

ANALISIS DESAIN *ASSEMBLY VAWT (VERTICAL AXIS WIND TURBIN)*
DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)*



UNIVERSITAS
DZIKIR ASHARI
NIM : 41315120069
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS DESAIN *ASSEMBLY VAWT (VERTICAL AXIS WIND TURBIN)*
DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun oleh :

Nama : Dzikir Ashari
NIM : 41315120069
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
AGUSTUS 2019

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Dzikir Ashari
NIM : 41315120069
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : *ANALISIS DESAIN ASSEMBLY VAWT (VERTICAL AXIS WIND TURBIN) DENGAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)*

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan laporan tugas akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudia hari, penulisan laporan tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universtas Mercu buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak ada paksaan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 06 Mei 2020



METERAI
TEMPEL
6000
ENAM RIBU RUPIAH
FBBAHF721R30972

(Dzikir Ashari)

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS DESAIN *ASSEMBLY VAWT (VERTICAL AXIS WIND TURBIN)*
DENGAN METODE *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)*



Disusun oleh :

Nama : Dzikir Ashari

NIM : 41315120069

Program studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Telah di periksa dan di stujui oleh pembimbing

Pada tanggal, 09 Agustus 2020

Mengetahui,

Dosen pembimbing

(Yuriadi Kusuma, Ir. M.Sc.)

Koordinator tugas akhir

(Alief Avicenna Luthfie, ST., M.eng)

PENGHARGAAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah, sehingga penulisan Laporan Tugas Akhir yang berjudul *ANALISIS DESAIN ASSEMBLY VAWT (VERTICAL AXIS WIND TURBIN) DENGAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD)*.

Laporan Tugas Akhir ini telah disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan sarjana strata satu (S1) di Universitas Mercu Buana. Laporan Tugas Akhir ini dibuat berdasarkan data - data dan informasi yang di dapatkan dari proses pengkajian pustaka, perhitungan, dan proses simulasi menggunakan metode solidworkS dan ansys.

Banyak pihak yang bersangkutan dan telah membantu hingga Laporan Tugas Akhir ini dapat di selesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah.
2. Bapak Ahmas zaeni, Ibu Pawit kurniati selaku orang tua yang selalu memberikan semangat dan mendoakan kelancaran penyusunan laporan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Nanang ruhyat, MT. selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Alief Avicenna Lutfie, ST., M.Eng selaku koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Yuriadi Kusuma, Ir. M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Aditya sebagai teman diskusi memecahkan masalah bersama-sama selama melakukan simulasi dan menyelesaikan laporan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan, maka dari itu penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca semua.

Harapan penulis semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada penulis pada khususnya dan kepada pembaca pada umumnya. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kemajuan perkembangan ilmu pengetahuan terutama bagi mahasiswa Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 06 Mei 2020

Penulis



(Dzikir Ashari)



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Semakin meningkatnya teknologi di segala penjuru dunia dan banyaknya isu energi terbarukan yang ramah lingkungan menjadi fokus penelitian di beberapa negara mendorong terciptanya energi alternatif yang ramah lingkungan salah satunya pemanfaatan turbin angin (*wind turbine*) untuk menghasilkan energi listrik. Perancangan dan pengembangan turbin angin menjadi topik yang menarik perhatian banyak peneliti dengan adanya isu di atas. Saat ini turbin angin jenis *horizontal axis wind turbine (HAWT)* telah banyak dibuat, digunakan atau dikembangkan dibandingkan dengan jenis *vertical axis wind turbine (VAWT)*. Maka dari itu, pada tugas Akhir ini penulis melakukan analisis dan simulasi model *VAWT savonius type U* 4 sudu dengan dua model yang berbeda menggunakan *software SOLID WORKS 2016* dan *ANSYS 15.0 (computational fluid dynamics)*. Tujuan dari tugas akhir ini adalah Menganalisis pengaruh bentuk *blade* terhadap torsi dan Menganalisa *output* daya dari kedua turbin. Hasil dari perhitungan analitik dan simulasi menunjukkan bahwa desain 01 lebih optimal di bandingkan dengan desain 02, hal ini dapat di lihat dari nilai torsi dan daya angin yang berbeda. Nilai daya angin yang di peroleh dari desain 01 adalah 4.483 (Watt) dan nilai torsi 53.88 (Nm), sedangkan daya angin yang di hasilkan dari desain 02 adalah 3.006 (Watt) dan nilai torsi adalah 36.13 (Nm).

Kata kunci: *VAWT, Computational Fluid Dynamics, RPM, Power Angin, Turbin Angin, Solidwork, Model VAWT, Torque.*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

Increasing technology in all corners of the world and the many issues of renewable energy that is environmentally friendly has become the focus of research in several countries to encourage the creation of environmentally friendly alternative energy, one of which is the utilization of wind turbines to produce electricity. The design and development of wind turbines became a topic that caught the attention of many researchers with the above issues. Currently, horizontal axis wind turbine (HAWT) wind turbines have been made, used or developed compared to vertical axis wind turbine (VAWT) types. Therefore, in this Final Project, the writer analyzes and simulates the UAWU type UAWU type VAWT model with two different models using SOLID WORKS 2016 software and ANSYS 15.0 (computational fluid dynamics). The purpose of this final project is to Analyze the effect of blade shape on torque and Analyze the power output of both turbines. The results of analytical calculations and simulations show that design 01 is more optimal compared to design 02, this can be seen from the different torque and wind power values. The value of wind power obtained from design 01 is 4,483 (Watt) and the torque value of 53.88 (Nm), while the wind power generated from design 02 is 3,006 (Watt) and the torque value is 36.13 (Nm).

Keywords: VAWT, Computational Fluid Dynamics, RPM, Wind Power, Wind Turbines, Solidwork, VAWT Model, Torque.



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| LEMBAR PERNYATAAN | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| PENGHARGAAN | iii |
| ABSTRAK | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR SIMBOL | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 LATAR BELAKANG MASALAH | 1 |
| 1.2 RUMUSAN MASALAH | 2 |
| 1.3 TUJUAN | 3 |
| 1.4 BATASAN DAN RUANG LINGKUP PENELITIAN | 3 |
| 1.5 SISTEMATIKA PENULISAN | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 PENDAHULUAN | 5 |
| 2.2 TURBIN ANGIN | 6 |
| 2.2.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal | 7 |
| 2.2.2 Turbin Angin Sumbu Vertical | 7 |
| 2.3 ENERGI ANGIN | 9 |
| 2.4 <i>COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)</i> | 16 |
| 2.4.1 Manfaat <i>Computational Fluid Dynamic (CFD)</i> | 16 |
| 2.4.2 Langkah-langkah Simulasi Dengan Metode <i>CFD</i> | 17 |

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

| | | |
|-----|------------------------------|----|
| 3.1 | PENDAHULUAN | 22 |
| 3.2 | ALAT DAN PENELITIAN | 22 |
| 3.3 | DIAGRAM ALIR | 22 |
| 3.4 | STUDI LITERATUR | 24 |
| 3.5 | DESAIN PENELITIAN | 24 |
| | 3.5.1 Model VAWT | 24 |
| | 3.5.2 <i>Rotation Region</i> | 25 |
| 3.6 | PROSEDUR SIMULASI | 25 |
| | 3.6.1 Tahap <i>Geometry</i> | 25 |
| | 3.6.2 Tahap <i>Meshing</i> | 26 |
| | 3.6.3 Tahap <i>Set Up</i> | 26 |
| | 3.6.4 Tahap <i>solution</i> | 27 |
| | 3.6.5 Tahap <i>result</i> | 27 |
| 3.7 | ANALISIS HASIL SIMULASI | 27 |

BAB IV HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN

| | | |
|-----|--|----|
| 4.1 | PENDAHULUAN | 28 |
| 4.2 | PERANCANGAN VAWT | 28 |
| | 4.2.1 Pemilihan Jenis Kincir VAWT (<i>Vertical Axis Wind Turbine</i>) | 28 |
| | 4.2.2 Perhitungan Desain Turbin Angin | 28 |
| 4.3 | ANALISIS DESAIN DENGAN PERBEDAAN SUDU | 31 |
| | 4.3.1 <i>Geometri</i> | 32 |
| | 4.3.2 <i>Mashing</i> | 33 |
| | 4.3.3 <i>Name solution</i> | 34 |
| | 4.3.4 <i>Parameter solution</i> | 36 |
| | 4.3.5 <i>Result</i> | 38 |
| 4.4 | PERBANDINGAN DARI KEDUA DESAIN | 42 |
| 4.5 | PERBANDINGAN NILAI TORSI ANTARA PERHITUNGAN ANALITIK DAN HASIL SIMULASI | 43 |

BAB V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN 45

5.2 SARAN 45

DAFTAR PUSTAKA 46

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

| No. Gambar | | Halaman |
|------------|--|---------|
| 2.1 | Turbin angin sumbu horizontal | 7 |
| 2.1 | Turbin angin sumbu vertical | 8 |
| 2.3 | Tipe Rotor <i>Savonius</i> | 8 |
| 2.4 | Rotor <i>Savonius</i> U, dan (b) Rotor <i>Savonius</i> L | 9 |
| 2.5 | Faktor Daya Sebagai Fungsi <i>TSR</i> Berbagai Jenis Turbin | 14 |
| 2.6 | Contoh <i>contour</i> tekanan menggunakan <i>CFD</i> | 16 |
| 2.7 | pemilihan perhitungan turbulensi antara <i>RANS</i> dan <i>LES</i> | 18 |
| 2.8 | Perbedaan Perlakuan Berdasarkan Parameter Masukan Pada <i>Boundary Condition</i> Berupa <i>Inlet</i> (<i>ANSYS</i> , 2013) | 19 |
| 2.9 | Perbedaan Perlakuan Berdasarkan Parameter Masukan Pada <i>Boundary Condition</i> Berupa <i>Outlet</i> (<i>ANSYS</i> , 2013) | 19 |
| 3.1 | Diagram alir | 23 |
| 3.2 | Desain 01 | 24 |
| 3.3 | Desain 02 | 25 |
| 3.4 | Pemodelan <i>geometri</i> desain 02 | 26 |
| 4.1 | Tahapan <i>Geometri</i> Desain 02 | 32 |
| 4.2 | Tahap <i>mashing</i> desain 01 | 33 |
| 4.3 | Tahap <i>mashing</i> desain 02 | 33 |
| 4.4 | Tahapan <i>solution</i> desain 01 | 34 |
| 4.5 | Tahapan <i>solution</i> desain 02 | 35 |
| 4.6 | Parameter <i>solution</i> | 37 |
| 4.7 | <i>Velocity contour</i> desain 01 | 38 |
| 4.8 | <i>Velocity contour</i> desain 02 | 38 |
| 4.9 | <i>Contour</i> tekanan turbin desain 01 | 39 |
| 4.10 | <i>Contour</i> tekanan turbin desain 02 | 40 |
| 4.11 | <i>Stream line</i> desain 01 | 40 |
| 4.12 | <i>Stream line</i> desain 02 | 41 |
| 4.13 | <i>Torque</i> 53.88 Nm desain 01 | 41 |

| | | |
|------|--|----|
| 4.14 | <i>Torque</i> 36.13 Nm desain 02 | 42 |
| 4.15 | Perbandingan torsi dari dua varias desain | 42 |
| 4.16 | Hasil daya angin dari ke dua desain | 43 |
| 4.17 | Perbandingan nilai torsi dari hasil perhitungan analitik dengan hasil simulasi | 44 |



DAFTAR TABEL

| No. Tabel | | Halaman |
|-----------|--|---------|
| 2.1 | <i>Boundary condition</i> (Ansys, 2013) | 20 |
| 3.4 | <i>Dimension</i> desain turbin | 26 |
| 4.1 | <i>Boundary condition</i> simulasi perbandingan 2 variasi desain | 31 |
| 4.2 | Perbandingan dari ke 2 desain | 41 |



DAFTAR SIMBOL

| Simbol | Keterangan |
|-----------|--------------------------------------|
| E_k | Energi kinetic (joule) |
| m | Massa (kg) |
| v | Kecepatan (m/s) |
| A | Luas daerah sapuan angin (m^2) |
| r | Jari-jari lingkaran turbin/rotor (m) |
| d | Diameter lingkaran turbin/rotor (m) |
| Q | Debit (kg/m^3) |
| \dot{m} | Laju aliran masa (kg/s) |
| ρ | Masa jenis fluida (kg/m^3) |
| P_w | Daya angin (watt) |
| λ | <i>Tip speed ratio</i> |
| n | Putaran rotor (rpm) |
| V | Tegangan listrik (volt) |
| P_{gen} | Arus listrik (Ampere) |
| T | Torsi (n/m) |
| Ω | Kecepatan sudut (rad/s) |
| Π | Phi (22/7 atau 3.14) |
| C_p | <i>Coefisient power</i> |
| S | <i>swept area (m^2)</i> |
| H | tinggi rotor (m) |