 45$ solar panel

4.4 Simulasi

Dalam Simulasi yang di lakukan dengan *software* komputer, jumlah solar panel atau solar modul yang sesuai adalah berjumlah 48 buah, dengan hasil dalam gambar 7 dan gambar 8.



Gambar 7



Gambar 8

Dari simulasi sesuai gambar diatas produksi energi minimum adalah di bulan Juni yaitu 1219,20 Kwh, dalam sehari menghasilkan 40,64 Kwh dengan jumlah 48 Solar modul.

Kesimpulan

1. Rancangan PLTS dari dengan membutuhkan untuk menghasilkan minimal 40 Kwh perhari untuk konsumsi listrik pada tower BTS membutuhkan 45 Modul sel surya 285 Wp secara perhitungan teknis atau 48 modul sel surya 285 Wp dengan menggunakan *software* komputer simulasi menghasilkan 40.64 Kwh perharinya.
2. Kapasitas baterai yang di hasilnya adalah 4.762 Ah, dengan baterai 2volt 2000ah maka secara paralel di hasilnya 2,34 bank atau di bulatkan menjadi 3 bank sedangkan secara seri ada 12 Baterai

REFERENSI

- [1]. Sidik Boedoyo, Mohamad, 2012, POTENSI DAN PERANAN PLTS SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF MASA DEPAN DI INDONESIA
- [2]. Jayakumar, P., 2009, *Solar Energy Resource Assessment Handbook, Asian and Pacific Centre for Transfer of Technology Of the United Nations – Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP)*
- [3]. Sustainable Energy Industry Association of the Pacific Islands & Pacific Power Association, 2012, OFF GRID PV POWER SYSTEMS, SYSTEM DESIGN GUIDELINES
- [4]. Nasa Surface meteorology and solar energy, <https://eosweb.larc.nasa.gov> diakses Tanggal 2 Januari 2016
- [5]. Ek Bien, Liem., Kasim, Ishak., dan Wibowo, Wahyu., 2008, PERANCANGAN SISTEM HIBRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN JALA-JALA LISTRIK PLN UNTUK RUMAH PERKOTAAN, JETri, Volume 8, Nomor 1, Agustus 2008, Halaman 37-56, ISSN 1412-0372.