

**OPTIMALISASI PRODUKSI KWH PLTD LEGON BAJAK
MENGUNAKAN WIND TURBINE GENERATOR
MODEL B. VENTUS 250 KW
(STUDI KASUS DI PULAU KARIMUNJAWA)**

SKRIPSI

Diajukan Guna Melengkapi Sebagian Syarat Dalam Mencapai
Gelar Sarjana (S-1) Program Studi Teknik Elektro



Disusun Oleh:

Ery Sutikno

NIM : 161220000093

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NAHDLATUL ULAMA
JEPARA
2020**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : **ERY SUTIKNO**
NIM : 161220000093
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : **Optimalisasi Produksi kWh PLTD Legon Bajak
Menggunakan Wind Turbine Generator Model B.Ventus
250 kW (Studi Kasus Di Pulau Karimunjawa)**

Dengan ini menyatakan bahwa hasil dari penulisan laporan skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan laporan skripsi ini merupakan hasil plagiat atau peniruan karya orang lain, maka saya akan mempertanggungjawabkan dan bersedia menerima sanksi berdasarkan tata tertib di Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa adanya paksaan.

Jepara, 02 Februari 2020



Ery Sutikno

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul :
**Optimalisasi Produksi KWh PLTD Legon Bajak Menggunakan
Wind Turbine Generator Model B.Ventus 250 kW
(Studi Kasus Di Pulau Karimunjawa)**

Oleh :

Ery Sutikno

161220000093

Telah dilakukan pembimbingan dan dinyatakan layak untuk mengikuti ujian skripsi pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Nahdlatul Ulama (UNISNU) Jepara.

Jepara, 02 Februari 2020

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Saifrizal, S.T. M.T

NIDN. 0627127504



Zaenal Arifin, S.T. M.T

NIDN. 0621068901

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dias Prihatmoko, S.T., M.Eng.

NIDN. 0612128302

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :
**Optimalisasi Produksi KWh PLTD Legon Bajak Menggunakan
Wind Turbine Generator Model B.Ventus 250 kW
(Studi Kasus Di Pulau Karimunjawa)**

Oleh :
Ery Sutikno
161220000093

Telah diuji dan disahkan pada tanggal : 26 Februari 2020

Penguji I



Dias Prihatmoko, S.T., M.Eng

NIDN. 0612128302

Penguji II



Lilik Sulisty, M.Pd

NIDN. 0627056003

Pembimbing I



Safrizal, S.T., M.T

NIDN. 0627127504

Pembimbing II



Zaenal Arifin, S.T., M.T

NIDN. 0621068901

Mengetahui,

Dekan

Fakultas Sains dan Teknologi



Ir. Gun Sudiyanto, M.M

NIDN. 06224056501

Ketua

Program Studi Teknik Elektro



Dias Prihatmoko, S.T., M.Eng

NIDN. 0612128302

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya Penulis bisa menyelesaikan laporan skripsi ini tepat pada waktunya. Sholawat serta salam Penulis haturkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing dan membantu dalam proses penulisan laporan skripsi ini khususnya kepada :

1. Ir. Gun Sudiryanto, M.M selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Nahdlatul Ulama.
2. Bapak Dias Prihatmoko, S.T., M.Eng selaku Ka Program Studi Teknik Elektro.
3. Bapak Safrizal, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing satu yang telah memberikan inspirasi dan bimbingan saat dimulainya penelitian sampai dengan pembuatan laporan skripsi.
4. Bapak Zaenal Arifin, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing dua yang telah memberikan arahan dan bimbingan pada saat penyusunan laporan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik elektro yang telah memberikan ilmunya selama proses perkuliahan, sehingga menambah pengetahuan Penulis.
6. Istri dan anak-anak tercinta yang selalu memberikan dukungan dalam suka dan duka.
7. Ibu dan Ayah yang telah memberikan dukungan baik doa dan nasehatnya sehingga laporan skripsi ini bisa terselesaikan.
8. Teman-teman satu angkatan program studi Teknik Elektro Universitas Islam Nahdlatul Ulama (UNISNU) yang telah memberikan dukungannya dalam penyelesaian laporan skripsi ini.
9. Seluruh pihak yang terlibat dan mendukung dalam proses penulisan laporan skripsi ini.

Penulis mohon maaf tentunya dalam proses penulisan laporan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang Teknik Elektro.

Jepara , 26 Februari 2020

Ery Sutikno

ABSTRAK

Judul : OPTIMALISASI PRODUKSI KWH PLTD LEGON BAJAK
MENGUNAKAN WIND TURBINE GENERATOR
MODEL B. VENTUS 250 KW
(STUDI KASUS DI PULAU KARIMUNJAWA)

Penulis : Ery Sutikno

NIM : 161220000093

Prodi : TEKNIK ELEKTRO

Pembimbing I : Safrizal. S.T., M.T

Pembimbing II : Zainal Arifin S.T., M.T

Penguji I : Dias Prihatmoko, S.T., M.eng

Penguji II : Lilik Sulisty, M.Pd

Tanggal Ujian : 26 Februari 2020

Suplai energi listrik harus bisa menjangkau ke seluruh penggunaannya termasuk yang berada di pulau - pulau kecil di Indonesia salah satunya Pulau Karimunjawa. Mulai Tahun 2016 Pulau Karimunjawa disuplai oleh 2 unit Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Legon Bajak dengan kapasitas 2x2,2 MW. Berdasarkan beban puncaknya kebutuhan listrik di Pulau Karimunjawa setiap bulannya dari Januari 2017 sampai dengan Desember 2018 mengalami peningkatan sekitar 3,9% dengan beban puncak per jam sebesar 1.146 kWh. Konsumsi rata-rata bahan bakar PLTD Legon Bajak setiap bulan di tahun 2018 sebesar 194.877 liter/bulan. Semakin tinggi produksi kWh sebuah PLTD maka semakin tinggi juga biaya operasional untuk bahan bakarnya. Selain tingginya harga bahan bakar, hasil pembakaran dari operasional PLTD juga menyebabkan polusi udara. Berdasarkan adanya permasalahan tersebut pada penelitian ini akan menganalisa optimalisasi kWh PLTD Legon Bajak menggunakan wind turbine generator model b.ventus 250 kW sebanyak 3 unit dengan asumsi hanya 50% dari rata-rata beban listrik per bulan tahun 2018 serta untuk menjaga agar suplai listrik tidak melebihi kebutuhan beban listrik di Pulau Karimunjawa. Pulau Karimunjawa memiliki potensi energi angin yang cukup tinggi. Rata-rata kecepatan angin dari tahun 2004 sampai dengan tahun 2015 di beberapa wilayah di Pulau Karimunjawa sebesar 5,7 m/s. Pada penelitian ini akan menghitung analisa teknik dan analisa ekonomi. Pada analisa teknik output daya wind turbine generator dihitung menggunakan metode weibull berdasarkan kecepatan angin dan power curve b.ventus 250 kW sedangkan analisa ekonomi menghitung besarnya biaya penghematan bahan bakar yang bisa dicapai setelah dilakukan perhitungan optimalisasi. Hasil perhitungan menunjukkan output daya 1 unit turbine angin sebesar 990.981 kWh/tahun. Berdasarkan nilai spesifik fuel consumption (SFC) sebesar 0,432 liter/kWh konsumsi bahan bakar selama tahun 2017 sebesar 1.605.453,9 liter/tahun sedangkan untuk tahun 2018 sebesar 2.338.528,1 liter/tahun. Dari suplai listrik 3 unit turbin angin sebesar 2.972.943 kWh/tahun akan menekan konsumsi bahan bakar sebesar 1.284.311,4 liter/tahun dengan biaya penghematan sebesar Rp.15.989.291.338,00. Besarnya optimalisasi kWh PLTD setelah adanya suplai dari 3 unit turbin angin model b.ventus 250 kW pada tahun 2017 sebesar 80 % sedangkan pada tahun 2018 sebesar 54,9%.

Kata kunci : *karimunjawa, pltd, energi baru terbarukan, pltd legon bajak, wind turbine generator.*

ABSTRACT

Electricity supply must be able to reach all users, including those on small islands in Indonesia, one of which is Karimunjawa Island. Starting in 2016 Karimunjawa Island is supplied by 2 units of the Legon Bajak Diesel Power Plant (PLTD) with a capacity of 2x2.2 MW. Based on the peak load electricity demand on Karimunjawa Island every month from January 2017 to December 2018 has increased by around 3.9% with an hourly peak load of 1,146 kWh. The average consumption of PLTD Legon Bajak every month in 2018 is 194,877 liters / month. The higher the kWh production of a PLTD, the higher the operational costs for fuel. In addition to the high price of fuel, combustion results from PLTD operations also cause air pollution. Based on these problems in this study will analyze the optimization of the kWh Legon Bajak PLTD using 3 units of wind turbine generator 250 kW model with the assumption of 50% of the average electricity load per month in 2018 and to keep the electricity supply from exceeding the needs electricity load on karimunjawa island. Karimunjawa Island has quite high wind energy potential. The average wind speed from 2004 to 2015 in several areas on Karimunjawa Island was 5.7 m / s. In this study will calculate technical analysis and economic analysis. In the technical analysis the wind turbine generator power output is calculated using the Weibull method based on wind speed and power curve b.ventus 250 kW while the economic analysis calculates the cost of fuel savings that can be achieved after optimization calculations. The calculation results show the power output of 1 unit of wind turbine is 990,981 kWh / year. Based on the specific value of fuel consumption (SFC) of 0.432 liters / kWh, fuel consumption during 2017 was 1,605,453.9 liters / year while for 2018 it was 2,338,528.1 liters / year. From the 3 wind turbine electricity supply of 2,972,943 kWh / year, it will reduce fuel consumption by 1,284,311.4 liters / year with a saving cost of Rp.15,989,291,338.00. The magnitude of the optimization of the kWh PLTD after the supply of 3 units of wind turbine model b.ventus 250 kW in 2017 was 80% while in 2018 it was 54.9%.

Keywords : karimunjawa, diesel power plant, renewable energy, legon bajak, wind turbine generator.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
1.1 Penelitian Terdahulu	6
1.2 Landasan Teori.....	7
1.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)	7
1.2.2 Sistem Konversi Energi Angin (SKEA)	10
1.2.3 Indonesia Wind Prospecting	11
1.2.4 Metode Weibull.....	13
1.2.5 Potensi Energi Angin Di Pulau Karimunjawa	14
1.2.6 Turbin Angin.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Langkah-langkah Penelitian.....	21

3.1.1 Studi Literatur	22
3.1.2 Pengumpulan Data	22
3.1.3 Pengolahan Data.....	22
3.1.4 Analisa Perhitungan	23
3.1.5 Hasil Analisa	23
3.1.6 Kesimpulan	24
3.2 Jadwal Penelitian.....	24
3.3 Data yang Digunakan.....	24
3.3.1 Data Beban Listrik di Pulau Karimunjawa	24
3.3.2 Lokasi Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB).....	27
3.3.3 Data Kecepatan Angin	29
3.3.4 Data Turbin Angin B.Ventus 250 kW.....	31
3.4 Perhitungan Output Daya Turbin Angin.	33
BAB IV ANALISA DATA DAN HASIL PEMBAHASAN.....	36
4.1 Menghitung Data dari PLTD	36
4.1.1 Menghitung Konsumsi Dan Biaya Bahan Bakar PLTD Tahun 2017 ..	36
4.1.2 Menghitung Konsumsi Dan Biaya Bahan Bakar PLTD Tahun 2018 ..	38
4.2 Menghitung Data Dari PLTB.....	40
4.2.1 Menghitung Frekuensi Kecepatan Angin per Hari	40
4.2.2 Menghitung Frekuensi Kecepatan Angin per Bulan.	42
4.2.3 Menghitung <i>Output Daya</i> Turbin Angin Tiap Hari	44
4.2.4 Menghitung <i>Output Daya</i> Turbin Angin Tiap Bulan.....	46
4.2.5 Menghitung <i>capacity factor</i> Turbin Angin Selama Tahun 2015.	50
4.3 Komparasi Hasil Perhitungan antara Data PLTD dengan PLTB	51
4.3.1 Komparasi Perhitungan data PLTD tahun 2017 dengan data PLTB Tahun 2015	51
4.3.2 Komparasi Perhitungan data PLTD tahun 2018 dengan data PLTB Tahun 2015	54
4.3.3 Komparasi Produksi kWh PLTD Tahun 2017 dan Tahun 2018 dengan Turbin Angin.....	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	60

5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran-saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Diesel Generator</i> PLTD Legon Bajak	8
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Mesin Diesel	9
Gambar 2. 3 Diagram konversi energi pada SKEA	10
Gambar 2. 3 Tampilan Website indonesia.winprospecting.com	12
Gambar 2. 4 Peta Potensi Energi Angin Pulau Karimun Jawa	15
Gambar 2. 5 Kecepatan Angin rata-rata tahun 2004-2005	16
Gambar 2. 6 <i>Horizontal axis wind turbine (HAWT) generator.</i>	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses Penelitian	21
Gambar 3. 2 Lokasi Perkiraan Pembangunan PLTB	28
Gambar 3. 3 PLTB <i>On Grid</i>	28
Gambar 3. 4 Unit turbin angin b.ventus 250 kW	32
Gambar 3. 5 Kurva daya b.ventus 250 kW	33
Gambar 3. 6 Kecepatan Angin rata-rata tahun 2004-2005	34
Gambar 4. 1 Grafik Produksi Kwh dan Konsumsi PLTD Legon Bajak Tahun 2017.....	37
Gambar 4. 2 Grafik Produksi Kwh dan Konsumsi PLTD Legon Bajak Tahun 2018.....	39
Gambar 4. 3 Grafik <i>output daya</i> 1 unit turbin angin per bulan tahun 2015.....	49
Gambar 4. 4 Komparasi suplai Listrik PLTD 2017 dengan Suplai 3Unit WTG 2015.....	52
Gambar 4. 5 Komparasi konsumsi dan biaya bahan bakar PLTD 2017 sebelum dan sesudah suplai dari turbin angin.	54
Gambar 4. 6 Komparasi suplai Listrik PLTD 2018 dengan Suplai 3 Unit WTG 2015.....	56
Gambar 4. 7 Komparasi konsumsi dan biaya bahan bakar PLTD 2018 sebelum dan sesudah suplai dari turbin angin	57
Gambar 4. 8 Komparasi kWh PLTD 2017 dan 2018 dengan WTG	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Kecepatan Angin	14
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	24
Tabel 3. 2 Data beban listrik Pulau Karimunjawa Tahun 2017 (kWh).....	25
Tabel 3. 3 Data beban listrik Pulau Karimunjawa tahun 2018 (kWh)	26
Tabel 3. 4 Data <i>specific fuel consumption</i> (SFC) PLTD Legon Bajak.	27
Tabel 3. 5 Data kecepatan angin rata-rata per tahun (m/s)	29
Tabel 3. 6 Data kecepatan angin rata-rata per bulan (m/s)	30
Tabel 3. 7 Kecepatan angin rata-rata per hari Tahun 2004 - Tahun 2015	30
Tabel 3. 8 Spesifikasi b.ventus 250 kW	32
Tabel 4. 1 Konsumsi dan biaya bahan bakar PLTD Legon Bajak 2017	36
Tabel 4. 2 Konsumsi dan biaya bahan bakar PLTD Legon Bajak 2018	38
Tabel 4. 3 Frekuensi Kemunculan Kecepatan Angin tanggal 1 Januari 2015	42
Tabel 4. 4 Frekuensi Kecepatan Angin Pada Bulan Januari Tahun 2015.	43
Tabel 4. 5 Output daya turbin angin tanggal 1 Januari 2015	45
Tabel 4. 6 <i>Output</i> daya turbin angin pada bulan januari 2015	47
Tabel 4. 7 <i>Output</i> Daya Turbin Angin Tiap Bulan Pada Tahun 2015	49
Tabel 4. 8 Komparasi Data PLTD Tahun 2017 dengan output daya PLTB Tahun 2015.....	51
Tabel 4. 9 Estimasi Penghematan PLTD Tahun 2017	53
Tabel 4. 10 Komparasi Data PLTD Tahun 2018 dengan output daya PLTB Tahun 2015.....	55
Tabel 4. 11 Estimasi Penghematan PLTD Tahun 2018	56
Tabel 4. 12 Komparasi kWh PLTD 2017 dan 2018 dengan Turbin Angin	58

DAFTAR LAMPIRAN

Data kecepatan angin per bulan tahun 2015	63
Output daya turbin angin per bulan tahun 2015.....	75
Produksi kWh PLTD Tahun 2017	87
Produksi kWh PLTD Tahun 2018	89