

**STUDI EKSPERIMENTAL *VERTICAL AXIS WIND TURBINE* (VAWT)
ENAM SUDU TIPE BILAH SEGITIGA**



RANDY LISTYANTO
NIM: 41316120039

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021

LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL *VERTICAL AXIS WIND TURBINE* (VAWT) ENAM
SUDU TIPE BILAH SEGITIGA



Disusun Oleh:

Nama : Randy Listyanto
NIM : 41316120039
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
(BULAN) 2021

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMENTAL *VERTICAL AXIS WIND TURBINE* (VAWT) ENAM SUDU TIPE BILAH *SEGITIGA*


Disusun Oleh:

Nama : Randy Listyanto
NIM : 41316120039
Program Studi : Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui pada 26 Juli 2021

Telah dipertahankan didepan penguji

Pembimbing TA



(DR. Ir. Abdul Hamid, M.Eng)
NIP . 19046003

Penguji Sidang I



(Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng)
NIP. 216910097

Penguji Sidang II



(Dafit Feriyanto, M.Eng, Ph.D)
NIP. 118900633

Penguji Sidang III



(Vera Septy Sayeva Simbolon, ST, MT)
NIP. 197580940

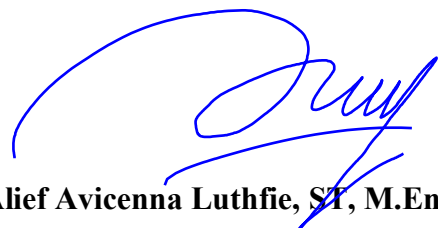
Mengetahui,

Kaprodi Teknik Mesin



(Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D)
NIP. 118690617

Koordinator TA



(Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng)
NIP. 216910097

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Randy Listyanto

NIM : 41316120039

Jurusan : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimental *Vertical Axis Wind Turbine* enam
Sudu Tipe Bilah Segitiga

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

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

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 24 Juli 2021



(Randy Listyanto)

PENGHARGAAN

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya sampai akhir zaman.

Selama penulisan laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa tidak sedikit hambatan yang dialami. Namun penulis begitu banyak mendapatkan doa, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana sekaligus koordinator Tugas Akhir.
2. Bapak Alief Avicenna Luthfie, S.T., M.Sc, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana sekaligus koordinator Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Abdul Hamid, B.Eng, M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk mengarahkan dan memberi masukan di sela-sela kesibukannya.
4. Teristimewa untuk kedua orang tua saya Bapak Sudarman dan Ibu Rini Sulistyowati yang selalu memberikan doa serta dukungan moril maupun materil kepada penulis.
5. Seluruh dosen serta staff Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama kuliah. Semoga ilmu yang bapak dan ibu telah berikan mendapat keberkahan dari Allah SWT.
6. Rekan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis. Khususnya tim Alat Turbin VAWT yang telah bekerja sama menyelesaikan alat tersebut.
7. Afalah Fitrah, Fajar Fathurahman, Rayhan Rusyda, Pak Supriyanto, serta semua pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini.

Ucapan terima kasih juga ditunjukkan pada semua pihak yang namanya tidak disebutkan satu per satu oleh penulis. Penulis mendoakan, semoga dibalas kebaikannya, diberikan kemudahan dan kelancaran segala urusannya, serta mendapatkan keberkahan dari Allah SWT.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam menyusun laporan Tugas Akhir secara sistematis adalah hal yang tidak mudah. Oleh karena itu penulis berharap pembaca dapat memberi kritik dan memberikan masukan yang membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan wawasan kepada para pembaca dan dapat dikembangkan untuk Tugas Akhir dimasa mendatang.



Jakarta, 24 Juli 2021

UNIVERSITAS
MERCU BUANA (Randy Listyanto)

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | i |
| HALAMAN PERNYATAAN | ii |
| PENGHARGAAN | iii |
| ABSTRAK | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR SIMBOL | xii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. LATAR BELAKANG | 2 |
| 1.2. RUMUSAN MASALAH | 4 |
| 1.3. TUJUAN PENELITIAN | 4 |
| 1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH | 5 |
| 1.5. SISTEMATIKA PENULISAN | 5 |
| | |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1. STUDI LITERATUR | 7 |
| 2.2. DASAR TEORI | 10 |
| 2.2.1. Angin | 10 |
| 2.2.2. Energi Angin | 10 |
| 2.2.3. Potensi Energi Angin di Indonesia | 11 |
| 2.2.4. Turbin Angin | 12 |
| 2.3. PARAMETER TURBIN ANGIN VAWT | 18 |
| 2.3.1. Geometri Turbin Angin <i>Vertical Axis Wind Turbine</i> | 18 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3.2. Daya Turbin | 18 |
| 2.3.3. Power Turbine | 19 |
| 2.3.4. Daya Generator | 19 |
| 2.3.5. Torsi | 20 |
| 2.3.6. RPM | 20 |
| 2.3.7. Coefficient Power (C_p) | 21 |
| BAB III METODOLOGI | 23 |
| 3.1. DIAGRAM ALIR | 23 |
| 3.2. ALAT DAN BAHAN | 25 |
| 3.3. PEMBUATAN MODEL VAWT BILAH SEGITIGA | 25 |
| 3.4. PROSES PEMBUATAN VAWT | 28 |
| 3.5. PROSES PENGUJIAN | 28 |
| 3.6. UNJUK KERJA DESAIN TURBIN | 30 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 31 |
| 4.1. GEOMETRI VERTICAL AXIS WIND TURBINE | 31 |
| 4.1.1 Perhitungan diameter Turbin Angin Vertikal | 31 |
| 4.2. HASIL EKSPERIMEN TURBIN ANGIN VERTIKAL | 32 |
| 4.2.1. Hasil Kecepatan Angin | 32 |
| 4.2.2. Hasil Data Kecepatan Putaran Turbin Tanpa <i>Gearbox</i> | 34 |
| 4.2.3. Hasil Eksperimen Nilai <i>Voltage</i> Turbin Tanpa <i>Gearbox</i> | 35 |
| 4.2.4. Hasil Eksperimen Nilai Arus Turbin Dengan <i>Gearbox</i> | 35 |
| 4.2.5. Hasil Eksperimen Nilai Torsi Turbin Tanpa <i>Gearbox</i> | 36 |
| 4.2.6. Hasil Daya Listrik Turbin Dengan <i>Gearbox</i> | 37 |
| 4.3. ANALISIS DATA | 38 |
| 4.3.1. Perhitungan Daya Angin | 38 |

| | | |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------|
| 4.3.2. | Perhitungan <i>Power</i> Turbin | 39 |
| 4.3.3. | Perhitungan Koefisien Daya Turbin | 41 |
| 4.3.4. | Perhitungan Daya Generator | 43 |
| 4.3.5. | Perhitungan Koefisien Daya Generator | 44 |
| 4.4. | HASIL PARAMETER NILAI TURBIN VERTIKAL | 46 |
| BAB V PENUTUP | | 47 |
| 5.1. | KESIMPULAN | 47 |
| 5.2. | SARAN | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 49 |
| LAMPIRAN A | | 51 |
| LAMPIRAN B | | 59 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Bagian–Bagian Turbin Angin | 13 |
| Gambar 2.2 Turbin Angin Darrieus | 14 |
| Gambar 2.3 Turbin Angin Savonius | 14 |
| Gambar 2.4 Konfigurasi Turbin Angin | 15 |
| Gambar 2.4 Turbin Angin | 17 |
| Gambar 3.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian | 24 |
| Gambar 3.2. Pemodelan Poros Turbin VAWT | 26 |
| Gambar 3.3. Tampak Atas Turbin VAWT | 26 |
| Gambar 3.4. Turbin VAWT dalam 3D | 27 |
| Gambar 3.5 Proses pembuatan VAWT | 28 |
| Gambar 4.1 Grafik Kecepatan Angin Berdasarkan Waktu | 33 |
| Gambar 4.2 Grafik Kecepatan Putaran Turbin Tanpa <i>Gearbox</i> | 34 |
| Gambar 4.3 Grafik Tegangan Turbin Tanpa <i>Gearbox</i> | 35 |
| Gambar 4.4 Grafik Arus Listrik Turbin Tanpa <i>Gearbox</i> | 36 |
| Gambar 4.5 Grafik Torsi Turbin Tanpa <i>Gearbox</i> | 37 |
| Gambar 4.6 Grafik Hasil Eksperimen Lapangan Daya Listrik Turbin | 37 |
| Gambar 4.7 Grafik Daya Angin Tanpa <i>Gearbox</i> | 39 |
| Gambar 4.8 Hasil Nilai <i>Coefficient Power</i> Turbin | 42 |
| Gambar 4.9 Hasil Nilai <i>Coefficient Power</i> Generator | 45 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-----------|
| Tabel 2.1. Data Potensi Energi Alternatif di Indonesia | 8 |
| Tabel 2.2 Hasil simulasi tanpa MPPT kecepatan angin dan variasi beban. | 12 |
| Tabel 3.1. Alat dan Bahan | 25 |
| Tabel 4.1 Dimensi Turbin Angin Vertikal | 31 |
| Tabel 4.2 Kecepatan Angin Dan Suhu | 34 |
| Tabel 4.3 Nilai Parameter Turbin Vertikal Tanpa <i>Gearbox</i> | 46 |
| Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Koefisien Daya Turbin dan Daya <i>Generator</i> | 46 |
| Tabel 4.5 Hasil Uji Lapangan Turbin VAWT dengan <i>Planetary Gearbox</i> | 47 |



DAFTAR SIMBOL

| SIMBOL | KETERANGAN |
|------------------------------|--|
| Ek | Energi Kinetik (Joule) |
| M | Massa (Kg) |
| v | Kecepatan angin (m/s) |
| $\frac{1}{2} \rho v^3$ | daya angin (Watt) |
| P | kerapatan udara (kg/m ³) |
| A | luas area turbin yang dilewati angin (m ²) |
| V | Tegangan (volt) |
| $\frac{1}{2} \rho v^3 A$ | Power Turbine (Watt) |
| T | Torsi (Nm) |
| ω | Kecepatan Angular (rad/s) |
| n | Kecepatan Putaran Turbin (rpm) |
| AR | Aspek Rasio (1,5) |
| D | Diameter (m) |
| H | Tinggi |
| C_p | Coefficient Power |
| η | Efisiensi |
| I | Arus Listrik (ampere) |
| $\frac{1}{2} \rho v^3 A C_p$ | Daya Generator |