

**SKRIPSI**

**PEMODELAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *HYBRID*  
*MICROHYDRO – PHOTOVOLTAIC ARRAY* DENGAN MENGGUNAKAN  
PERANGKAT LUNAK HOMER**

**(Studi Kasus di Dusun Sadap Bangka Tengah)**

Untuk Memenuhi Sebagian Pesaratan

Mencapai Gelar Sarjana Strata 1



diajukan oleh:

RIZKI MALINDO @ AKIE ISKANDAR

102 11 11 029

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

**2016**

## SKRIPSI

### “Pemodelan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid Microhydro – Photovoltaic Array* dengan Menggunakan Perangkat Lunak Homer”

Dipersiapkan dan disusun oleh

**Rizki Malindo @ Akie Iskandar**

102 11 11 029

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji

Pada tanggal 21 Februari 2016

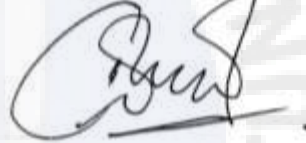
Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama,



Wahri Sunanda, S.T., M.Eng  
NIP. 198508102012121001

Anggota Dewan Penguji,

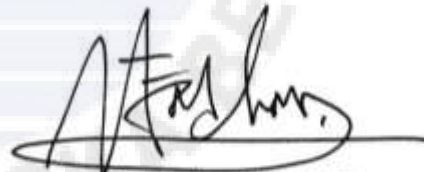


Asmar, S.T., M.Eng.,  
NP. 307608018

Pembimbing Pendamping



Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng.  
NIP. 198407222014042002



Fardhan Arkan, S.T., M.T.  
NP. 307406003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro,



Irwan Dinata, S.T., M.T.  
NIP. 198503102014041001

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Rizki Malindo @ Akie Iskandar  
TEMPAT/TANGGAL LAHIR : Bangka, 30 Maret 1993  
NIM : 102 11 11 029  
FAKULTAS/JURUSAN : Teknik/Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul ” Pemodelan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohidro – Photovoltaic Array* dengan Menggunakan Perangkat Lunak HOMER” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Balunijuk, 2016

Yang Membuat Pernyataan



RIZKI MALINDO @ AKIE ISKANDAR

NIM. 102 11 11 029

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul:

**“Pemodelan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid Microhydro* –  
*Photovoltaic Array* dengan Menggunakan Perangkat Lunak Homer.”**

Peneliti menyadari bahwa dalam penelitian dan penyusunan laporan ini tak lepas dari begitu banyak bantuan, bimbingan, doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segenap ketulusan hati peneliti sampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Fadillah Sabri, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
2. Bapak Irwan Dinata, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung
3. Bapak Wahri Sunanda, S.T., M.Eng, selaku Pembimbing Utama Tugas Akhir
4. Ibu Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng, selaku Pembimbing Pendamping Tugas Akhir dan Pembimbing Akademik.
5. Bapak Asmar, S.T., M.Eng, selaku penguji Tugas Akhir
6. Bapak Fardhan Arkan, S.T., M.T, selaku penguji Tugas Akhir
7. Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro FT Universitas Bangka Belitung
8. Rekan Seperjuangan Teknik Elektro Angkatan 2011 dan kakak tingkat serta adik tingkat tahun 2009, 2010, 2012, 2013 dan 2014.
9. Kedua Orangtuaku tercinta, Bapakku (Zulkarnain) dan ibuku (Norol Ajiyen) serta seluruh keluarga besarku terimakasih atas kasih sayang dan pengorbanan yang tiada henti dengan segala doa dan dukungannya baik berupa moral, cinta maupun materil yang tak henti -hentinya diberikan untuk kelancaran di setiap langkah penulis sehingga penulis dapat

menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu dan memperoleh gelar Sarjana.  
Terimakasih telah menjadi penyemangat dalam hidupku.

10. Rekan yang turut membantu dalam penelitian, Nia Rezkia Pratiwi, Aji Mulya dan Dedi Sukma.
11. Kepala Dusun dan warga penduduk dusun Sadap desa Perlang yang telah membantu dan memberi izin penelitian ke tempat Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dusun Sadap.
12. Berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu atas bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan penelitian maupun penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Dengan segala kerendahan hati peneliti menyadari begitu banyak ketidaksempurnaan pada penulisan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu berbagai bentuk kritik maupun saran yang membangun demi terwujudnya laporan yang lebih baik.

Besar harapan peneliti semoga laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak demi kemajuan bersama.

Balunijuk, 26 Feb 2016



Rizki Malindo @ Akie Iskandar.  
102 11 11 029

## INTISARI

Dusun Sadap adalah dusun yang berada di desa Perlang, kecamatan Lubuk Besar, kabupaten Bangka Tengah, provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Untuk melayani kebutuhan listrik, penduduk dusun Sadap mengandalkan PLTMH berukuran 40 kW yang beroperasi selama 24 jam, yang mana dibangun dengan dana APBN pada tahun 2007. Daya rata-rata perhari dusun Sadap adalah sebesar 722,78 Watt/kepala keluarga, peralatan listrik yang digunakan sebagian besarnya adalah lampu dan TV. Pemanfaatan sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid microhydro – photovoltaic array* dapat mengatasi permasalahan kelistrikan di dusun Sadap desa Perlang dimana saat ini menggunakan PLTMH berkapasitas 40 kW dengan sebagai sumber energi listrik yang beroperasi selama 24 jam/hari. Dari analisa yang telah dilakukan, hasil pemodelan untuk sistem dengan beban listrik harian sebesar 130.1 kWh dengan NPC terendah berdasarkan hasil simulasi menggunakan HOMER sebagai berikut: 1 unit mikrohidro dengan daya bangkit 19 kW, *photovoltaic array* dengan total kapasitas 4 kW, 38 unit baterai 12 Volt 83,3 Ah, dan 6 kW *bidirectional converter*. kontribusi energi listrik yang diproduksi mikrohidro sebesar 155.775 kWh/yr atau sekitar 96.78% dan energi listrik yang diproduksi oleh *photovoltaic array* adalah sebesar 5.179 kWh/yr atau sekitar 3.22%, sehingga dengan kontribusi total kedua pembangkit ketika 100% adalah sebesar 160.954 kWh/yr. Konfigurasi tersebut ditetapkan sebagai yang paling optimal berdasarkan nilai *total NPC* terendah yaitu sebesar Rp 938.310.656,00 dan *levelized COE* sebesar Rp 1.528,500/kWh dengan *initial capital* yang diperlukan untuk merealisasikan sistem pembangkit listrik *hybrid* ini sebesar Rp 403.968.000,00.

**Kata kunci :** Pembangkit Listrik *Hybrid*, Mikrohidro, *photovoltaic array*.



## **ABSTRACT**

*Sadap is located in the Perlang's village, district of Lubuk Besar, Central Bangka regency, province of Bangka Belitung. To serve the needs of electricity, villagers rely on microhydro renewable energy with 40 kW capacity operating for 24 hours, which was built with APBN budget funds in 2007. Average power per day of Sadap amounted to 722.78 Watts/KK, electrical equipment that is used mostly is lamps and TV. Utilization of the hybrid power generation system can solve the problem of electricity in the Sadap village, Perlang which is currently using microhydro with 40 kW of capacity with a source of electrical energy which operates 24 hours/day. From the analysis that has been done, the results of modeling for systems with daily load of 130.1 kWh with the lowest NPC based on simulation results using HOMER as follows: 1 microhydro power unit 19 kW, photovoltaic array with a total capacity of 4 kW, 38 units of 12 Volt 83.3 Ah battery, and 6 kW of bidirectional converter. Contribution of microhydro electric energy produced amounted to 155775 kWh / yr, or about 96,78% and the electrical energy produced by the photovoltaic array is equal to 5,179 kWh / yr, or about 3,22%, so that the total contribution of both plants when 100% is equal to 160.954 kWh / yr. The configuration is set as the most optimal based on the lowest NPC total is Rp. 938.310.656,00 and levelized COE is Rp 1.528,500 / kWh with an initial capital required for the realization of this hybrid power generation system is Rp. 403.968.000,00.*

**Keywords :** *Hybrid Power Plants, micro hydro, photovoltaic array.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
INTISARI .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
DAFTAR ISTILAH .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Keaslian Penelitian.....	3
1.5 Faedah Penelitian .....	4
1.6 Tujuan Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga <i>Hybrid</i> .....	8



2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro .....	11
2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	16
2.2.4 <i>Software</i> Homer .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Bahan Penelitian.....	25
3.2 Alat Penelitian.....	26
3.3 Diagram Air .....	27
3.3.1 <i>Flowchart</i> sistem PLT <i>hybrid</i> .....	28
3.4 Langkah Penelitian.....	28
3.5 Memasukkan data <i>input</i> pada HOMER .....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.....	35
4.1.1 Permodelan Pembangkit Listrik Mikrohidro .....	35
4.1.2 Skema Beban Listrik Dusun Perlang .....	38
4.1.3 Analisis Kinerja Mikrohidro di Dusun Sadap Desa Perlang.....	39
4.2 Permodelan PLT Mikrohidro dan <i>Photovoltaic Array</i> .....	41
4.2.1 Permodelan <i>Photovoltaic Array</i> .....	42
4.2.2 Permodelan Baterai.....	48
4.2.3 Permodelan <i>Inverter</i> .....	50
4.2.4 Skema Permodelan Sistem PLT <i>Hybrid</i> Menggunakan <i>Software</i> Homer.....	50
4.2.4.1 Panel PV.....	52
4.2.4.2 Baterai / Aki.....	53
4.2.4.3 <i>Bi-directional Converter / Inverter</i> .....	55
4.2.5 Analisis Kinerja PLT <i>Hybrid</i> dengan <i>Software</i> HOMER.....	55

<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran.....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN A</b>	
<b>LAMPIRAN B</b>	
<b>LAMPIRAN C</b>	
<b>LAMPIRAN D</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kondisi Kelistrikan Di Dusun Sadap Desa Perlang.....	35
Tabel 4.2 Spesifikasi Turbin Mikrohidro yang Digunakan Pada Pemodelan <i>Software</i> HOMER .....	36
Tabel 4.3 Biaya Gaji Operator PLTMH Sadap.....	36
Tabel 4.4 Harga Konsumen PLTS yang Digunakan .....	42
Tabel 4.5 Data Lamanya Penyinaran Matahari dan Rata-Rata Suhu Perbulan Kota Pangkalpinang Tahun 2014 .....	43
Tabel 4.7 Data Rata-Rata Radiasi Matahari Perbulan .....	45
Tabel 4.6 Spesifikasi PV Panel TN 200N	
Tabel 4.8 Spesifikasi Baterai VRLA 12 Volt.....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema PLT Hibrid <i>Micro Hydro-Photovoltaic Array</i> .....	8
Gambar 2.2 Skema PLTH Seri.....	10
Gambar 2.3 Skema PLTH <i>Diesel</i> dan <i>PV Array</i> .....	11
Gambar 2.4 Daya yang Dihasilkan PV Kondisi Cuaca Cerah.....	17
Gambar 2.5 Daya yang Dihasilkan PV Kondisi Cuaca Berawan .....	18
Gambar 2.6 Daya yang Dihasilkan PV Kondisi Cuaca Hujan.....	18
Gambar 2.7 Beberapa Satuan <i>Photovoltaic Array</i> .....	19
Gambar 2.8 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	19
Gambar 2.9 Skema <i>Solar Cell</i> .....	20
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	27
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> PLT <i>Hybrid</i> .....	28
Gambar 3.3 Data <i>Input</i> Konsumsi Energi Listrik Dusun Sadap .....	30
Gambar 3.4 Data <i>Input</i> Mikrohidro .....	31
Gambar 3.5 Skema Pemodelan Sistem PLT <i>Hybrid</i> .....	32
Gambar 3.6 Data <i>Input</i> Radiasi Matahari .....	33
Gambar 3.7 Data <i>Search Space</i> .....	33

Gambar 4.1 Skema Pemodelan Mikrohidro.....	37
Gambar 4.2 Skema Beban Listrik Dusun Perlang .....	38
Gambar 4.3 Analisis Kinerja Mikrohidro Di Dusun Sadap Desa Perlang .....	39
Gambar 4.4 <i>Cash Flow</i> Tahun ke-1 sampai 12 dan <i>Cash Flow</i> Tahun ke-13 Sampai Tahun ke-25 .....	40
Gambar 4.5 Rincian Biaya Dalam Pengoprasian Pembangkit Mikrohidro .....	41
Gambar 4.6 Skema Sistem PLT <i>Hybrid</i> .....	51
Gambar 4.7 Parameter PV Panel Pada HOMER 3.2.3 .....	52
Gambar 4.8 Pemodelan Biaya Baterai Pada <i>Software</i> HOMER.....	54
Gambar 4.9 Pemodelan Biaya <i>Inverter</i> Pada <i>Software</i> HOMER .....	55
Gambar 4.10 Hasil Perhitungan PLT <i>Hybrid</i> di HOMER .....	56
Gambar 4.11 <i>Cost Summary</i> PLT <i>Hybrid</i> .....	57
Gambar 4.12 <i>Electrical Simulation Results</i> Kontribusi PLT <i>Hybrid</i> .....	58

## Daftar Singkatan

APBN	: Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara
AC	: Alternate Current
BDI	: <i>Bi-Dirictional Inverter</i>
BMKG	: Badan Metereologi Klimatologi dan Geofisika
COE	: <i>Cost Of Energy</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
HOMER	: <i>Hybrid Optimization Model for Electric Renewable</i>
MRI	: <i>Midwest Research Institute</i>
NASA	: <i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NPC	: <i>Net Present Cost</i>
O&M	: <i>Operating &amp; Maintainance</i>
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
PLT	: Pembangkit Listrik Tenaga
PLTH	: Pembangkit Listrik Tenaga <i>Hybrid</i>
PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLTMH	: Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro
PSI	: <i>Peak Sun Insolation</i>
PV	: <i>Photovoltaic</i>
TNPC	: <i>Total Net Present Cost</i>
TV	: <i>Television</i>



## Daftar Istilah

<i>Battery</i>	: Baterai/Aki
<i>Cash Flow</i>	: Aliran Tunai
<i>Calculate</i>	: Hitung
<i>Capital Cost</i>	: Modal awal
<i>Converter</i>	: Konverter
<i>Controller</i>	: Pengontrol
<i>Cost of Energy</i>	: Biaya energi
<i>Discounted</i>	: Promosi
<i>Electrical</i>	: Listrik
<i>Electric Load</i>	: Beban listrik
<i>Hybrid</i>	: Hibrida
<i>Input</i>	: Masukan
<i>Insolation</i>	: Insolasi
<i>Lifetime</i>	: Jangka umur
<i>Maximum Flow</i>	: Aliran maksimal
<i>Microhydro</i>	: Mikrohidro
<i>Minimum Flow</i>	: Aliran minimal
<i>Output</i>	: Keluaran
<i>Reability</i>	: Keandalan
<i>Rectifier</i>	: Pembalik
<i>Replacement Cost</i>	: Biaya penggantian
<i>Net Present Cost</i>	: Biaya bersih sekarang
<i>Search Space</i>	: Ruang pencarian
<i>Software</i>	: Perangkat lunak
<i>Solar cell</i>	: Modul surya

*Simulation Results* : Hasil simulasi  
*Stand Alone* : Berdiri sendiri (tunggal)  
*Switch* : Sakelar  
*Trial Version* : Versi percobaan

