

**KAJIAN POTENSI TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL
MENGUNAKAN METODE SIMPANGAN BAKU
DISTRIBUSI WEIBULL**

SKRIPSI

Program Studi Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro

Oleh:

DIMAS MUHAMMAD FAUZAN

NIM. D1021211049



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025**

**KAJIAN POTENSI TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL
MENGUNAKAN METODE SIMPANGAN BAKU
DISTRIBUSI WEIBULL**

SKRIPSI

Program Studi Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro

Skripsi Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Bidang Teknik Elektro

Oleh:

DIMAS MUHAMMAD FAUZAN

NIM. D1021211049



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025**

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dimas Muhammad Fauzan

NIM : D1021211049

menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul “ Kajian Potensi Turbin Angin Sumbu Horizontal Menggunakan Metode Simpangan Baku Distribusi Weibull” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana/magister di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atas diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Rujukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 11 September 2025



Dimas Muhammad Fauzan
NIM D1021211049



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon: (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email: ft@untan.ac.id Website: http://teknik.untan.ac.id

SURAT KETERANGAN SELESAI PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping pada penulisan skripsi yang berjudul **“Kajian Potensi Turbin Angin Sumbu Horizontal Menggunakan Metode Simpangan Baku Distribusi Weibull”** yang ditulis oleh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Nama : Dimas Muhammad Fauzan
NIM : D1021211049
Jurusan : Teknik
Prodi : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Tenaga Listrik

Demikian ini menerangkan bahwa mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penulisan skripsinya.

Pembimbing Utama

Yandri, S.T., M.T.
NIP. 196903291999031001

Pontianak, 11 September 2025
Pembimbing Pendamping

Ir. Ayong Hiendro, S.T., M.T., IPM.
NIP. 196911011997021001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

KAJIAN POTENSI TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL
MENGUNAKAN METODE SIMPANGAN BAKU DISTRIBUSI WEIBULL

Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Sarjana Teknik Elektro

Oleh:

Dimas Muhammad Fauzan
NIM D1021211049

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada 11 September 2025
dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama : Yandri, S.T., M.T.
NIP. 196903291999031001

Dosen Pembimbing Kedua : Ir. Ayong Hiendro, S.T., M.T., IPM.
NIP. 196911011997021001

Dosen Penguji Utama : Prof. Dr. Eng. Ir. M. Ismail Yusuf, M.T.
NIP. 196503181991031011

Dosen Penguji Kedua : Ir. Kho Hie Khwee, M.T., IPM
NIP. 196505261992021001

Pontianak, 11 september 2025
Pembimbing Utama



Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Yandri, S.T., M.T.
NIP. 196903291999031001

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal penelitian tugas akhir, yang berjudul **“KAJIAN POTENSI TURBIN ANGIN SUMBU HORIZONTAL MENGGUNAKAN METODE SIMPANGAN BAKU DISTRIBUSI WEIBULL”**.

Proposal penelitian ini disusun berdasarkan sebagai persyaratan akademis yang harus dilaksanakan setiap mahasiswa di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Dalam penyusunan proposal penelitian ini penulis telah banyak mendapatkan dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih sebesar – besarnya kepada:

1. Orang Tua serta Keluarga Besar penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa selama ini.
2. Bapak Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Prof. Dr. - Ing. Seno Darmawan Panjaitan, S.T., M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
4. Bapak Elang Derdian Marindani, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
5. Bapak Yandri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama
6. Bapak Ayong Hiendro, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Pembimbing Pendamping
7. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Ismail Yusuf, M.T. selaku Dosen Penguji Utama
8. Bapak Ir. Kho Hie Khwee, M.T., IPM. selaku Dosen Penguji Pendamping.
9. Seluruh Dosen di lingkungan Jurusan Teknik Elektro Universitas Tanjungpura yang telah memberi ilmu pengetahuan.
10. Seluruh staff Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
11. Teman-teman dan Semua pihak yang telah memberikan bantuan selama penyusunan Proposal Penelitian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan pada proposal tugas akhir ini. Akhir kata, penulis berharap proposal tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 11 September 2025

Penulis,

Dimas Muhammad Fauzan

NIM. D1021211049

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi energi angin di wilayah Kalimantan Barat dengan memanfaatkan data kecepatan angin tahunan yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Supadio Pontianak selama periode 1 Januari hingga 31 Desember 2024. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode simpangan baku pada distribusi Weibull untuk menentukan parameter bentuk (k) dan parameter skala (c), yang selanjutnya digunakan dalam perhitungan estimasi potensi energi listrik tahunan dari turbin angin. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data sekunder, pengolahan data kecepatan angin, perhitungan nilai rata-rata dan simpangan baku, penentuan parameter Weibull, validasi model menggunakan indeks kesesuaian Mean Absolute Error (MAE), serta estimasi energi tahunan berdasarkan kurva daya turbin. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kecepatan angin rata-rata di lokasi penelitian adalah sebesar 5,11 knot (2,63 m/s) dengan simpangan baku 2,96 knot, menghasilkan nilai $k = 1,8182$ dan $c = 5,7726$ knot. Model distribusi Weibull yang dibangun memiliki kecocokan yang baik terhadap data pengukuran, dengan nilai MAE sebesar 0,06666. Turbin Aeolos- H 3 kW dipilih sebagai objek studi karena spesifikasi teknisnya sesuai dengan profil kecepatan angin setempat, antara lain kecepatan cut-in 3 m/s, kemampuan operasi hingga kecepatan 25 m/s, dan performa optimal pada kisaran 3–9 m/s. Berdasarkan analisis, potensi energi listrik tahunan yang dapat dihasilkan turbin tersebut di lokasi penelitian mencapai 261,890 kWh. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun wilayah penelitian memiliki karakteristik angin lemah hingga sedang, penggunaan turbin angin dengan spesifikasi yang tepat tetap mampu menghasilkan energi listrik yang signifikan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pemilihan teknologi pembangkit listrik tenaga angin yang sesuai untuk daerah berkecepatan angin rendah hingga sedang, serta mendukung pengembangan energi terbarukan skala kecil di Indonesia.

Kata kunci: Energi angin, Distribusi Weibull, Metode simpangan baku, Energi terbarukan,

ABSTRACT

This research aims to analyze the wind energy potential in West Kalimantan by utilizing annual wind speed data obtained from the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG) Supadio Pontianak for the period from January 1 to December 31, 2024. The analysis was carried out using the standard deviation method applied to the Weibull distribution to determine the shape parameter (k) and scale parameter (c), which were then used to estimate the annual electrical energy output of a wind turbine. The research stages included the collection of secondary data, wind speed data processing, calculation of mean and standard deviation values, determination of Weibull parameters, model validation using the Mean Absolute Error (MAE) goodness-of-fit index, and estimation of annual energy production based on the turbine's power curve. The results show that the average wind speed at the study site is 5.11 knots (2.63 m/s) with a standard deviation of 2.96 knots, producing $k = 1.8182$ and $c = 5.7726$ knot. The developed Weibull distribution model demonstrates good agreement with the measured data, yielding an MAE value of 0.06666. The Aeolos- H 3 kW wind turbine was selected as the case study object due to its technical specifications that align with the local wind speed profile, including a 3 m/s cut-in speed, operational capability up to 25 m/s, and optimal performance in the 3–9 m/s range. Based on the analysis, the estimated annual electrical energy output of the turbine at the study location is 261,890 kWh. These findings indicate that, although the study area is characterized by low to moderate wind speeds, the use of a properly specified wind turbine can still produce significant electrical energy. The results are expected to serve as a reference in selecting appropriate wind power generation technology for low- to moderate-wind-speed regions and to support the development of small-scale renewable energy in Indonesia.

Keywords: Wind energy, Weibull distribution, Standard deviation method, Renewable energy.

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
GLOSARIUM.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAU PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terkait.....	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Angin	5
2.3 Estimasi Produksi Energi Listrik.....	9
2.4 Distribusi <i>Weibull</i>	10
2.5 Metode Simpangan Baku.....	10
2.6 Indeks Kesesuaian	11
2.7 Kurva Daya Turbin Angin	12
2.8 Penentuan Energi Tahunan	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1. Lokasi Penelitian	14
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian.....	14
3.3 Metode Penelitian	14
3.4 Data Penelitian.....	15
3.5 Prosedur Penelitian	15
3.6 Analisis Hasil.....	15
3.7 Diagram Alir Penelitian	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1 Data kecepatan Angin.....	17
4.2 Menentukan Parameter Weibull.....	20
4.3 Menghitung Distribusi Weibull	21
4.4 Sampel Data Yang Digunakan	25
4.5 Penentuan Energi Tahunan Turbin Angin.....	26
4.6 Analisis Hasil.....	28
BAB V PENUTUP.....	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.1 Saran	30
DAFTAR RUJUKAN	31

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal	6
Gambar 2.2 Bagian-Bagian Turbin Angin	7
Gambar 2.3 Jenis Tower.....	7
Gambar 2.4 Susunan Gear Box.....	9
Gambar 2.5 Kurva Daya Turbin Angin.....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	16
Gambar 4.1 Data Pengukuran Frekuensi Kecepatan Angin BMKG Supadio.....	17
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Distribusi Kumulatif	23
Gambar 4.3 Kurva Daya Turbin Angin.....	26
Gambar 4.4 Kurva Durasi Kecepatan Angin.....	25
Gambar 4.5 Energi Listrik Tahunan Turbin Angin	27

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Jumlah Frekuensi Kecepatan Angin Pengukuran Bmkg Supadio	18
Tabel 4.2 Data Probabilitas Kecepatan Angin Pengukuran BMKG.....	19
Tabel 4.3 Data Probabilitas Dan Distribusi Kumulatif Kecepatan Angin Pengukuran BMKG	19
Tabel 4.4 Data Perhitungan Distribusi Kumulatif.....	21
Tabel 4.5 Perbandingan Distribusi Kumulatif Pengukuran Bmkg Dan Metode Simpangan Baku.....	22

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	DATA KECEPATAN ANGIN.....	A-1
LAMPIRAN B	DATA TURBIN ANGIN.....	B-1

GLOSARIUM

<i>Cut-in Speed</i>	Kecepatan angin minimum pada saat turbin angin mulai menghasilkan daya listrik.
<i>Cut-out Speed</i>	Kecepatan angin maksimum pada saat turbin angin secara otomatis berhenti beroperasi untuk menghindari kerusakan.
Distribusi Weibull	Distribusi probabilitas yang digunakan untuk memodelkan variasi kecepatan angin berdasarkan dua parameter: bentuk (k) dan skala (c).
Energi Terbarukan	Energi yang bersumber dari proses alam yang dapat diperbarui secara berkelanjutan, seperti angin, air, dan surya.
Kurva Daya Turbin	Grafik yang menunjukkan hubungan antara kecepatan angin dan daya listrik yang dihasilkan oleh turbin.
MAE (<i>Mean Absolute Error</i>)	Indeks statistik yang mengukur rata-rata selisih absolut antara nilai pengamatan dan nilai prediksi model.
Metode Simpangan Baku	Metode perhitungan parameter distribusi Weibull berdasarkan nilai rata-rata dan simpangan baku data kecepatan angin.
Parameter Bentuk (k)	Parameter pada distribusi Weibull yang menggambarkan karakteristik pola sebaran kecepatan angin.
Parameter Skala (c)	Parameter pada distribusi Weibull yang berkaitan dengan tingkat kecepatan angin karakteristik di lokasi tertentu.
Turbin Angin Sumbu Horizontal (HAWT)	Jenis turbin angin dengan poros rotor sejajar dengan arah angin.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini energi yang banyak digunakan oleh manusia berasal dari energi fosil, seperti gas alam, minyak bumi, dan batu bara yang merupakan sumber energi tidak terbarukan, hal ini disebabkan oleh waktu yang lama untuk proses dekomposisi. Populasi manusia yang meningkat seiring waktu membuat penggunaan bahan bakar fosil meningkat pula, apabila hal ini terus menerus dibiarkan akan menimbulkan krisis energi. Untuk itu Langkah yang dapat ditempuh adalah dengan menggunakan energi baru terbarukan.yang potensinya cukup besar di Indonesia[1].

Energi baru terbarukan sendiri merupakan energi yang ketersediaanya melimpah di alam dan dapat diperbarui serta dimanfaatkan secara berkelanjutan [2].Semenjak ditekannya peraturan presiden no.112 tahun 2022 tentang percepatan pengembangan energi baru terbarukan untuk penyediaan tenaga listrik [3], membuat transisi dari pembangkit listrik yang menggunakan sumber bahan bakar fosil ke sumber energi baru terbarukan lebih digalakkan . Di Indonesia sendiri terdapat banyak sumber energi baru terbarukan di Indonesia misalnya *hydro*, surya, gelombang laut, *biomassa*, *biogass*, panas bumi, air, dan juga angin [4], Yang hasilnya dapat kita rasakan terus - menerus tanpa harus merusak lingkungan.

Pembangkit Listrik Tenaga Angin telah menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang semakin populer dalam rangka mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang tidak ramah lingkungan [2]. Pembangkit Listrik Tenaga Angin memanfaatkan energi kinetik angin untuk menghasilkan listrik, dan salah satu faktor yang mempengaruhi kinerjanya adalah kecepatan angin. Transformasi menjadi energi listrik dilakukan dengan cara mengubah energi angin menjadi putaran mekanis mesin dan kemudian memutar suatu alat yang diperlukan pemanfaatannya. Siklus perubahan ini disebut transformasi energi angin, sedangkan peralatan untuk mengubahnya menjadi energi disebut kincir angin atau turbin angin [5].

Kecepatan angin sifatnya berfluktuasi setiap saat sehingga untuk memperoleh jumlah energi yang dikandung oleh angin perlu pengolahan data kecepatan angin yang dilakukan dengan menggunakan pengetahuan statistik[6]. Distribusi Weibull sering digunakan sebagai pendekatan distribusi kecepatan angin dan merupakan analisis statistik yang paling cocok dengan data eksperimental[7].

Berdasarkan hal – hal yang telah dipaparkan, dapat dilakukan penelitian terkait potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin di Indonesia khususnya daerah Kalimantan Barat. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk menentukan turbin angin yang cocok serta menghitung besar energi yang dihasilkan turbin angin selama satu tahun dan melihat karakteristik kecepatan angin menggunakan metode simpangan baku distribusi weibull.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik kecepatan angin di lokasi penelitian?
2. Berapa besar energi yang dihasilkan turbin angin dalam satu tahun?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan masalah yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Menghitung besar potensi energi yang dihasilkan turbin dalam satu tahun.
2. Menganalisis karakteristik kecepatan angin berdasarkan data di lokasi penelitian.

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Menggunakan pendekatan distribusi *Weibull* dengan metode simpangan baku untuk menentukan nilai k dan c .
2. Menggunakan data dari BMKG Supadio untuk mengetahui kecepatan angin dalam setahun dan juga data spesifikasi turbin yang terdapat di pasaran.
3. Analisis daya listrik yang dihasilkan bersifat teoritis, berdasarkan model matematis.
4. Tidak membandingkan pendekatan distribusi yang lain dalam menentukan parameter k dan c .

1.5 Sistematika Penulisan

Agar penulisan ini dapat tersusun secara teratur, maka sistematika dari penulisan ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang Latar Belakang, Perumusan Masalah, Pembatasan Masalah, Tujuan Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang daftar kajian terdahulu dan juga teori dasar tentang Pembangkit Listrik Tenaga Angin dan juga pengertian tentang statistik *Weibull*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bagian ini akan dibahas perencanaan dari penelitian yang akan dibahas, dimulai dari waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, metode penelitian, data untuk penelitian, prosedur penelitian dan flowchart untuk penelitian tersebut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menampilkan dan menganalisis data yang diperoleh dari hasil pengukuran kecepatan angin selama satu tahun serta menghitung propabilitas energi yang dihasilkan dalam satu tahun dengan kurva turbin yang berbeda.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan permasalahan dan saran-saran untuk Perancang dalam menentukan spesifikasi turbin angin yang digunakan.