

**POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) PADA  
KECEPATAN ANGIN RENDAH UNTUK PENGGUNAAN DI  
DAERAH PERKOTAAN DENGAN STUDI KASUS DI  
PT. SYSTECH DATA INTEGRASI DI JAKARTA**

**TESIS**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Magister Teknik  
(M.T.) Pada Program Studi Magister Teknik Elektro Program Pascasarjana  
Universitas Kristen Indonesia

**Oleh:**

**DENNY BOESRONY  
1905190006**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA  
JAKARTA  
2023**



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

---

Saya yang bertanda tangan di bawah ini dengan;

Nama : Denny Boesrony  
NIM : 1905190006  
Program Studi : Magister Teknik Elektro  
Fakultas : Program Pascasarjana

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul “POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BAYU (PLTB) PADA KECEPATAN ANGIN RENDAH UNTUK PENGGUNAAN DI DAERAH PERKOTAAN DENGAN STUDI KASUS DI PT. SYSTECH DATA INTEGRASI DI JAKARTA” adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 1 Juli 2023



Denny Boesrony



**PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TESIS**

**“Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) pada Kecepatan Angin Rendah untuk penggunaan di Daerah Perkotaan dengan Studi kasus di PT. Systech Data Integrasi di Jakarta”**

Oleh:

Nama : Denny Boesrony  
NIM : 1905190006  
Program Studi : Magister Teknik Elektro

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tesis guna mencapai gelar Strata Dua / pada program studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Pascasarjana, Universitas Kristen Indonesia

Jakarta, 1 Juli 2023

Pembimbing I

Pembimbing 2

**(Drs. Leonard Lisapaly, M.Si, Ph.D)**

**(Dr. Togar Harapan Pangaribuan, MT)**

Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro

Direktur Program Pasca Sarjana

**(Drs. Leonard Lisapaly, M.Si, Ph.D)**

**(Prof. Dr. dr. Bernadetha Nadeak, M.Pd.,PA)**






PERSETUJUAN TIM PENGUJI TESIS

Pada hari Sabtu, tanggal 1 Juli 2023 telah diselenggarakan Sidang Tesis untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Dua pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Program Pasca Sarjana, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Denny Boesrony  
NIM : 1905190006  
Program Studi : Magister Teknik Elektro  
Fakultas : Program Pasca Sarjana

termasuk ujian Tesis yang berjudul "Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) pada Kecepatan Angin Rendah untuk penggunaan di Daerah Perkotaan dengan Studi kasus di PT. Systech Data Integrasi di Jakarta" oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Drs. Leonard Lisapaly, M.Si, Ph.D	Dosen Pembimbing 1	 .....
2. Dr. Togar Harapan Pangaribuan, MT	Dosen Pembimbing 2	 .....
3. Dr. Rismen Sinambela, ST, MT	Dosen Penguji	 .....

Jakarta, 1 Juli 2023



## UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA PROGRAM PASCASARJANA

### Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Denny Boesrony  
NIM : 1905190006  
Program Studi : Magister Teknik Elektro  
Fakultas : Program Pascasarjana  
Jenis Tugas Akhir : Tesis  
Judul : Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) pada Kecepatan Angin Rendah untuk penggunaan di Daerah Perkotaan dengan Studi Kasus di PT. Systech Data Integrasi di Jakarta

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Non Eksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta  
Tanggal: 1 Juli 2023



Denny Boesrony

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkah dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tesis ini dengan judul **“Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) pada Kecepatan Angin Rendah untuk penggunaan di Daerah Perkotaan dengan Studi Kasus di PT. Systech Data Integrasi di Jakarta”**.

Tujuan dari penulisan tesis ini adalah sebagai syarat kelulusan Program Study Magister Teknik Elektro pada fakultas Pasca Sarjana Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.

Tidak lupa juga kami mengucapkan terima kasih terhadap beberapa pihak yang telah membantu dan membimbing penulis sehingga penulisan Tesis ini dapat diselesaikan pada waktunya. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Leonard Lisapaly, MSi, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing 1 dan juga Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro, Program Pasca Sarjana Universitas Kristen Indonesia.
2. Bapak Dr. Togar Harapan Pangaribuan, MT., selaku Dosen Pembimbing 2.
3. Bapak Prof. Atmobudi S, MSEE. ,PhD., selaku Dosen Senior Program Studi Magister Teknik Elektro, Program Pasca Sarjana Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.
4. Ibu Prof. Dr. dr. Bernadetha Nadeak, M.Pd.,PA. selaku Direktur Program Pasca Sarjana, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.
5. Bapak. Dr. Dhaniswara K. Harjono, SH.,M.H., MBA., selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini jauh dari kata sempurna dan masih terdapat beberapa kekurangan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk penyempurnaan Tesis ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Jakarta, 1 Juli 2023

Penulis

Denny Boesrony

## DAFTAR ISI

<i>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS</i> .....	<i>ii</i>
<i>PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TESIS</i> .....	<i>iii</i>
<i>PERSETUJUAN TIM PENGUJI TESIS</i> .....	<i>iv</i>
<i>PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS</i> .....	<i>v</i>
<i>KATA PENGANTAR</i> .....	<i>vi</i>
<i>DAFTAR ISI</i> .....	<i>vii</i>
<i>DAFTAR TABEL</i> .....	<i>ix</i>
<i>DAFTAR GAMBAR</i> .....	<i>x</i>
<i>ABSTRAK</i> .....	<i>xi</i>
<i>ABSTRACT</i> .....	<i>xii</i>
<i>BAB 1. PENDAHULUAN</i> .....	<i>1</i>
1.1 Latar belakang masalah .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	6
1.3 Rumusan Masalah .....	6
1.4 Batasan Masalah .....	7
1.5 Tujuan Penelitian .....	7
<i>BAB 2. Landasan Teori</i> .....	<i>8</i>
2.1 Konversi Energi Angin .....	8
2.2 Komponen yang ada di dalam turbin angin.....	13
2.3 Teori Momentum.....	17
<i>BAB 3. Metodologi Penelitian</i> .....	<i>22</i>
3.1 Metodologi .....	22
3.2 Pengumpulan Data dan Lokasi Survei.....	23
3.3 Pemasangan AWS di Lokasi Survei.....	25
3.4 Data Daya yang akan didukung oleh PLTB .....	26
3.5 Jadwal Pelaksanaan Survei dan Analisa .....	27
<i>BAB 4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN</i> .....	<i>29</i>
4.1 Data Hasil dari Pengukuran AWS.....	29
4.1.1 Data Temperatur Outdoor (Suhu pada AWS).....	29
4.1.2 Data Solar & UV (Radiasi Matahari).....	29
4.1.3 Data Rainfall (Curah Hujan) .....	30
4.1.4 Data Wind (Angin).....	30
4.1.5 Data Pressure (Tekanan Udara) .....	30
4.1.6 Data Per Jam Bulan September dan Oktober 2021 .....	32
4.1.7 Data rata-rata Per Jam Bulan November dan Desember 2021.....	34
4.1.8 Data rata-rata Per Jam Bulan Januari dan Februari 2022.....	36
4.1.9 Data rata-rata Per Jam Bulan Maret dan April 2022.....	38
4.1.10 Data rata-rata Per Jam Bulan Mei dan Juni 2022.....	40
4.1.11 Data rata-rata Per Jam Bulan Juli dan Agustus 2022.....	42
4.2 Analisa Distribusi Arah Angin .....	46
4.3 Hasil Analisa Data Angin hasil Survei .....	49

4.4	Simulasi Wind Turbin dengan QBlade.....	50
4.5	Biaya investasi dan penghematan biaya penggunaan PLTB .....	58
<i>BAB 5. PENUTUP</i> .....		65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran .....	66
<i>DAFTAR PUSTAKA</i> .....		67





## DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Daya listrik yang akan didukung oleh PLTB .....	26
Tabel 2: Sampel data harian AWS Desember 2021 .....	27
Tabel 3: Sampel data harian AWS Desember 2021 .....	28
Tabel 4: Jadwal Penelitian.....	28
Tabel 5: Data temperatur .....	29
Tabel 6: Data Solar & UVI.....	29
Tabel 7: Data hujan .....	30
Tabel 8: Data angin .....	30
Tabel 9: Data tekanan.....	30
Tabel 10: Kecepatan Angin Rata-Rata Per Jam Bulan September 2021.....	32
Tabel 11: Kecepatan Angin Rata-Rata Per Jam Bulan Oktober 2021.....	33
Tabel 12: Kecepatan Angin Rata-Rata Per Jam Bulan November 2021 .....	34
Tabel 13: Kecepatan Angin Rata-Rata Per Jam Bulan Desember 2021 .....	35
Tabel 14: Kecepatan Angin Rata-Rata Per Jam Bulan Januari 2022 .....	36
Tabel 15: Kecepatan Angin Rata-Rata Per Jam Bulan Februari 2022 .....	37
Tabel 16: Kecepatan Angin Rata-Rata Per Jam Bulan Maret 2022 .....	38
Tabel 17: Kecepatan Angin Rata-Rata Per Jam Bulan April 2022 .....	39
Tabel 18: Kecepatan Angin Rata-Rata Per Jam Bulan Mei 2022 .....	40
Tabel 19: Kecepatan Angin Rata-Rata Per Jam Bulan Juni 2022.....	41
Tabel 20: Kecepatan Angin Rata-Rata Per Jam Bulan Juli 2022.....	42
Tabel 21: Kecepatan Angin Rata-Rata Per Jam Bulan Agustus 2022.....	43
Tabel 22: Tabel kecepatan angin dalam setahun yang dibagi dalam 3 kelompok waktu.....	45
Tabel 23: Hasil Analisa Data Angin.....	49
Tabel 24: Perbandingan Hasil Simulasi Qblade dengan 2m dan 4m dengan kebutuhan Daya 300 watt .....	58
Tabel 25: Biaya Investasi PLTB 1000 watt.....	63
Tabel 26: Biaya penghematan pemakaian listrik menggunakan PLTB .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Rata-rata kecepatan angin di Jakarta .....	3
Gambar 2 : Kepadatan daya rata-rata (Mean power density) di Jakarta .....	3
Gambar 3 : Grafik rata-rata intensitas daya & rata-rata wind speed di Jakarta.....	5
Gambar 4: Desain Generator Turbin Angin Tipe Umum [1] .....	8
Gambar 5 : Aliran Udara pada Baling-baling[2].....	10
Gambar 6 : Jumlah Blade[3].....	11
Gambar 7 : Faktor yang menentukan energi angin pada Bilah rotor[4].....	12
Gambar 8 : Sudut Bilah Rotor[5] .....	13
Gambar 9 : Komponen Turbin[6].....	13
Gambar 10 : Daerah Operasional Daya Turbin Angin [7] .....	17
Gambar 11 : Ilustrasi sederhana tentang angin yang melalui area sapuan rotor [8].....	18
Gambar 12 : Ekspansi aliran pipa, penurunan kecepatan, dan lonjakan tekanan saat angin melewati disk aktuator [9].....	19
Gambar 13: Terminal AWS.....	23
Gambar 14: Layar penerima Data (Data Reciever) .....	24
Gambar 15: Peta lokasi survei .....	25
Gambar 16: Lokasi pemasangan AWS.....	26
Gambar 17: Grafik harian kecepatan angin.....	44
Gambar 18: Kecepatan angin dalam 1 tahun.....	46
Gambar 19: Distribusi angin dalam grafik Windrose.....	47
Gambar 20: Distribusi angin dalam grafik Histogram .....	47
Gambar 21: Distribusi kecepatan angin dalam Histogram.....	48
Gambar 22: Desain profil sayap (Airfoil) menggunakan Type SG6043.....	50
Gambar 23: Desain profil sayap (Airfoil) menggunakan Type NACA6409 9% .....	50
Gambar 24: Direct analisa dari desain profil sayap (Airfoil) menggunakan Type SG6043 dan NACA6409 9% .....	51
Gambar 25: Direct analisa dari desain profil sayap (Airfoil) menggunakan Type SG6043 dengan Reynold Number 356162 dan 712325.....	53
Gambar 26: Desain Blade HAWT dengan Panjang 2 &type SG6043 .....	54
Gambar 27: Desain Blade HAWT dengan Panjang 4 &type SG6043 .....	54
Gambar 28: Perbandingan Turbulent Wind field dengan Panjang Blade 2 meter dan 4 meter.....	55
Gambar 29: Nonlinier lifting line simulator untuk Type SG6043 dengan Blade 2 meter .....	56
Gambar 30: Nonlinier lifting line simulator untuk Type SG6043 dengan Blade 4 meter .....	57
Gambar 31: Contoh Turbin Angin kecepatan angin rendah (Source: <a href="https://en.smaraad.com">https://en.smaraad.com</a> ).....	59
Gambar 32: Kontrol Sistem Turbin Angin (Source: <a href="https://en.smaraad.com">https://en.smaraad.com</a> ).....	60
Gambar 33: Baterai Lifepo4 24v 100Ah (Source: <a href="http://tokopedia.com">tokopedia.com</a> ) .....	62
Gambar 34: Inverter (Source: <a href="http://tokopedia.com">tokopedia.com</a> ).....	62

## ABSTRAK

Karena kebutuhan energi listrik di perkotaan khususnya Jakarta yang sangat tinggi serta pasokan tenaga listrik dari PLN masih belum seimbang maka permasalahan kekurangan energi listrik ini perlu segera diatasi dengan mulai menggunakan energi listrik dari energi terbarukan seperti matahari, angin, air, biomassa dan lainnya sebagai energi alternatif pendukung energi listrik PLN.

Pada studi Tesis ini dipilih energi angin sebagai energi terbarukan alternatif sebagai penunjang pasokan listrik di daerah perkotaan khususnya perkantoran di Jakarta. Dengan melihat kondisi perkantoran yang tinggi jika turbin angin diletakkan di lantai paling atas maka potensi untuk mendapatkan kecepatan angin optimal dapat terpenuhi.

Metoda yang digunakan penelitian ini adalah penggunaan data survei pengukuran kecepatan angin, arah angin dan parameter lingkungan lainnya. Pengumpulan data menggunakan Automatic Weather Station (AWS) dilakukan selama 12 Bulan dari September 2021 sampai Agustus 2022, sehingga didapat variable data kecepatan angin, arah angin dan parameter sensor lainnya di tempat tersebut.

Dengan melakukan analisa variable data angin tersebut, selanjutnya penelitian berhasil mendapatkan rata-rata kecepatan angin di Jakarta adalah 2,5 m/s dengan kecenderungan arah angin ke arah barat. Sedangkan waktu terbaik untuk mendapatkan kecepatan angin optimal untuk menghasilkan energi listrik yang dibutuhkan melalui turbin angin adalah jam 9:00 – 19:00 wib. Kemudian dengan menggunakan software QBlade penelitian juga dapat menentukan model baling-baling yang paling baik digunakan serta daya listrik yang dapat dihasilkan dari turbin angin tersebut yaitu sampai 300 watt untuk blade 4 meter. Terakhir penelitian juga dapat menghitung biaya implementasi yang optimal dari pembangunan PLTB dan penghematan biaya yang didapat dari penggunaan energi angin tersebut. Sehingga potensi penggunaan energi angin di Jakarta masih memungkinkan untuk dijadikan sebagai alternatif energi baik dari sisi biaya maupun daya listrik yang di hasilkan.

**Kata Kunci:** energi terbarukan, energi angin, kecepatan angin, aws, turbin angin, pembangunan PLTB, penghematan biaya

## ABSTRACT

*Due to the high demand for electricity in urban areas, especially Jakarta, and the imbalance in supply from the national electricity company (PLN), the problem of electricity shortage needs to be addressed promptly by starting to utilize renewable energy sources such as solar, wind, water, biomass, and others as alternative energy to support PLN's electricity supply.*

*In this thesis study, wind energy was selected as an alternative renewable energy to support the electricity supply in urban areas, particularly office buildings in Jakarta. By considering the high-rise office buildings, placing wind turbines on the top floor can maximize the potential to obtain optimal wind speeds.*

*The methodology used in this research involved data collection through surveys, measuring wind speed, wind direction, and other environmental parameters. The data collection was carried out using an Automatic Weather Station (AWS) for 12 months from September 2021 to August 2022, resulting in variables such as wind speed, wind direction, and other sensor parameters at the location.*

*By analyzing the wind data variables, the study found that the average wind speed in Jakarta is 2.5 m/s with a prevailing wind direction towards the west. The optimal time to obtain the ideal wind speed for generating the required electricity through wind turbines is from 9:00 am to 7:00 pm wib. Furthermore, using the QBlade software, the study determined the most suitable blade model and the power output that can be generated by the wind turbine, up to 300 watts for a 4-meter blade. Finally, the study also calculated the optimal implementation cost of building a wind power plant and the cost savings obtained from utilizing wind energy. This indicates that the potential for wind energy utilization in Jakarta is feasible as an alternative energy source in terms of cost and power generation.*

**Keywords:** *renewable energy, wind energy, wind speed, AWS, wind turbines, PLTB development, cost savings.*