



JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

MINIATURISASI ANTENA MIKROSTRIP DENGAN DESAIN FRAKTAL UNTUK APLIKASI GLOBAL POSITIONING SYSTEM

(Syah Alam, Erwin Surya)

PEMANFAATAN MATLAB VERSI 6.0 UNTUK SIMULASI PEMBANGKIT NADA DTMF (DUAL TONE MULTI FREQUENCY)

(Leni Devera Asrar)

PENGENALAN SURAT TANDA NOMOR KENDARAAN BERBASIS NEAR FIELD COMMUNICATION (NFC) DENGAN APLIKASI ANDROID

(Athoillah Ahmad , Kukuh Aris Santoso)

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING KELEMBABAN DAN TEMPERATURERUANGAN PADA BUDIDAYA JAMUR TIRAM BERBASIS INTERNET OF THINGS

(Prasetyo Diyan Rebiyanto , Ahmad Rofii)

RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN PADA MINI SMART KITCHEN BERBASIS ARDUINO

(Tomy Kurniawan , Rajes Khana)

STUDI PEMANFAATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA INTERKONEKSI DENGAN SUMBER LISTRIK UTAMA PADA GEDUNG DIREKTORAT JENDERAL KETENAGALISTRIKAN JAKARTA

(Nico Ronaldy Hutajulu , Setia Gunawan)



Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

Jurnal Kajian Teknik Elektro

Vol.2

No.2

Hal.71-140

September - Februari 2018

E-ISSN 2502-8464

JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

Vol.2 No.2

E - ISSN 2502-6484

Susunan Team Redaksi Jurnal Kajian Teknik Elektro

Pemimpin redaksi

Setia Gunawan

Dewan Redaksi

Syah Alam
Ikhwanul Kholis
Ahmad Rofii
Rajesh Khana

Redaksi Pelaksana

Kukuh Aris Santoso

English Editor

English Center UTA`45 Jakarta

Staf Sekretariat

Dani
Suyatno

Alamat Redaksi

Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta
Jl.Sunter Permai Raya, Jakarta Utara, 14350, Indonesia
Telp: 021-647156666-64717302, Fax:021-64717301

JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

Vol.2 No.2

E - ISSN 2502-6484

DAFTAR ISI

MINIATURISASI ANTENA MIKROSTRIP DENGAN DESAIN FRAKTAL UNTUK APLIKASI GLOBAL POSITIONING SYSTEM	71
(Syah Alam, Erwin Surya)	
PEMANFAATAN MATLAB VERSI 6.0 UNTUK SIMULASI PEMBANGKIT NADA DTMF (DUAL TONE MULTI FREQUENCY)	78
(Leni Devera Asrar)	
Pengenalan Surat Tanda Nomor Kendaraan Berbasis Near Field Communication (NFC) Dengan Aplikasi Android	93
(Athoillah Ahmad , Kukuh Aris Santoso)	
RANCANG BANGUN SISTEMKONTROL DAN MONITORING KELEMBABAN DAN TEMPERATURERUANGAN PADA BUDIDAYA JAMUR TIRAM BERBASIS INTERNET OF THINGS	105
(Prasetyo Diyan Rebiyanto , Ahmad Rofii)	
RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN PADA MINI SMART KITCHEN BERBASIS ARDUINO	118
(Tomy Kurniawan , Rajes Khana)	
STUDI PEMANFAATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA INTERKONEKSI DENGAN SUMBER LISTRIK UTAMA PADA GEDUNG DIREKTORAT JENDERAL KETENAGALISTRIKAN JAKARTA	129
(Nico Ronaldy Hutajulu , Setia Gunawan)	

**STUDI PEMANFAATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA
INTERKONEKSI DENGAN SUMBER LISTRIK UTAMA PADA GEDUNG
DIREKTORAT JENDERAL KETENAGALISTRIKAN JAKARTA**

Nico Ronaldy Hutajulu ¹⁾, Setia Gunawan ²⁾

¹⁾²⁾ Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945

Email : nico_ronaldy@yahoo.co.id

ABSTRAK

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sangat berkembang pesat seiring dengan berkurangnya cadangan bahan bakar fosil yang diperlukan untuk pembangkit listrik. Untuk memenuhi kebutuhan listrik maka sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menggunakan panel surya yang dapat dihubungkan ke jala-jala (*grid*). Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan metode pengumpulan dan analisis data yang bertujuan untuk mengetahui nilai potensi penghematan yang diproduksi oleh PLTS. Penelitian yang dilakukan pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya 80 kWp *on-grid* bertujuan untuk mendapat nilai potensi penghematan dengan target sebesar 3 % per tahun, dengan cara pengukuran kapasitas Inverter, mengumpulkan data tagihan listrik, dan menganalisis jumlah energi listrik yang diproduksi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) 80 kWp . Jumlah modul yang diteliti sebanyak 400 unit modul surya 200 Wp 45, 9 Volt dengan menggunakan 2 unit Inverter KACO New energy 36.000 W 1000 V DC/400/230 V AC dan 1 unit Inverter KACO New energy 30.000 W 1000 V DC/400/230 V AC. Berdasarkan penelitian dan pengukuran, energi listrik maksimum yang mampu diproduksi yaitu 69,04 kWh. Berdasarkan data pada tagihan listrik jumlah pemakaian energi listrik tahun 2015 (sebelum PLTS dipasang) pada gedung Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan sebesar 1.248.611 kWh dan tahun 2016 (setelah PLTS terpasang) sebesar 1.155.012 kWh. Sementara keuntungan energi listrik yang dihasilkan dari PLTS sebesar 93.533 (3,3 %) kWh/tahun.

Kata kunci : pembangkit listrik tenaga surya

ABSTRACT

Solar Power Generation System (PLTS) is growing rapidly along with the reduction in reserves of fossil fuel needed for electricity generation. To meet the electricity needs of the system Solar Power Plant (SPP) using solar panels that can be connected to the grid (*grid*). Therefore, in this study used methods of data collection and analysis that aims to determine the potential value of the savings produced by solar. Research conducted at the Solar Power Plant 80 kWp *on-grid* aims to get the value of the potential savings with a target of 3% per year, by measuring the capacity of inverter, collecting data electricity bill and analyze the amount of electrical energy produced by Solar Power Generation (PLTS) 80 kWp. The number of modules studied as many as 400 units of solar modules of 200 Wp 45, 9 Volt using 2 units Inverter KACO New Energy 36000 W 1000 V DC / 400/230 V AC and 1 unit

Inverter KACO New Energy 30000 W 1000 V DC / 400/230 V AC. Based on research and measurement, the maximum electrical energy can be produced that is 69.04 kWh. Based on data on the electricity bill amount of electrical energy consumption in 2015 (before the SPP installed) on the building of the Directorate General of Electricity of 1,248,611 kWh and 2016 (after the attached SPP) amounted to 1,155,012 kWh. While the electrical energy generated profits from SPP amounting to 93,533 (3.3%) kWh / year.

Keywords: *solar power plant*

1. PENDAHULUAN

Untuk mewujudkan ketahanan energi nasional dan emisi yang lebih rendah dari karbon dioksida (CO₂), pemanfaatan sumber energi terbarukan untuk kepentingan listrik nasional harus diprioritaskan, Pemerintah mengeluarkan Keputusan No. 12 Tahun 2017 Energi dan Sumber Daya Mineral pada Pemanfaatan Terbarukan Sumber energi untuk Pasokan Listrik. kebutuhan energi listrik yang berkembang pesat dan keterbatasan sumber energi listrik yang ada saat ini, dan untuk menjaga kontinuitas pasokan sumber energi listrik yang dibutuhkan sumber energi alternatif yang berkelanjutan. Penyediaan energi listrik dari sumber-sumber alternatif seperti tenaga surya diharapkan untuk mendukung permintaan untuk energi listrik sehingga diperlukan *Solar Power*.

2. DASAR TEORI

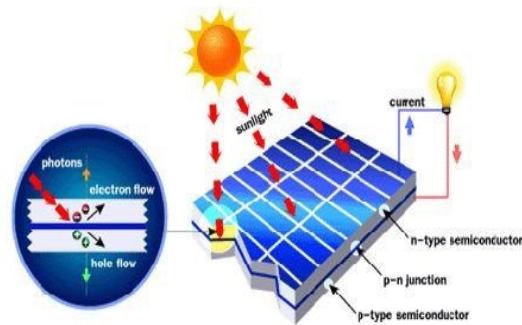
2.1 Modul Surya / Solar Cell (*Photovoltaic*)

surya atau sel fotovoltaik adalah perangkat yang mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik. Sel surya dapat dianalogikan dengan perangkat dengan dua terminal atau sambungan, di mana daerah gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi sebagai dioda, dan ketika disinari dengan sinar matahari dapat menghasilkan tegangan. Ketika diiradiasi, umumnya sel surya komersial untuk menghasilkan tegangan dc 0,5 sampai 1 volt, dan arus pendek sirkuit di milliampere per skala cm². Satu modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya, dan jumlah menghasilkan tegangan dc dari 12 V dalam kondisi pencahayaan standar. Sebuah area permukaan fotovoltaik silikon kristal tunggal dari 100 cm² akan menghasilkan sekitar 1,5 W dengan tegangan sekitar 0,5 V tegangan langsung (0,5 V-DC) dan arus sekitar 2 A di bawah sinar matahari dengan panas penuh (intensitas sekitar 1000W / m²).

2.2 Prinsip / Cara Kerja Sel Surya

Semua teknologi berbasis semi-konduktor bekerja pada prinsip yang sama: foton sinar matahari memukul elektron dalam sel PV yang menyediakan energi yang cukup untuk sebagian besar elektron untuk bergerak dari persimpangan semi-konduktor dan menyebabkan "tekanan" dari listrik. Alasan untuk stres ini adalah bahwa ada ketidakseimbangan listrik, terlalu banyak elektron (bermuatan negatif) pada satu sisi persimpangan, dan ada terlalu banyak muatan positif di sisi lain. Pada saat elektron mengalir dari tempat dengan terlalu banyak elektron ke tempat dengan sedikit elektron-selling, maka tekanan akan berkurang. Hal

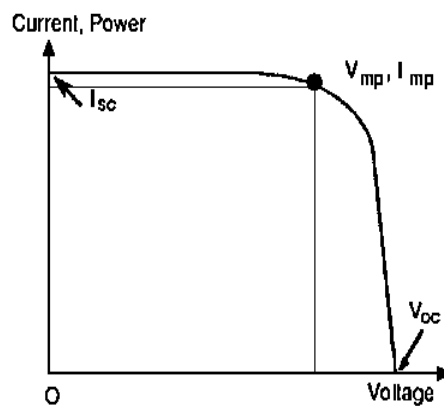
ini terjadi ketika ada interkoneksi antara sel-sel. Pada saat sel-sel yang terhubung satu sama lain, itu menciptakan modul.



Gambar 1. Ilustrasi cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction.

2.2.1. Karakteristik Sel Surya

Karakteristik output dari solar cell dapat dilihat dari kurva kinerja, disebut kurva I-V. kurva I-V menunjukkan hubungan antara arus dan tegangan.



Gambar 2. Kurva Sel Surya

Kurva I-v terdiri dari 3 hal yang penting :

- a. *Maximum Power Point* (V_{mp} dan I_{mp})
- b. *Open Circuit Voltage* (V_{oc})
- c. *Short Circuit Current* (I_{sc})

2.2.2 Panel sel surya / Solar cell panel

Perbedaan utama dari panel sel surya adalah produksi bahan panel sel surya. panel bahan sel surya adalah silikon kristal yang paling umum. bahan kristal dapat terdiri dari:

- a. Sebuah. kristal tunggal
- b. mono-kristal atau tunggal
- c. poli multi-kristal

Selain itu ada sebuah panel sel surya yang terbuat dari lapisan tipis silikon amorf. sel silikon kristal memiliki dua jenis yang hampir serupa, meskipun sel kristal tunggal lebih efisien daripada poli-kristal poli-kristal sebagai ikatan antara sel-sel.

2.2.3 Sistem Off Grid dan On Grid PLTS

1. Sistem Off Grid

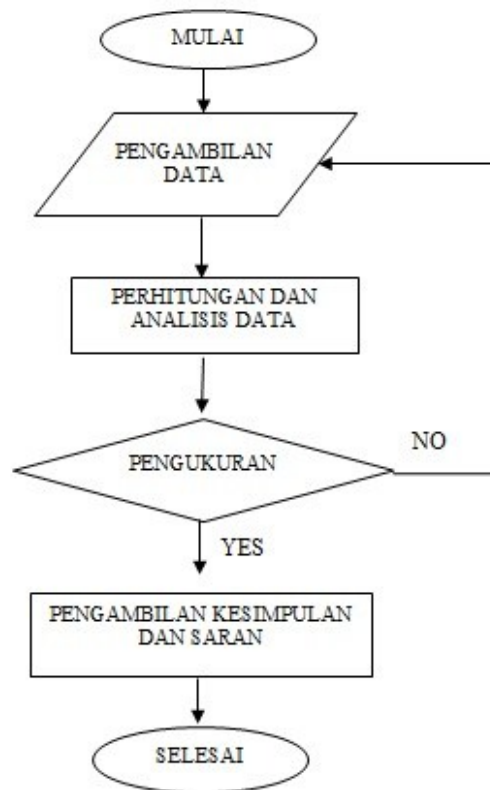
Off Grid adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk daerah terpencil / pedesaan tidak tercakup oleh *grid*. *Off Grid System* juga dikenal sebagai sistem PV sistem pembangkit listrik berdiri sendiri yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi primer dengan menggunakan serangkaian modul *fotovoltaik* (Solar PV) untuk menghasilkan listrik yang diperlukan.

2. Sistem On Grid

Pada *Grid / Grid Tie* Sistem ini menggunakan panel surya (panel photovoltaic) untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi. Dengan sistem ini akan mengurangi tagihan listrik rumah tangga, dan memberikan nilai tambah kepada pemiliknya. Rangkaian sistem ini akan tetap berhubungan dengan grid dengan mengoptimalkan penggunaan energi dari panel surya untuk menghasilkan energi listrik mungkin

DIAGRAM ALIR PENELITIAN PLTS 80 kWp

Untuk mempermudah pembahasan serta dapat dilakukan secara tepat dan terarah maka dibuat flowchart seperti dibawah :



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

PENGUKURAN DAN PERHITUNGAN

A. Pengukuran Kapasitas Inverter

Pengukuran kapasitas inverter pada PLTS 80 kWp dilakukan di tiap unit inverter yakni inverter 30 kWp, 30 kWp, dan 20 kWp dengan tujuan untuk mengetahui jumlah maksimum energi listrik yang dihasilkan tiap unit inverter.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kapasitas Inverter PLTS

NO	Inverter No	Kapasitas	Hasil Pengukuran yang tercapai
1	1	30 kWp	25,51 kWp (85 %)
2	2	30 kWp	26,38 kWp (88 %)
3	3	20 kWp	17,15 kWp (85,7 %)
Total		80 kWp	69,04 kWp (86,3 %)

Berdasarkan hasil pengukuran kapasitas dari tiap unit inverter dapat diperoleh jumlah maksimum energi listrik yang dihasilkan PLTS 80 kWp sebesar 69,04 kWp atau sekitar 86,3 % dari jumlah total kapasitas PLTS.

B. Perhitungan jumlah Produksi dan Biaya energi listrik PLTS 80 kWp

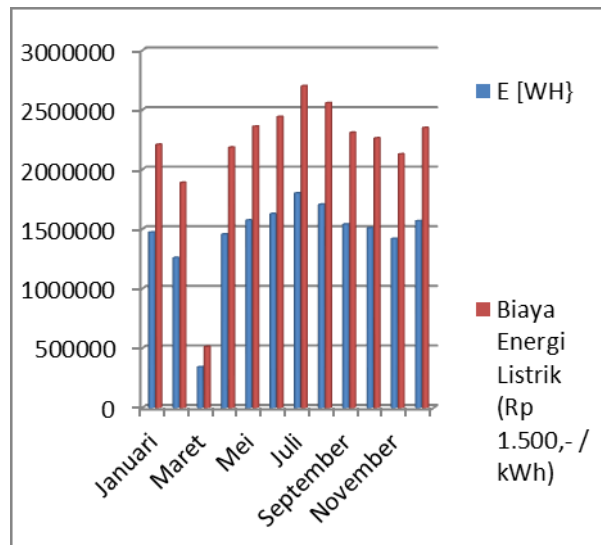
B.1 Perhitungan jumlah Produksi dan Biaya energi listrik PLTS 20 kWp

Dari hasil pengukuran kapasitas Inverter dan pengumpulan data energi Listrik yang disuplay PLTS 20 kWp dari Januari - Desember 2016 (dalam satu tahun) dapat dihitung dan dibuat tabel sbb:

Tabel 2. Data Energi Listrik yang disuplay PLTS 20 kWp Januari - Desember 2016

BULAN	E [WH]	Biaya Energi Listrik (Rp 1.500,- / kWh)
Januari	1.472.504	2.208.756
Februari	1.259.100	1.888.650
Maret	341.473	512.209
April	1.456.409	2.184.613
Mei	1.573.581	2.360.371
Juni	1.627.783	2.441.674
Juli	1.800.302	2.700.453
Agustus	1.705.257	2.557.885
September	1.539.114	2.308.671
Oktober	1.507.947	2.261.920
November	1.418.679	2.128.018
Desember	1.567.077	2.350.615
TOTAL	16.928.094	Rp 25.392.141
Rata - Rata	1.410.674	Rp 2.116.011

Dari tabel diatas dapat dibuat suatu diagram energi Listrik yang disuplay PLTS 20 kWp dari Januari - Desember 2016 (dalam satu tahun) dan dikonversikan ke dalam rupiah berdasarkan Tarif Dasar Listrik (TDL) yang berlaku.



Gambar 4. Diagram Energi Listrik yang disuplay PLTS 20 kWp Januari - Desember 2016

Berdasarkan data yang diperoleh dari bulan Januari – Desember 2016 dapat dihitung jumlah energi listrik yang dihasilkan PLTS 20 kWp sebesar 16.928.094 E [WH] dan dikonversikan ke dalam rupiah sebanyak Rp 25.392.141 per tahun dengan rata - rata 1.410.674 E [WH] per bulan atau dikonversikan ke dalam rupiah sebanyak Rp 2.116.011 per bulan.

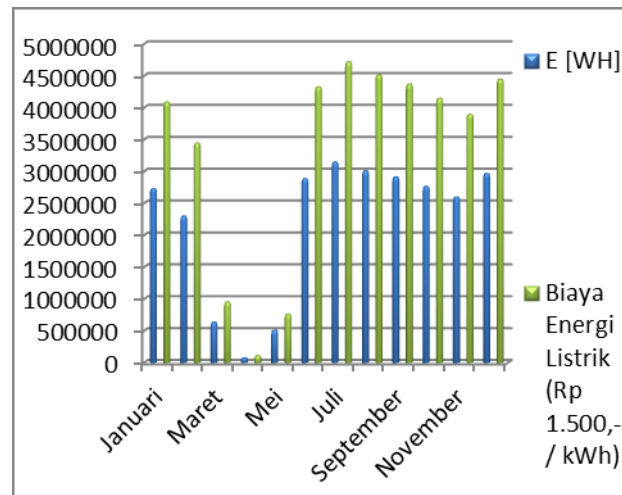
B.2 Perhitungan jumlah Produksi dan Biaya energi listrik PLTS 30 kWp

Hasil pengukuran kapasitas Inverter dan pengumpulan data energi Listrik yang disuplay PLTS 30 kWp dari Januari - Desember 2016 (dalam satu tahun) dapat dihitung dan dibuat tabel sbb:

Tabel 3. Data Energi Listrik yang disuplay PLTS 20 kWp Januari - Desember 2016

BULAN	E [WH]	Biaya Energi Listrik (Rp 1.500,- / kWh)
Januari	2.722.847	4.084.271
Februari	2.293.915	3.440.873
Maret	634.364	951.546
April	70.542	105.813
Mei	504.057	756.085
Juni	2.881.699	4.322.549
Juli	3.142.163	4.713.245
Agustus	3.005.738	4.508.607
September	2.910.419	4.365.629
Oktober	2.761.792	4.142.688
November	2.594.486	3.891.729
Desember	2.962.665	4.443.998
TOTAL	26.484.687	Rp 39.727.031
Rata - rata	2.207.057	Rp 3.310.586

Dari tabel diatas dapat dibuat suatu diagram energi Listrik yang disuplay PLTS 30 kWp dari Januari - Desember 2016 dan dikonversikan ke dalam rupiah berdasarkan Tarif Dasar Listrik (TDL).



Gambar 5. Diagram Energi Listrik yang disuplay PLTS 30 kWp Januari - Desember 2016

Berdasarkan data yang diperoleh dari bulan Januari – Desember 2016 dapat dihitung jumlah energi listrik yang dihasilkan PLTS 30 kWp sebesar 26.484.687 E [WH] dan dikonversikan ke dalam rupiah sebanyak Rp 39.727.031 per tahun dengan rata - rata 2.207.057 E [WH] per bulan atau dikonversikan ke dalam rupiah sebanyak Rp 3.310.586 per bulan.

B.3 Perhitungan jumlah Produksi dan Biaya energi listrik PLTS 30 kWp

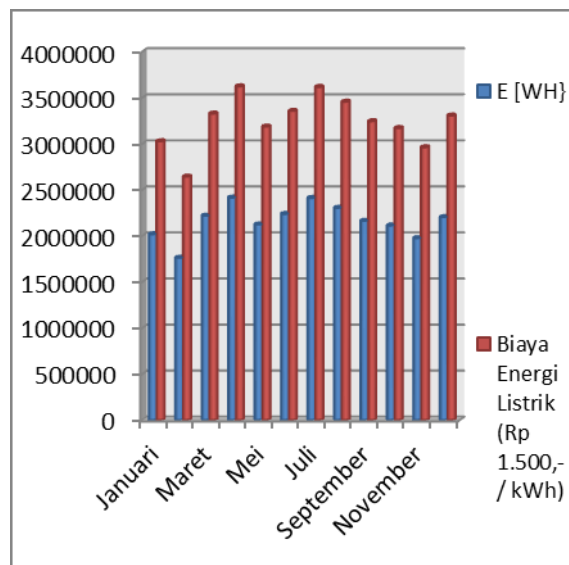
Hasil pengukuran kapasitas Inverter dan pengumpulan data energi Listrik yang disuplay PLTS 30 kWp dari Januari - Desember 2016 dapat dihitung dan dibuat tabel sbb:

Tabel 4. Data Energi Listrik yang disuplay PLTS 20 kWp Januari - Desember 2016

BULAN	E [WH]	Biaya Energi Listrik (Rp 1.500,- / kWh)
Januari	2.017.591	3.026.387
Februari	1.7616.33	2.642.450
Maret	2.217.945	3.326.918
April	2.414.951	3.622.427
Mei	2.123.923	3.185.885

Juni	2.237.689	3.356.534
Juli	2.410.636	3.615.954
Agustus	2.303.722	3.455.583
September	2.162.389	3.243.584
Oktober	2.112.808	3.169.212
November	1.974.449	2.961.674
Desember	2.203.750	3.305.625
TOTAL	25.941.486	Rp 38.912.229
Rata - rata	2.161.790	Rp 3.242.686

Dari tabel diatas dapat dibuat suatu diagram energi Listrik yang disupply PLTS 30 kWp dari Januari - Desember 2016 dan dikonversikan ke dalam rupiah berdasarkan Tarif Dasar Listrik (TDL).



Gambar 6. Energi Listrik yang disupply PLTS 30 kWp Januari - Desember 2016

Berdasarkan data yang diperoleh dari bulan Januari – Desember 2016 dapat dihitung jumlah energi listrik yang dihasilkan PLTS 30 kWp sebesar 25.941.486 E [WH] dan dikonversikan ke dalam rupiah sebesar Rp 38.912.229 per tahun. Dengan rata - rata 2.161.790 E [WH] per bulan atau dikonversikan ke dalam rupiah sebanyak Rp 3.242.686 per bulan.

Dari hasil perhitungan energi Listrik dan biaya yang display tiap unit inverter PLTS 80 kWp dapat dibuat tabel sbb:

Tabel 5. Perhitungan Energi Listrik dan Biaya yang di Suplay

No	Inverter No	Kapasitas	E [WH]	Rupiah (Rp)
1	1	30 kWp	26.484.687	39.727.031
2	2	30 kWp	25.941.486	38.912.229
3	3	20 kWp	16.928.094	25.392.141
TOTAL		80 kWp	69.354.267	78.664.652
Rata – rata per bulan			5.779.522	6.555.387

Jumlah Total Energi Listrik yang dihasilkan PLTS 80 kWp pada Gedung Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan sebesar Rp 78.664.652 (69.354,27 kWh) per tahun dengan rata - rata Rp 6.555.387 (5.779,52 kWh) per bulan.

A. Ratio/Perbandingan jumlah Tagihan Listrik tahun 2015 dan tahun 2016

Berdasarkan perhitungan jumlah tagihan listrik tahun 2015 dan 2016 dapat dibuat perbandingan biaya dan energi listrik pada tabel sbb :

Tabel 6.perbandingan biaya dan energi listrik tahun 2015 dan 2016

Energi dan Biaya listrik tahun 2015		Energi dan Biaya listrik tahun 2016	
Energi	Biaya listrik	Energi	Biaya listrik
1.248.611.000 Wh	Rp 1.477.859.845	1.155.012.000 Wh	Rp 1.429.258.272
Selisih Energi dan Biaya listrik tahun 2015 dan 2016			
Energi		Biaya listrik	
93.599.000 Wh		Rp 48.601.573	

Rasio / perbandingan jumlah tagihan listrik 2015 dan 2016 mengalami penurunan sebesar Rp 48.601.573 (93.599.000) Wh, maka Tagihan listrik yang dapat dihemat dari PLTS 80 kWp pada gedung Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan sekitar 3,3 % per tahun.

B. Estimasi biaya pengadaan dan pemasangan PLTS 80 kWp pada gedung Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan.

Jumlah biaya dalam menentukan harga dari Panel Surya didasarkan pada perhitungan Per Watt Peak (WP), berlaku di pasar internasional untuk menentukan harga sebuah panel surya, dengan harga PLTS Rp 40 juta per kWp, biaya yang dibutuhkan adalah $80 \text{ kWp} \times 40 \text{ juta} = 3,2$ miliar biaya pengadaan ditambah 3 unit inverter, panel listrik, remote monitoring System, kabel, dan pemasangan sekitar 800 juta. Jumlah total perkiraan biaya pengadaan dan pemasangan tenaga surya 80 kWp ke gedung Direktorat Jenderal Listrik dari sekitar 3,8 miliar.

C. Jangka waktu pengembalian modal (break even point) dari pengadaan dan pemasangan PLTS 80 kWp pada gedung Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan berdasarkan perhitungan Energi listrik yang dihasilkan PLTS 80 kWp.

Berdasarkan perhitungan dari data energi yang dihasilkan PLTS listrik 80 kWp, rata-rata - rata Listrik energi yang dihasilkan 80 kWp tenaga surya di gedung Direktorat Jenderal Listrik sebesar 69.354,27 kWh (Rp 78.664.652) per tahun dan estimasi biaya yang diperlukan untuk pengadaan dan pemasangan solar listrik 80 kWp dari 3,8 miliar, jangka waktu pengembalian (investasi) adalah $3,8 \text{ miliar} / 78.664.652 \text{ per tahun} = 48 \text{ tahun}$.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan hasil pengukuran serta perhitungan keseluruhan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. *Efektifitas* Maksimal PLTS pada gedung Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan hanya mencapai 86,3% yakni pada saat puncak penyerapan sinar matahari jam 12.00 WIB – 14.00 WIB.
2. Jumlah tagihan listrik tahun 2016 (setelah PLTS terpasang) pada gedung Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan adalah sebesar Rp 1.429.258.272
3. Potensi penghematan yang didapatkan dari PLTS 80 kWp pada gedung Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan adalah sebesar Rp 78.664.652 atau 3,3 % per tahun.
4. Biaya pengadaan dan pemasangan PLTS 80 kWp pada gedung Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan sebesar Rp 3,8 miliar.
5. Jangka waktu pengembalian modal (*break even point*) dari pengadaan dan pemasangan PLTS 80 kWp pada gedung Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan adalah 48 Tahun.
6. Energi surya lebih tepat digunakan sebagai salah satu pilihan alternatif untuk daerah-daerah terpencil, dibandingkan dengan energi fosil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Peraturan Menteri ESDM No 12 Tahun 2017 tentang *Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik* (<http://jdih.esdm.go.id>).
- [2]. Suyitno, M. 2011. *Pembangkit Energi Listrik*. Jakarta: Rineka Cipta
- [3]. Darwin Sitompul. 1991. *Prinsip - prinsip Konversi Energi*. Jakarta: Erlangga.
- [4]. Jasjfi, E. (1993) *Perpindahan Kalor (Edisi Keenam)*. Jakarta : Erlangga.
- [5] Setiawan, Dedy. *Perpindahan Panas Konveksi, Radiasi, dan Konduksi* <http://www.miung.com> pengertian-perpindahan-panas konveksi. html. (diakses 15 Desember 2016).
- [6]. *Modul surya* teknologisurya.wordpress.com (diakses 24 Desember 2016).
- [7]. *Jenis-Jenis Sel Surya* sanfordlegenda.blogspot.co.id (diakses 24 Desember 2016).
- [8]. Wulandari, Triyas Ika. 2010. *Rangkaian Persamaan Sel Surya* Institut Teknologi Sepuluh November.