

**ANALISA PERBANDINGAN MODEL-MODEL
TURBIN ANGIN SKALA MENENGAH
(STUDI KASUS PULAU KARIMUNJAWA JEPARA)**

SKRIPSI

Diajukan dalam Rangka Penyelesaian Studi Strata 1
untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Elektro



Disusun Oleh :

Doni

161220000091

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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Doni
N.I.M : 161220000091
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Analisa Perbandingan Model-model Turbin Angin
Skala Menengah (Studi Kasus Pulau Karimunjawa
Jepara)

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan laporan penelitian yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan laporan penelitian ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara..

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jepara, 12 Februari 2020



HALAMAN PERSETUJUAN

Penelitian dengan judul :

**Analisa Perbandingan Model-Model Turbin Angin Skala Menengah
(Studi Kasus Pulau Karimunjawa Jepara)**

Disusun Oleh:

Doni

16122000091

Telah dilakukan pembimbingan dan diakui layak untuk mengikuti ujian laporan skripsi pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara.

Jepara, 12 Februari 2020

Mengetahui,

Pembimbing 1


Safrizal. S. T..M. T
NIDN. 0627127504

Pembimbing 2


Zaenal Arifin. S. T..M. T
NIDN. 0621068901

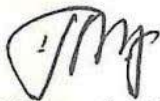
HALAMAN PENGESAHAN

Penelitian dengan judul :
**Analisa Perbandingan Model-Model Turbin Angin Skala Menengah
(Studi Kasus Pulau Karimunjawa Jepara)**

Disusun Oleh:
Doni
16122000091

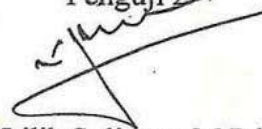
Telah diujikan dan dinyatakan lulus ujian laporan skripsi pada tanggal 26 Februari 2020 oleh tim penguji Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara.

Penguji 1



Dias Prihatmoko, S.T, M.Eng
NIDN. 0612128302

Penguji 2



Lilik Sulisty, M.Pd.
NIDN. 0627056003

Pembimbing 1



Safrizal. S. T.,M. T
NIDN. 0627127504

Pembimbing 2



Zaenal Arifin. S. T.,M. T
NIDN. 0621068901

Mengetahui,



Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

H. Gun Sadiryanto. M. M
NIDN. 06224056501

Ka Program Studi Teknik Elektro



Dias Prihatmoko, S.T, M.Eng
NIDN. 0612128302

ABSTRAK

Bertambahnya penduduk Indonesia akan meningkatkan kebutuhan sumber energi listrik dan semakin terbatasnya energi fosil sebagai Pembangkit Listrik di Indonesia yang menjadi salah satu alasan Sumber Daya Energi terbarukan perlu dimanfaatkan semaksimal mungkin. Salah satu Sumber Daya Energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan adalah Sumber Energi Angin. Studi dan Analisa potensi angin diawali dengan pengumpulan dan pengolahan data potensi kecepatan angin diperoleh dari *Indonesia Wind Prosecting* dengan *Latitude* -5.782 dan *Longitude* 110.469 pada lokasi di pulau Karimunjawa dengan minimum potensi kecepatan angin 0 m/s, maximum potensi kecepatan angin 12 m/s dan rata-rata kecepatan angin 5,7 m/s. Parameter yang mempengaruhi nilai *Capacity Factor* antara lain power output yang dihasilkan Turbin Angin sesuai spesifikasi dan pada ketinggian 50 meter. Adapun Turbin Angin yang digunakan dalam penelitian ini adalah Turbin Angin skala menengah dengan enam model Turbin angin yaitu *Nordtank NTK 150kW*, *Nordex N27/150kW*, *Nordex N27/250kW*, *b.ventus 250kW*, *Enercon E30- 300kW* dan *Enercon E33/ 300kW*. Berdasarkan analisis yang dilakukan di pulau Karimunjawa dengan membandingkan model turbin angin diatas maka didapatkan hasil bahwa model turbin angin *b.ventuz* dengan kapasitas daya 250 kW yang tepat untuk digunakan pada lokasi tersebut dengan rata-rata energi total yang dihasilkan adalah sebesar 798.782 KWh dan nilai *Capacity Factor* rata-rata 37% dari data yang diambil selama 12 tahun dari tahun 2004 – tahun 2015.

Kata kunci : *Potensi Angin, Turbin Angin, Capacity Factor.*

ABSTRACT

The increasing population of Indonesia will further increase the need for electrical energy sources and the increasingly limited fossil energy as a Power Plant in Indonesia which is one of the reasons why renewable energy resources need to be utilized as much as possible. One of the Renewable Energy Resources that can be utilized is Wind Energy Source. Study and analysis of wind potential begins by collecting and processing data on wind speed potential obtained from Wind Prosection with Latitude -5.782 and Longitude 110.469 at locations on Karimunjawa Island with minimum wind potential of 0 m / s, maximum potential wind speed of 11 m / s and average - average wind speed of 5 m / s. Parameters that increase the value of the Capacity Factor among other power outputs produced by Wind Turbines according to specifications and at an altitude of 50 meters. The wind turbines used in this study are medium scale wind turbines with six wind turbine models, namely Nordtank NTK 150kW, Nordex N27 / 150kW, Nordex N27 / 250kW, b.ventus 250kW, Enercon E30-300kW and Enercon E33 / 300kW. Based on the analysis conducted on the island of Karimunjawa by comparing the wind turbine model above, the results show that the b.ventuz wind turbine model with a 250 kW power capacity is appropriate for use at that location with the average total energy produced is 798,782 KWh and the value of Capacity Factor averaged 37% of data taken over 12 years from 2004 - 2015.

Keywords : *Wind Potential, Wind Turbin, Capacity Factor.*

KATA PENGANTAR

Segala puji kepada Allah Subhanallah Wata'ala, yang telah melimpahkan kasih dan rahmatnya sehingga saya dapat menyelesaikan proposal penelitian “Analisa Perbandingan Model-model Turbin Angin Skala Menengah (Studi Kasus Pulau Karimunjawa Jepara) “ dengan baik.

Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya hingga pada umatnya sampai akhir zaman.

Proposal penelitian ini diajukan guna meneliti tentang Analisa Perbandingan Model-model Turbin Angin Skala Menengah Di Pulau Karimunjawa Jepara, sehingga turbin angin nantinya dapat dipakai sebagai sumber tenaga listrik yang ada di pulau Karimunjawa. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penelitian ini khususnya kepada :

1. Ir. Gun Sudiryanto, M.M selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara.
2. Dias Prihatmoko, S.T, M.Eng selaku Ka Program Studi Teknik Elektro yang telah memberi masukan dan motivasi kepada penulis.
3. Safrizal. S. T, M.T selaku dosen pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, saran, masukan dan motivasi kepada penulis.
4. Zaenal Arifin, S.T, M.T selaku dosen pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, saran, masukan, dan motivasi kepada penulis.
5. Seluruh Dosen, Staff dan karyawan Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu dan membantu selama berkuliah di Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara.
6. Orang tua, Kakak dan Adik yang senantiasa mendukung dan membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

7. Sahabat dan Teman-teman teknik elektro yang memberikan bantuan dan dukungan dalam pembuatan skripsi ini.

Meskipun saya sangat berharap agar proposal skripsi ini tidak memiliki kekurangan, tetapi saya menyadari bahwa pengetahuan saya sangatlah terbatas, sehingga saya tetap mengharapkan masukan serta kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk proposal skripsi ini demi terlaksananya penelitian dengan baik, sehingga tujuan diadakannya penelitian ini juga bisa tercapai.

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PERNYATAAN | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT..... | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penulisan | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 6 |
| 2.1 Penelitian Terdahulu..... | 6 |
| 2.2 Landasan Teori | 9 |
| 2.2.1 Konversi Energi Angin | 10 |
| 2.2.2 Statistik Pengolahan Data <i>Time-Series</i> Kecepatan dan Arah Angin | 12 |
| 2.2.3 Pengaruh Kecepatan Angin..... | 13 |

| | | |
|--------------------------------|---|----|
| 2.2.4 | Turbin Angin..... | 13 |
| 2.2.5 | Model –Model Turbin Angin..... | 20 |
| 2.2.6 | Sistem Kelistrikan Pembangkit Listrik Tenaga Angin..... | 27 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | | 31 |
| 3.1 | Langkah-langkah Penelitian..... | 31 |
| 3.3.1 | Studi Literatur..... | 32 |
| 3.3.2 | Pengumpulan Data..... | 32 |
| 3.3.3 | Pengolahan Data..... | 32 |
| 3.3.4 | Analisa Data..... | 32 |
| 3.3.5 | Hasil Analisa..... | 32 |
| 3.3.6 | Kesimpulan..... | 32 |
| 3.2 | Jadwal Penelitian..... | 33 |
| 3.3 | Data Potensi Kecepatan Angin..... | 33 |
| 3.4 | Data Turbin Angin..... | 34 |
| 3.5 | Data Beban Pulau Karimunjawa..... | 40 |
| BAB IV PEMBAHASAN..... | | 42 |
| 4.1 | Perbandingan Turbin Angin..... | 42 |
| 4.2 | Pemilihan Turbin Angin..... | 62 |
| BAB V PENUTUP..... | | 72 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 72 |
| 5.2 | Saran..... | 72 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 73 |
| LAMPIRAN..... | | 74 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2. 1 Diagram Konversi Energi Angin..... | 10 |
| Gambar 2. 2 Jenis Turbin Angin | 13 |
| Gambar 2. 3 Sketsa Turbin Angin | 15 |
| Gambar 2. 4 Sistem PLTB kecepatan konstan (<i>fixed-speed</i>)..... | 27 |
| Gambar 2. 5 Sistem PLTB kecepatan berubah (<i>Variabel-speed</i>) rotor belitan..... | 28 |
| Gambar 2.6 Sistem PLTB kecepatan berubah (<i>variable-speed back to back converter</i>) | 28 |
| Gambar 2. 7 Sistem PLTB kecepatan berubah (<i>variable-speed</i>) (rotor sangkar) . | 29 |
| Gambar 2. 8 Sistem PLTB kecepatan berubah (<i>variable-speed</i>)..... | 29 |
| Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian..... | 31 |
| Gambar 3. 2 Grafik <i>Power Curve</i> Turbin Angin Nordtank NTK 150 kW | 37 |
| Gambar 3. 3 Grafik <i>Power Curve</i> Turbin Angin Nordex N27/150 kW..... | 38 |
| Gambar 3. 4 Grafik <i>Power Curve</i> Turbin Angin Nordex N27/250 kW..... | 38 |
| Gambar 3. 5 Grafik <i>Power Curve</i> Turbin Angin <i>b.ventus</i> 250 kW | 39 |
| Gambar 3. 6 Grafik <i>Power Curve</i> Turbin Angin Enercon E30/300 kW | 39 |
| Gambar 3. 7 Grafik <i>Power Curve</i> Turbin Angin Enercon E30/300 kW | 40 |
| Gambar 4. 1 Grafik Turbin Angin Nordtank NTK 150 kW..... | 43 |
| Gambar 4. 2 Grafik Turbin Angin Nordex N27/150 kW..... | 45 |
| Gambar 4. 3 Grafik Turbin Angin Nordex N27/250 kW..... | 46 |
| Gambar 4. 4 Grafik Turbin Angin <i>b.Ventuz</i> 250 kW..... | 48 |
| Gambar 4. 5 Grafik Turbin Angin Enercon E30/300 kW | 49 |
| Gambar 4. 6 Grafik Turbin Angin Enercon E33/300 kW | 51 |
| Gambar 4. 7 Grafik Data kWh Bruto Turbin Angin (KWh)..... | 52 |
| Gambar 4. 8 Grafik Turbin Angin Nordtank NTK 150 kW..... | 54 |
| Gambar 4. 9 Grafik Turbin Angin Nordex N27/150 kW..... | 55 |
| Gambar 4. 10 Grafik Turbin Angin Nordex N27/250 kW..... | 56 |
| Gambar 4. 11 Grafik Turbin Angin <i>b. Ventuz</i> 250 kW | 57 |
| Gambar 4. 12 Grafik Turbin Angin Enercon E30/300 kW | 59 |
| Gambar 4. 13 Grafik Turbin Angin Enercon E33/300 kW | 60 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4. 14 Grafik Energi Maximal Output Turbin Angin (KWh)..... | 61 |
| Gambar 4. 15 Grafik Turbin Angin <i>Nordtank NTK 150 kW</i> | 63 |
| Gambar 4. 16 Grafik Turbin Angin <i>Nordex N27/150 kW</i> | 64 |
| Gambar 4. 17 Grafik Turbin Angin <i>Nordex N27/250 kW</i> | 65 |
| Gambar 4. 18 Grafik Turbin Angin <i>b. Ventuz 250 kW</i> | 66 |
| Gambar 4. 19 Grafik Turbin Angin <i>Enercon E30/300 kW</i> | 68 |
| Gambar 4. 20 Grafik Turbin Angin <i>Enercon E33/300 kW</i> | 69 |
| Gambar 4. 21 Grafik <i>Capacity Factor</i> Turbin Angin | 70 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Daya dan Kecepatan Angin Rated | 6 |
| Tabel 2. 2 Daya pada 5,2 m/s | 7 |
| Tabel 2. 3 Data Angin pada tahun 2011 | 7 |
| Tabel 2. 4 Data <i>Capacity Factor</i> | 8 |
| Tabel 2. 5 Data Hasil Pengujian Turbin Angin | 9 |
| Tabel 2. 6 Spesifikasi Turbin Angin <i>Nordtank NTK 150 kW</i> | 20 |
| Tabel 2. 7 Spesifikasi Turbin Angin <i>Nordex N27/150 kW</i> | 21 |
| Tabel 2. 8 Spesifikasi Turbin Angin <i>Nordex N27/250 kW</i> | 22 |
| Tabel 2. 9 Spesifikasi Turbin Angin <i>b. Ventus 250 kW</i> | 23 |
| Tabel 2. 10 Spesifikasi Turbin Angin <i>Enercon E33/300 kW</i> | 25 |
| Tabel 2. 11 Spesifikasi Turbin Angin <i>Enercon E30/300 kW</i> | 26 |
| Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian | 33 |
| Tabel 3. 2 Potensi Kecepatan Angin Tahun 2015 | 33 |
| Tabel 3. 3 Spesifikasi model-model Turbin Angin | 35 |
| Tabel 3. 4 Data <i>Power Curve</i> Turbin Angin | 36 |
| Tabel 3. 5 Data Beban Pulau Karimunjawa 2018 | 40 |
| Tabel 4. 1 Turbin Angin <i>Nordtank NTK 150 kW</i> | 42 |
| Tabel 4. 2 Turbin Angin <i>Nordex N27/150 kW</i> | 44 |
| Tabel 4. 3 Turbin Angin <i>Nordex N27/250 kW</i> | 45 |
| Tabel 4. 4 Turbin Angin <i>b. Ventuz 250 kW</i> | 47 |
| Tabel 4. 5 Turbin Angin <i>Enercon E30/300 kW</i> | 48 |
| Tabel 4. 6 Turbin Angin <i>Enercon E33/300 kW</i> | 50 |
| Tabel 4. 7 Data kWh Bruto Turbin Angin (KWh) | 51 |
| Tabel 4. 8 Turbin Angin <i>Nordtank NTK 150 kW</i> | 53 |
| Tabel 4. 9 Turbin Angin <i>Nordex N27/150 kW</i> | 54 |
| Tabel 4. 10 Turbin Angin <i>Nordex N27/250 kW</i> | 55 |
| Tabel 4. 11 Turbin Angin <i>b. Ventuz 250 kW</i> | 57 |
| Tabel 4. 12 Turbin Angin <i>Enercon E30/300 kW</i> | 58 |
| Tabel 4. 13 Turbin Angin <i>Enercon E33/300 kW</i> | 59 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4. 14 Data Energi Maximal Output Turbin Angin (KWh)..... | 60 |
| Tabel 4. 15 Turbin Angin <i>Nordtank NTK 150 kW</i> | 62 |
| Tabel 4. 16 Turbin Angin <i>Nordex N27/150 kW</i> | 63 |
| Tabel 4. 17 Turbin Angin <i>Nordex N27/250 kW</i> | 64 |
| Tabel 4. 18 Turbin Angin <i>b. Ventuz 250 kW</i> | 66 |
| Tabel 4. 19 Turbin Angin <i>Enercon E30/300 kW</i> | 67 |
| Tabel 4. 20 Turbin Angin <i>Enercon E33/300 kW</i> | 68 |
| Tabel 4. 21 Data <i>Capacity Factor</i> Turbin Angin..... | 69 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1. Data Perbandingan Turbin Angin Tahun 2004..... | 74 |
| Lampiran 2. Data Perbandingan Turbin Angin Tahun 2005..... | 76 |
| Lampiran 3. Data Perbandingan Turbin Angin Tahun 2006..... | 78 |
| Lampiran 4. Data Perbandingan Turbin Angin Tahun 2007..... | 80 |
| Lampiran 5. Data Perbandingan Turbin Angin Tahun 2008..... | 82 |
| Lampiran 6. Data Perbandingan Turbin Angin Tahun 2009..... | 84 |
| Lampiran 7. Data Perbandingan Turbin Angin Tahun 2010..... | 86 |
| Lampiran 8. Data Perbandingan Turbin Angin Tahun 2011..... | 88 |
| Lampiran 9. Data Perbandingan Turbin Angin Tahun 2012..... | 90 |
| Lampiran 10. Data Perbandingan Turbin Angin Tahun 2013..... | 92 |
| Lampiran 11. Data Perbandingan Turbin Angin Tahun 2014..... | 94 |
| Lampiran 12. Data Perbandingan Turbin Angin Tahun 2015..... | 96 |