

**ANALISIS PEMBANGKIT TENAGA *HYBRID*
(*DIESEL* DAN *SURYA*) DI PULAU CELAGEN SEBAGAI
UPAYA PENURUNAN BIAYA POKOK PENYEDIAAN
TENAGA LISTRIK**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Guna Meraih Gelar Sarjana S-1



Oleh :

**INDRA SUSANTO
1021722014**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG
2019**

SKRIPSI

**ANALISIS PEMBANGKIT TENAGA *HYBRID*
(*DIESEL* DAN *SURYA*) DI PULAU CELAGEN SEBAGAI UPAYA
PENURUNAN BIAYA POKOK PENYEDIAAN TENAGA LISTRIK**

Disusun Oleh :

**INDRA SUSANTO
1021722014**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

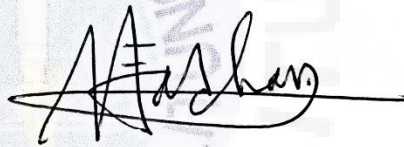
Pada tanggal 29 Juni 2019

Ketua Dewan Penguji,



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

Penguji 1,



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

Penguji 2,



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

Penguji 3,



Rudy Kurniawan, S.T., M.T.
NIP. 198009142015041001

SKRIPSI

**ANALISIS PEMBANGKIT TENAGA *HYBRID*
(*DIESEL* DAN *SURYA*) DI PULAU CELAGEN SEBAGAI UPAYA
PENURUNAN BIAYA POKOK PENYEDIAAN TENAGA LISTRIK**

Disusun Oleh :

**INDRA SUSANTO
1021722014**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

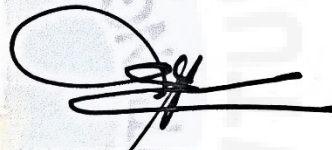
Pada tanggal 29 Juni 2019

Pembimbing Utama,



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

Pembimbing Pendamping,



Rudy Kurniawan, S.T., M.T.
NIP. 198009142015041001

Mengetahui,

Pt. Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **INDRA SUSANTO**
NIM : **1021722014**
Judul : **ANALISIS PEMBANGKIT TENAGA *HYBRID* (*DIESEL*
DAN SURYA) DI PULAU CELAGEN SEBAGAI UPAYA
PENURUNAN BIAYA POKOK PENYEDIAAN TENAGA
LISTRIK**

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi/Tugas Akhir saya merupakan hasil karya ilmiah saya sendiri yang didampingi tim pembimbing dan bukan hasil dari penjiplakan/plagiat. Apabila nantinya ditemukan adanya unsur penjiplakan di dalam karya skripsi saya ini, maka saya bersedia untuk menerima sanksi akademik dari Universitas Bangka Belitung sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapapun.

Pangkalpinang, 29 Juni 2019



Indra Susanto

NIM 1021722014

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bangka Belitung, saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : **INDRA SUSANTO**
NIM : **1021722014**
Jurusan : **TEKNIK ELEKTRO**
Fakultas : **TEKNIK**
Judul :

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bangka Belitung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul :

ANALISIS PEMBANGKIT TENAGA *HYBRID* (*DIESEL* DAN *SURYA*) DI PULAU CELAGEN SEBAGAI UPAYA PENURUNAN BIAYA POKOK PENYEDIAAN TENAGA LISTRIK

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bangka Belitung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di Pangkalpinang

Pada tanggal 29 Juni 2019

Yang menyatakan



(Indra Susanto)

INTISARI

Sistem PLT *Hybrid* merupakan salah satu cara dalam penghematan penggunaan bahan bakar minyak bumi dengan mengaplikasikan sistem pembangkit PLTS di pemukiman RT pulau Celagen dimana saat ini *diesel generator* yang tersedia beroperasi selama 24 jam/hari dengan konsumsi rata-rata harian sebesar 1.069 kWh dengan melakukan pemodelan sistem *hybrid* menggunakan *software* HOMER sebagai perangkat lunak dalam perhitungan biaya selama pengoperasian sistem *hybrid*. Hasil dari simulasi HOMER bahwa potensi energi yang dihasilkan oleh sistem *photovoltaic array* dengan nilai insolasi matahari di pulau Celagen sebesar 5,13 kWh/m²/hari dengan *renewable fraction* pada konfigurasi sistem *photovoltaic array* sebesar 20% menghasilkan energi listrik sebesar 116.948 kWh/tahun dengan penghematan Biaya Pokok Penyediaan (BPP) tenaga listrik/*Cost of Energy* (COE) sebesar Rp. 1.228 untuk setiap kW yang dibangkitkan.

Kata kunci: Pembangkit listrik *hybrid*, *diesel generator*, *photovoltaic array*, *HOMER*.

ABSTRACT

Hybrid system is one way in saving the use of petroleum fuels with solar power generating systems apply settlement in Celagen island where it is currently available diesel generator in operation for 24 hours/day with daily average consumption of 1,069 kWh by using a hybrid system modeling software HOMER the calculation of the cost for the operation the hybrid system. Results of the simulation HOMER that potential energy produced by the photovoltaic array system with average values solar insolation on Celagen island amounted 5.13 kWh/m²/day with renewable fraction in the photovoltaic array system configuration by 20% generating electrical energy by 116.948 kWh/year with with savings electricity production costs (BPP) /Cost of Energy (COE) of Rp. 1.228 for each kW raised.

Keywords: hybrid power plants, diesel generators, photovoltaic array, HOMER.

\

LEMBAR PERSEMBAHAN



Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Wahri Sunanda, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Utama Skripsi dan selaku Plt Ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Bapak Rudy Kurniawan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping Skripsi.
3. Ibu Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng, selaku Anggota Dewan Penguji.
4. Bapak Fardhan Arkan, S.T., M.T., selaku Anggota Dewan Penguji.
5. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro FT Universitas Bangka Belitung.
6. Mamah tercinta Indah Supartiningrum yang selalu berdo'a dan memberi nasehat kepada penulis.
7. Istri dan anak-anakku tercinta Fatmala Putri, Bazla Razan Maulana dan Mauza Arzan Nararya yang selalu memberikan support dan dukungannya.
8. Rekan-rekan seperjuangan Alih Jenjang 2017 yang berbahagia.
9. Almamaterku tercinta.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul : **“ANALISIS PEMBANGKIT TENAGA *HYBRID* (*DIESEL* DAN *SURYA*) DI PULAU CELAGEN SEBAGAI UPAYA PENURUNAN BIAYA POKOK PENYEDIAAN TENAGA LISTRIK”**

Di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi latar belakang, dasar teori, metode dan analisis pada penelitian ini. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan ke depan.

Pangkalpinang, Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Hal.

HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
INTISARI	vi
ABSTACT	vii
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Keaslian Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Pulau Celagen	7
2.2.2 Proses Penyediaan Tenaga Listrik	8
2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga <i>Hybrid</i>	9
2.2.4 Pembangkit Listrik Tenaga <i>Diesel</i>	12
2.2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	15
2.2.5.1 Panel <i>Photovoltaic</i>	16

2.2.5.2	Baterai	22
2.2.5.3	<i>Bi-directional Converter / Inverter</i>	24
2.2.6	<i>Software HOMER</i>	24
2.2.7	Biaya Pokok Penyediaan Pembangkit	26
BAB III METODE PENELITIAN		27
3.1	Alat dan Bahan.....	27
3.2	Langkah Penelitian	27
3.2.1	Variabel yang akan dipelajari	29
3.2.2	Rancangan Penelitian.....	29
3.2.3	Teknik Pengumpulan Data.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Hasil Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga <i>Diesel generator</i>	31
4.1.1	Hasil Pemodelan <i>diesel generator</i>	31
4.1.2	Skema beban listrik pulau Celagen	34
4.1.3	Analisa kinerja <i>diesel generator</i> RT pulau Celagen	35
4.2	Hasil Pemodelan PLT <i>Hybrid Diesel generator</i> dan <i>Photovoltaic array</i>	38
4.2.1	Pemodelan <i>photovoltaic array</i>	38
4.2.2	Pemodelan baterai	43
4.2.3	Pemodelan <i>inverter</i>	44
4.2.4	Skema pemodelan sistem PLT <i>Hybrid</i> menggunakan HOMER	45
4.2.4.1	Panel PV	46
4.2.4.2	Baterai / Aki	46
4.2.4.3	<i>Bi-directional Converter/Inverter</i>	47
4.2.5	Analisis kinerja PLT <i>Hybrid</i> dengan HOMER	48
BAB V PENUTUP.....		52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1. Lokasi pulau Celagen	8
Gambar 2.2 Skema PLT <i>Hybrid</i> seri	10
Gambar 2.3 Skema PLT <i>Hybrid</i> paralel.....	11
Gambar 2.4 <i>Skema PLT Hybrid switched</i>	11
Gambar 2.5 <i>Diesel generator</i>	12
Gambar 2.6 Proses langkah hisap mesin <i>diesel</i>	13
Gambar 2.7 Proses kompresi mesin <i>diesel</i>	13
Gambar 2.8 Proses pembakaran pada mesin <i>diesel</i>	14
Gambar 2.9 Proses langkah buang mesin <i>diesel</i>	15
Gambar 2.10 Sistem pembangkit listrik tenaga surya	15
Gambar 2.11 Prinsip <i>p-n junction</i> pada <i>PV panel</i>	16
Gambar 2.12 Beberapa satuan <i>photovoltaic array</i>	17
Gambar 2.13 Daya yang dihasilkan PV kondisi cuaca cerah	17
Gambar 2.14 Daya yang dihasilkan PV kondisi cuaca berawan	17
Gambar 2.15 Daya yang dihasilkan PV kondisi cuaca hujan	18
Gambar 2.16. Panel surya jenis <i>Monocrystalline</i>	19
Gambar 2.17 Panel surya jenis <i>Polycrystalline</i>	20
Gambar 2.18 Panel surya jenis TFSC	20
Gambar 2.19 Pengaruh temperatur terhadap kinerja <i>PV panel</i>	21
Gambar 2.20 Konstruksi baterai	23
Gambar 2.21 Bentuk inverter secara umum	24
Gambar 2.22 Tampilan awal software HOMER	25
Gambar 3.1. Langkah-langkah Penelitian	28
Gambar 3.2 Skema Pembangkit <i>Hybrid</i>	29
Gambar 3.3 <i>Interface</i> Skema Pembangkit <i>Hybrid</i> pada Aplikasi Homer....	30

Gambar 4.1	Skema pemodelan <i>diesel generator</i>	34
Gambar 4.2	Beban daya listrik penduduk pulau Celagen	34
Gambar 4.3	Hasil perhitungan pembangkit <i>diesel generator</i>	35
Gambar 4.4	(a) <i>cash flow</i> tahun ke-1 sampai ke-9, (b) <i>cash flow</i> tahun ke-9 sampai ke-18 (c) <i>cash flow</i> tahun ke-18 sampai ke-25	37
Gambar 4.5	Rincian biaya pengoperasian <i>diesel generator</i> 2 x 200 kW	37
Gambar 4.6	Skema sistem PLT <i>Hybrid</i>	45
Gambar 4.7	Parameter <i>PV panel</i> pada HOMER	46
Gambar 4.8	Pemodelan biaya baterai pada <i>software</i> HOMER	47
Gambar 4.9	Pemodelan biaya <i>inverter</i> pada <i>software</i> HOMER	48
Gambar 4.10	Hasil analisa sistem <i>hybrid</i> Aplikasi Homer	49
Gambar 4.11	Rincian biaya PLT <i>hybrid</i>	49
Gambar 4.12	<i>Electrical simulation results</i> kontribusi PLT <i>hybrid</i>	51

DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 4.1 Parameter-parameter yang ada di PLTD pulau Celagen.....	31
Tabel 4.2 Spesifikasi mesin <i>diesel generator</i> yang digunakan pada pemodelan <i>software</i> HOMER	32
Tabel 4.3 Harga jual BBM Pertamina untuk PLN periode 1 s.d 28 Februari 2019.....	33
Tabel 4.4 Perbandingan harga komponen PLTS yang digunakan	38
Tabel 4.5 Spesifikasi <i>PV panel</i>	39
Tabel 4.6 Data rata-rata radiasi matahari perbulan	40
Tabel 4.9 Spesifikasi baterai VRLA 2 Volt	43

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A** Data Produksi Energi Pulau Celagen Kabupaten Bangka Selatan Bulan Februari 2019
- LAMPIRAN B** *Datasheet Diesel generator*
- LAMPIRAN C** Harga *Diesel generator*
- LAMPIRAN D** Harga Pelumas
- LAMPIRAN E** Harga HSD
- LAMPIRAN F** Harga Komponen PLTS
- LAMPIRAN G** *Datasheet battery*
- LAMPIRAN H** Foto kondisi PLTD dan PLTS Celagen
- LAMPIRAN I** Perhitungan biaya operasional pembangkit selama 1 tahun