

SKRIPSI

**ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK
UNTUK KOMPLEKS PERUMAHAN BERBASIS SEL SURYA**
(Studi Kasus Perumahan Griya Bangka Pos Taman Kota 2 Pangkalpinang)

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1



diajukan oleh

Andriyansyah

102 09 11 021

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG
2016**

SKRIPSI

**ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK
UNTUK KOMPLEKS PERUMAHAN BERBASIS SEL SURYA**

(Studi Kasus Perumahan Griya Bangka Pos Taman Kota 2 Pangkalpinang)

dipersiapkan dan disusun oleh

Andriyansyah

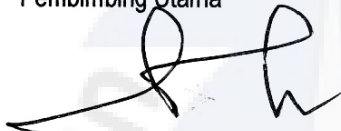
1020911021

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal, 25 Februari 2016

Susunan Dewan Penguji

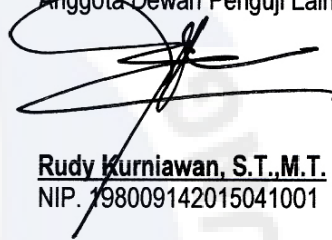
Pembimbing Utama



Wahri Sunanda, S.T.,M.Eng.

NIP. 198508102012121001

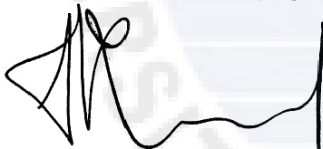
Anggota Dewan Penguji Lain,



Rudy Kurniawan, S.T.,M.T.

NIP. 198009142015041001

Pembimbing Pendamping



Irwan Dinata S.T.,M.T.

NIP. 198503102014041001



Asmar S.T.,M.Eng.

NP. 307608018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Irwan Dinata S.T.,M.T

NIP. 198503102014041001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

NAMA : ANDRIYANSYAH
TEMPAT/TANGGAL LAHIR : PANGKALPINAG / 22 NOVEMBER 1987
NIM : 102 09 11 021
FAKULTAS/JURUSAN : TEKNIK / TEKNIK ELEKTRO

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam penulisan Tugas Akhir (skripsi) ini dengan judul **“ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK LISTRIK UNTUK KOMPLEKS PERUMAHAN BERBASIS SEL SURYA (Studi Kasus Perumahan Griya Bangka Pos Taman Kota 2 Pangkalpinang)”** beserta seluruh isinya adalah karya tulis saya sendiri, dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang sumbernya telah disebutkan dalam daftar pustaka. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Oleh karenanya apabila di kemudian hari terbukti pernyataan diatas tidak benar, saya siap menanggung segala bentuk resiko atau sanksi yang berlaku.

Balunijuk, 25 Februari 2016
yang membuat pernyataan



Andriyansyah
NIM.1020911021

INTISARI

Penggunaan bahan bakar fosil sebagai penghasil sumber energi secara berkepanjangan akan menimbulkan pencemaran udara yang dapat mengakibatkan masalah bagi kesehatan manusia dan lingkungan sekitarnya. Masalah ini apabila serius untuk diperhatikan, tentunya dapat diminimalisir secara bertahap. Yaitu dengan cara menggantikan ataupun mengurangi ketergantungan masyarakat luas terhadap energi listrik yang dihasilkan melalui proses pembakaran bahan bakar fosil yang bersumber dari PLN, dengan energi listrik yang dihasilkan secara mandiri oleh masyarakat, dari proses konversi sumber energi alternatif yang sumber energinya dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Salah satu upaya yang telah di tumbuh kembangkan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi cahaya matahari sebagai sumber energi untuk menghasilkan listrik. Adapun sistem PLTS yang ditinjau dalam penelitian ini ada 2 jenis, yaitu sistem PLTS *grid connected* dengan baterai dan sistem PLTS *grid connected* tanpa baterai. Secara keseluruhan total kebutuhan pemakaian energi listrik di Perumahan Griya Bangka Pos adalah sebesar $E_L = 9,380$ kWh/hari. Dengan isolasi cahaya harian matahari sebesar $3,99$ kWh/hari/ m^2 . Maka dibutuhkan kapasitas pembangkit photovoltaic sebesar $E_d = 2873,251$ watt peak $\approx (3000$ watt peak). Sistem PLTS yang paling mendekati kelayakan adalah sistem PLTS *grid connected* yang tidak menggunakan baterai untuk kategori rumah batas daya 900 VA. Total arus kas bersih yang didapat selama umur nyala sistem PLTS (25 tahun) adalah sebesar Rp. 54.518.870,- dengan nilai NPV sebesar (Rp. -37.731.130,-).

Kata kunci : *array, baterai, grid connected, photovoltaic*

ABSTRACT

The use of fossil fuels as an energy source producing a prolonged will result in air pollution that can cause problems for human health and the environment. This problem is serious to note, of course, can minimum gradually. That is by replacing or reducing dependence on the public to the electrical energy produced through the burning of fossil fuels sourced from PLN, the electrical energy generated independently by the people, of the process of conversion of energy sources alternative energy source, renewable and environmentally friendly. One effort that has been developed is the growing Solar Power Plant (PLTS). Solar Power Plant (SPP) is a power generation system that utilizes solar radiation as an energy source to generate electricity. The solar systems are reviewed in this study there are two types, namely grid connected solar power system with battery and grid connected solar systems without batteries. Overall the total electrical energy consumption needs in Griya Bangka Pos amounted $E_L = 9.380$ kWh / day. With the isolation of daily sun light at 3.99 kWh / day / m^2 . Photovoltaic generating capacity is needed by $E_d = 2873.251 \approx$ peak Watts (3000 Watts peak). PLTS system that comes closest is the feasibility of grid connected solar systems that do not use batteries for home category 900 VA power limit. Total net cash flow is obtained for the old flame solar systems (25 years) is Rp. 54,518,870 million with a NPV of (Rp. -37,731,130.-).

Keywords: array, battery, grid connected, solar photovoltaic

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai persyaratan untuk mencapai derajat sarjana S-1. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Wahri Sunanda, S.T.,M.Eng, selaku dosen pembimbing utama skripsi
2. Bapak Irwan Dinata, S.T.,M.T, selaku dosen pembimbing pendamping skripsi
3. Ibu Rika Favoria Gusa, S.T.,M.Eng, selaku anggota dewan penguji
4. Bapak Asmar, S.T.,M.Eng, selaku anggota dewan penguji
5. Bapak Prof. Dr. Bustami Rahman, M.Sc., selaku Rektor Universitas Bangka Belitung
6. Bapak Fadilah Sabri, S.T.,M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknik
7. Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro FT Universitas Bangka Belitung
8. Ibu Evi Diana P, selaku Kepala Seksi Data dan Informasi Stasiun Meteorologi Pangkalpinang
9. Ibunda dan alm.Ayahanda tercinta yang selalu mendokan dan memberi semangat baik secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis.
10. Saudara-saudara ku yang tercinta.
11. Rekan-rekan seperjuangan TE angkatan 2009 yang selalu berbahagia.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan barokah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK UNTUK KOMPLEKS PERUMAHAN BERBASIS SEL SURYA (Studi Kasus Perumahan Griya Bangka Pos Taman Kota 2 Pangkalpinang)” Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung. Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu peneliti mengharapkan saran yang membangun agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kedepannya.

Balunijuk, 25 Februari 2016

Peneliti

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRACT	iv
INTISARI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Keaslian Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Tujuan Penelitian.....	7
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	9
2.1 Tinjauan Pustaka.....	9
2.2 Dasar Teori.....	11

2.2.1 Pembangkit Listrik.....	11
2.2.2 Sejarah Perkembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	12
2.2.3 Komponen Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	13
2.2.3.1 Sel Surya.....	14
2.2.3.2 Inverter.....	20
2.2.3.3 Baterai (<i>accu</i>).....	21
2.2.3.4 <i>Controller</i>	22
2.2.4 Sistem PLTS.....	22
2.2.4.1 Sistem PLTS <i>Grid Connected</i>	23
2.2.4.2 Sistem PLTS <i>stand alone</i>	24
2.2.5 Parameter Analisis Kebutuhan Sistem PLTS.....	24
2.2.5.1 Menghitung Area Array (<i>PV area</i>).....	25
2.2.5.2 Menghitung Daya Yang Dibangkitkan Sistem PV.....	26
2.2.5.3 Menentukan Kapasitas <i>Charge Controller</i>	27
2.2.5.4 Menghitung Kapasitas Baterai.....	27
2.2.5.5 Menentukan Kapasitas Inverter.....	28
2.2.6 Parameter Analisis Keekonomian Dan Kelayakan Investasi.....	28
2.2.6.1 Faktor Diskonto.....	28
2.2.6.2 <i>Net Present Value</i>	29
2.2.6.3 <i>Profitability index</i>	31
2.2.6.4 <i>Discounted payback period</i>	31
BAB IIIMETODE PENELITIAN.....	33
3.1 Bahan dan materi penelitian.....	33
3.1.1 Data primer.....	33
3.1.2 Data skunder.....	33
3.2 Alat penelitian.....	34
3.3 Langkah penelitian.....	35

3.4 Diagram alir metode penelitian.....	36
3.5 Variabel yang dipelajari	38
3.6 Model yang diusulkan	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Profil sistem kelistrikan kompleks Perumahan Griya Bangka Pos Taman Kota 2 Pangkalpinang.....	40
4.2 Rancangan pemodelan sistem PLTS.....	42
4.2.1 Menghitung PV area dan energi yang dibangkitkan.....	42
4.2.2 Menghitung kebutuhan Jumlah komponen.....	46
4.2.2.1 Jumlah panel surya.....	46
4.2.2.2 Jumlah baterai.....	47
4.3 Pengolahan biaya sistem PLTS <i>grid connected</i> dengan baterai dan tanpa baterai.....	51
4.3.1 Biaya investasi sistem PLTS <i>grid connected</i> dengan baterai.....	51
4.3.2 Biaya investasi sistem PLTS <i>grid connected</i> tanpa baterai.....	53
4.3.3 Biaya operasional dan pemeliharaan.....	54
4.3.4 Kebijakan tentang biaya energi PLTS dan biaya energi listrik PLN.....	55
4.3.5 Pembagian pemakaian energi listrik rumah tangga.....	56
4.4 Pengolahan alur kas sistem PLTS.....	56
4.4.1 Alur kas sistem PLTS <i>grid connected</i> dengan baterai.....	56
4.4.1.1 Alur kas sistem PLTS kategori rumah batas daya 900 VA.....	57
4.4.1.2 Alur kas sistem PLTS kategori rumah batas daya 1300 VA.....	60
4.4.1.3 Alur kas sistem PLTS kategori rumah batas daya 2200 VA.....	62

4.4.2 Alur kas sistem PLTS <i>grid connected</i> tanpa baterai (<i>grid tie</i>).....	65
4.4.2.1 Alur kas sistem <i>grid tie</i> kategori rumah batas daya 900 VA.....	65
4.4.2.2 Alur kas sistem <i>grid tie</i> kategori rumah batas daya 1300 VA.....	69
4.4.2.3 Alur kas sistem <i>grid tie</i> kategori rumah batas daya 2200 VA.....	72
BAB V PENUTUP.....	76
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	78
LAMPIRAN.....	79

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 4.1 Profil data pemakaian energi listrik Perumahan Griya Bangka Pos Taman Kota 2 Pangkalpinang.....	41
Tabel 4.2 Spesifikasi panel surya.....	44
Tabel 4.3 Spesifikasi inverter.....	45
Tabel 4.4 Daftar rincian biaya investasi sistem PLTS <i>grid connected</i> dengan baterai batas daya 900 VA.....	52
Tabel 4.5 Daftar rincian biaya investasi sistem PLTS <i>grid connected</i> dengan baterai batas daya 1300 VA.....	52
Tabel 4.6 Daftar rincian biaya investasi sistem PLTS <i>grid connected</i> dengan baterai batas daya 2200 VA.....	53
Tabel 4.7 Daftar rincian biaya investasi sistem PLTS <i>grid connected</i> tanpa baterai.....	53
Tabel 4.8 Alur kas kategori rumah batas daya 900 VA sistem PLTS <i>grid connected</i> dengan baterai.....	57
Tabel 4.9 Alur kas kategori rumah batas daya 1300 VA sistem PLTS <i>grid connected</i> dengan baterai.....	60
Tabel 4.10 Alur kas kategori rumah batas daya 2200 VA sistem PLTS <i>grid connected</i> dengan baterai.....	62
Tabel 4.11 Alur kas kategori rumah batas daya 900 VA sistem PLTS <i>grid connected</i> tanpa baterai.....	65
Tabel 4.12 Alur kas kategori rumah batas daya 1300 VA sistem PLTS <i>grid connected</i> tanpa baterai.....	68
Tabel 4.13 Alur kas kategori rumah batas daya 2200 VA sistem PLTS <i>grid connected</i> tanpa baterai.....	71

DAFTAR GAMBAR

	Hal
GAMBAR 2.1	Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik pada sel surya..... 15
GAMBAR 2.2	Grafik karakteristik arus terhadap tegangan dan karakteristik daya terhadap tegangan..... 17
GAMBAR 2.3	Solar sel jenis <i>monocrystalline</i> 19
GAMBAR 2.4	Solar sel jenis <i>polycrystalline</i> 19
GAMBAR 2.5	Solar sel jenis <i>thin film</i> 20
GAMBAR 2.6	Diagram alir sistem PLTS <i>grid connected</i> dengan jaringan listrik konvensional (PLN) menggunakan sumber <i>backup</i> baterai..... 24
GAMBAR 2.7	Diagram alir sistem PLTS <i>grid connected</i> dengan jaringan listrik konvensional (PLN) tanpa baterai..... 25
GAMBAR 2.8	Karakteristik arus dan tegangan panel surya yang terhubung seri dan paralel..... 28
GAMBAR 3.1	Diagram alir penelitian..... 37
GAMBAR 3.2	Skema pemodelan sistem PLTS <i>grid connected</i> dengan Baterai..... 40
GAMBAR 3.3	Skema pemodelan sistem PLTS <i>grid connected</i> tanpa baterai.. 40
GAMBAR 4.1	Skema pemodelan sistem PV..... 47
GAMBAR 4.2	Skema pemodelan susunan baterai kategori rumah batas daya 900 VA..... 49
GAMBAR 4.3	Skema pemodelan susunan baterai kategori rumah batas daya 1300 VA..... 50
GAMBAR 4.4	Skema pemodelan susunan baterai kategori rumah batas daya 2200 VA..... 51

DAFTAR SINGKATAN

BCR	: <i>Battery Control Regulator</i>
BMKG	: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
DF	: <i>Discount Factor</i>
DOD	: <i>Depth Of Discharge</i>
DPP	: <i>Discount Payback Period</i>
EBT	: Energi Baru Terbarukan
ESDM	: Energi Sumber Daya Mineral
KEN	: Kebijakan Energi nasional
NASA	: National Aeronautics And Space
NCF	: <i>Net Cash Flow</i>
NPV	: <i>Net Present Value</i>
PLN	: Pembangkit Listrik Negara
PLTA	: Pembangkit Listrik Tenaga Air
PLTD	: Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PV	: <i>Photovoltaic</i>
PI	: <i>Profitability Index</i>
PSI	: <i>Peak Sun Insulation</i>
WP	: Watt Peak
TFC	: <i>Temperature Corection Factor</i>

DAFTAR ISTILAH

<i>Photovoltaic</i>	: Divais yang mampu mengkonversikan cahaya matahari menjadi listrik
<i>Grid connected</i>	: Sistem PLTS yang terkoneksi dengan jaringan PLN atau pembangkit lainnya
<i>Grid tied/On grid</i>	: Sistem PLTS yang hanya dapat bekerja saat daya listrik dari PLN atau pembangkit listrik lainnya tersedia
<i>Off grid (Stand Alone)</i>	: Sistem PLTS yang hanya bekerja sendiri untuk mensuplai daya listrik beban
Foton	: Radiasi cahaya matahari
Absorber	: Bahan yang digunakan untuk menyerap atau mengurangi intensitas radiasi pengion
Energi band gap	: Sejumlah energi yang dibutuhkan untuk mengeluarkan elektron dari ikatan kovalennya
<i>p-n junction</i>	: Persambungan atau pertemuan permukaan antara bahan semikonduktor tipe p dan semikonduktor tipe n
<i>Life time</i>	: Umur nyala sistem
<i>Hole</i>	: Partikel subatom yang bermuatan positif
Elektron	: Partikel subatom yang bermuatan negatif
Golongan tarif R1	: Pelanggan PLN yang termasuk dalam golongan tarif sosial
<i>Utility Power</i>	: Jaringan atau jala-jala listrik PLN
Inflasi	: Proses meningkatnya harga-harga secara umum dan terus-menerus

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A Data insolasi cahaya harian matahari
- LAMPIRAN B Datasheet Spesifikasi panel sel surya HELIOS *monocrystalline type* CHN 72M
- LAMPIRAN C Data rata-rata suhu bulanan di kota Pangkajene
- LAMPIRAN D Datasheet Spesifikasi inverter IMEON 3.6
- LAMPIRAN E *Datasheet* spesifikasi baterai Gel ‘*Long Life*’
- LAMPIRAN F *Tarif Tenaga Listrik PLN*
- LAMPIRAN G Daftar rincian informasi tagihan listrik PLN



