

SKRIPSI
STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN ANGIN
DARRIEUS DENGAN MODIFIKASI BENTUK
SUDU SETENGAH AIRFOIL NACA 0020



Oleh:
DODDY PRIHARDIANTO
03051281320007

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

SKRIPSI
STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN ANGIN
DARRIEUS DENGAN MODIFIKASI BENTUK
SUDU SETENGAH AIRFOIL NACA 0020

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH:
DODDY PRIHARDIANTO
03051281320007

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN ANGIN DARRIEUS
DENGAN MODIFIKASI BENTUK SUDU SETENGAH
AIRFOIL NACA 0020**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh:

**DODDY PRIHARDIANTO
03051281320007**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Palembang, Januari 2018
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP. 19701181985031004


**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK,
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

Nama : Doddy Prihardianto
NIM : 03051281320007
Jurusan : Teknik Mesin
Bidang Studi : Konversi Energi
**Judul Skripsi : Studi Eksperimental Turbin Angin Darrieus Dengan
Modifikasi Bentuk Sudu Setengah Airfoil NACA
0020**
Dibuat Tanggal : Juli 2017
Selesai Tanggal : Desember 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D.
NIP. 197412251997021001

Palembang, Januari 2018
Diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing,


Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP. 19701181985031004

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN ANGIN DARRIEUS DENGAN MODIFIKASI BENTUK SUDU SETENGAH AIRFOIL NACA 0020” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Desember 2017.

Palembang, Januari 2018

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Ir. Dyos Santoso, M.T.
NIP. 196012231991021001



Anggota:

1. Prof. Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc.
NIP. 195606041986021001
2. Ir. H. M. Zahri Kadir, M.T.
NIP. 195908231989031001
3. M. Ihsan Riady, S.T., M.T.
NIP. 1671051310870001



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Irsyadi Yami, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Palembang, Januari 2018
Dosen Pembimbing,



Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP. 19701181985031004

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Doddy Prihardianto
NIM : 03051281320007
Judul : Studi Eksperimental Turbin Angin Darrieus Dengan Modifikasi
Bentuk Sudu Setengah Airfoil NACA 0020

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Januari 2017



Doddy Prihardianto

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Doddy Prihardianto

NIM : 03051281320007

Judul : Studi Eksperimental Turbin Angin Darrieus Dengan Modifikasi
Bentuk Sudu Setengah Airfoil NACA 0020

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Januari 2018



Doddy Prihardianto

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat, anugerah ilmu, kesempatan, kesehatan dan karunia daripada-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini berjudul “STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN ANGIN DARRIEUS DENGAN MODIFIKASI BENTUK SUDU SETENGAH AIRFOIL NACA 0020”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak berkerja sendirian, akan tetapi mendapat banyak bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena rahmat, anugerah ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya, sehingga dapat diselesaikannya skripsi ini.
2. Orang tua, kakak tercinta dan keluarga yang selalu mendukung selama penyusunan skripsi baik dalam hal doa maupun materiil.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA yang merupakan dosen pengajar sekaligus dosen pembimbing selama penyusunan skripsi ini yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D, selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D, selaku sekretariat Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Qomarul Hadi, S.T, M.T. yang merupakan dosen pembimbing akademik selama menjalani masa perkuliahan.
7. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan staf pengajar yang telah membekali saya dengan ilmu yang berguna sebelum menyusun skripsi ini.

8. Tim penelitian skripsi Handika Rafico Saputra.
9. Teman-teman seperjuangan Ahmad Dzanzi Hendri, Hafizh Akbari, Fadjrin Gatu dan yang membantu dalam penyelesaian skripsi ini Muhammad Fadhlurrahman, Nurhadi Kurniawan, Renghat Pardomuan S.T., Andi Ardi S.T., Diyan Irawan.
10. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2013 Palembang.
11. Sahabat-sahabat yang selalu mendukung dan mendampingi dalam penyelesaian skripsi ini Benedikta Patria Cancerina, Beatrice Ronauli, Felix Junior Fajar dan Elisabet Bomaris.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan

Palembang, Januari 2018

Penulis



Doddy Prihardianto

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Agenda	v
Halaman Persetujuan.....	vii
Halaman Pernyataan Integritas.....	ix
Halaman Pernyataan Publikasi.....	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan	xv
Summary	xvii
Daftar Isi.....	xix
Daftar Gambar	xxiii
Daftar Tabel.....	xxv
Daftar Lampiran	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Energi Angin.....	6
2.2 Turbin Angin.....	7
2.2.1. Turbin Darrieus	8
2.3 Teori Momentum Elementer Betz	11
2.4 Koefisien Daya.....	14
2.5 Airfoil NACA	16
2.6 Konsep Gaya Angkat (Lift Force) dan Gaya Hambat (Drag Force)..	17
2.7 Torsi dan Daya Turbin	19
2.8 Tip Speed Ratio (TSR).....	21

2.9 Efisiensi Turbin.....	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Diagram Alir Penelitian	25
3.2 Studi Literatur	26
3.3 Penentuan Dimensi dan Jumlah Sudu	27
3.4 Permodelan Turbin Angin dalam 3 Dimensi	27
3.5 Pembuatan Turbin Angin.....	28
3.6 Pengujian dan Pengolahan Data.....	28
3.7 Alat yang Digunakan.....	28
3.7.1 Desain Pengujian	28
3.7.2 <i>Wind Tunnel</i>	35
3.7.3 <i>Rope Brake</i> (Rem Tali).....	35
3.7.4 Tachometer	36
3.7.5 Neraca Pegas.....	36
3.7.6 Anemometer	37
3.7.7 Timbangan Digital.....	37
3.8 Prosedur Penelitian	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Pengolahan Data.....	41
4.1.1 Hasil Pengujian Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Airfoil NACA 0020 pada Kecepatan Angin 5,08 m/s	41
4.1.2 Hasil Pengujian Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Airfoil NACA 0020 pada Kecepatan Angin 7,03 m/s	42
4.1.3 Hasil Pengujian Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Airfoil NACA 0020 pada Kecepatan Angin 9,04 m/s	43
4.1.4 Hasil Pengujian Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Setengah Airfoil NACA 0020 pada Kecepatan Angin 5,08 m/s	45
4.1.5 Hasil Pengujian Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Setengah Airfoil NACA 0020 pada Kecepatan Angin 7,03 m/s	45
4.1.6 Hasil Pengujian Turbin Darrieus dengan Bentuk	

Sudu Setengah Airfoil NACA 0020 pada Kecepatan Angin 9,04 m/s.....	46
4.1.7 Tip Speed Ratio (TSR).....	47
4.1.8 Daya, Koefisien Daya dan Koefisien Torsi.....	48
4.1.9 Efisiensi Turbin Darrieus	50
4.2 Hasil Pengujian	51
4.2.1 Daya, Koefisien Daya dan Koefisien Torsi dari Dua Jenis Sudu Turbin Darrieus.....	51
4.2.1.1 Perbandingan Daya Turbin	51
4.2.1.2 Perbandingan Koefisien Daya.....	53
4.2.1.3 Perbandingan Koefisien Torsi.....	55
4.2.2 Pengaruh Variasi Kecepatan Angin terhadap Daya, Koefisien Daya dan Koefisien Torsi	57
4.2.2.1 Pengujian Turbin Darrieus Sudu Airfoil NACA 0020.....	57
4.2.2.2 Pengujian Turbin Darrieus dengan Modifikasi Bentuk Sudu Setengah Airfoil NACA 0020	60
4.2.3 <i>Tip Speed Ratio</i> dan Koefisien Daya Maksimum.....	62
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
DAFTAR LAMPIRAN	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis-jenis Turbin Angin	7
Gambar 2.2	Turbin Darrieus Jenis Eggbeater-bladed	8
Gambar 2.3	Turbin Darrieus Jenis Straight-bladed	9
Gambar 2.4	Diagram Kecepatan Pada Sudu Turbin Darrieus	10
Gambar 2.5	Kondisi Aliran Akibat Ekstraksi Energi Mekanik Dari Aliran Udara Aliran Bebas, Sesuai dengan Teori Momentum Elementer	12
Gambar 2.6	Koefisien Daya terhadap Rasio Kecepatan	15
Gambar 2.7	Profil airfoil NACA simetris	16
Gambar 2.8	NACA airfoil 0020	17
Gambar 2.9	Aliran Gaya pada Airfoil	18
Gambar 2.10	Pengukuran Torsi Brake Drum	20
Gambar 2.11	Koefisien Daya Berbagai Jenis Rotor Turbin Angin	21
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 3.2	Turbin Angin Darrieus dengan Sudu Airfoil NACA 0020	30
Gambar 3.3	Turbin Angin Darrieus dengan Modifikasi Bentuk Sudu Setengah Airfoil NACA 0020	31
Gambar 3.4	Turbin Angin Darrieus	31
Gambar 3.5	Sudu Darrieus Airfoil NACA 0020	32
Gambar 3.6	Sudu Darrieus Setengah Airfoil NACA 0020	32
Gambar 3.7	Airfoil NACA 0020	33
Gambar 3.8	Setengah Airfoil NACA 0020	33
Gambar 3.9	<i>Wind Tunnel</i>	35
Gambar 3.10	Tachometer	36
Gambar 3.11	Neraca Pegas	36
Gambar 3.12	Anemometer	37
Gambar 3.13	Timbangan Digital	38
Gambar 3.14	Desain Pengujian Turbin Angin Darrieus	38
Gambar 3.15	Desain Pengujian Turbin Angin Darrieus	39

Gambar 4.1 Perbandingan Daya terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> pada Kecepatan Angin 5,08 m/s	51
Gambar 4.2 Perbandingan Daya terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> pada Kecepatan Angin 7,03 m/s	52
Gambar 4.3 Perbandingan Daya terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> pada Kecepatan Angin 9,04 m/s	52
Gambar 4.4 Perbandingan Koefisien Daya terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> pada Kecepatan Angin 5,08 m/s	53
Gambar 4.5 Perbandingan Koefisien Daya terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> pada Kecepatan Angin 7,03 m/s	54
Gambar 4.6 Perbandingan Koefisien Daya terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> pada Kecepatan Angin 9,04 m/s	54
Gambar 4.7 Perbandingan Koefisien Torsi terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> pada Kecepatan Angin 5,08 m/s	55
Gambar 4.8 Perbandingan Koefisien Torsi terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> pada Kecepatan Angin 7,03 m/s	56
Gambar 4.9 Perbandingan Koefisien Torsi terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> pada Kecepatan Angin 9,04 m/s	56
Gambar 4.10 Hubungan Daya terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Airfoil NACA 0020	57
Gambar 4.11 Hubungan Koefisien Daya terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Airfoil NACA 0020.....	58
Gambar 4.12 Hubungan Koefisien Torsi terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Airfoil NACA 0020.....	59
Gambar 4.13 Hubungan Daya terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> Turbin Darrieus Modifikasi Bentuk Sudu Setengah Airfoil NACA 0020.....	60
Gambar 4.14 Hubungan Koefisien Daya terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> Turbin Darrieus dengan Modifikasi Bentuk Sudu Setengah Airfoil NACA 0020.....	61
Gambar 4.15 Hubungan Koefisien Torsi terhadap <i>Tip Speed Ratio</i> Turbin Darrieus dengan Modifikasi Bentuk Sudu Setengah Airfoil NACA 0020.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Daya dan Gaya Desain Turbin yang Dihasilkan dengan Variasi Berbagai Kecepatan Angin.....	30
Tabel 3.2	Data airfoil NACA 0020 (kiri) dan setengah airfoil NACA 0020 (kanan).....	34
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Airfoil NACA 0020 pada Kecepatan Angin 5,08 m/s.....	42
Tabel 4.2	Data Hasil Pengujian Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Airfoil NACA 0020 pada Kecepatan Angin 7,03 m/s.....	42
Tabel 4.3	Data Hasil Pengujian Pengujian Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Airfoil NACA 0020 pada Kecepatan Angin 9,04 m/s	44
Tabel 4.4	Data Hasil Pengujian Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Setengah Airfoil NACA 0020 pada Kecepatan Angin 5,08 m/s	45
Tabel 4.5	Data Hasil Pengujian Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Setengah Airfoil NACA 0020 pada Kecepatan Angin 7,03 m/s	45
Tabel 4.6	Data Hasil Pengujian Turbin Darrieus dengan Bentuk Sudu Setengah Airfoil NACA 0020 pada Kecepatan Angin 9,04 m/s	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Data Hasil Pengujian	71
Lampiran B	Gambar Kegiatan	79

STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN ANGIN DARRIEUS DENGAN MODIFIKASI BENTUK SUDU SETENGAH AIRFOIL NACA 0020

Kaprawi Sahim¹, Doddy Prihardianto²

¹⁾²⁾ Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya Kampus Palembang,
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang

Kode Pos: 30139

E-mail: ⁽¹⁾kaprawis@yahoo.com

⁽²⁾doddyprihardianto@yahoo.com

Abstrak

Seiring dengan menipisnya energi fosil, pengembangan energi alternatif sangat diperlukan guna memenuhi kebutuhan energi di masyarakat. Salah satu energi alternatif adalah energi angin dengan alat konversi energi yaitu turbin angin sumbu vertikal, salah satu jenisnya adalah turbin angin Darrieus. Turbin Darrieus terdiri dari dua atau lebih sudu berbentuk airfoil yang terpasang pada poros vertikal yang berputar. Angin bertiup di atas kontur sudu airfoil yang menciptakan gaya angkat aerodinamis yang kemudian menggerakkan sudu secara bersamaan. Dengan memodifikasi bentuk sudu airfoil menjadi setengah airfoil NACA 0020 dapat dilihat pengaruhnya terhadap daya dan efisiensi yang dihasilkan. Pada penelitian ini, digunakan turbin Darrieus dengan bentuk sudu airfoil NACA 0020 dan modifikasi bentuk sudu setengah airfoil NACA 0020, masing-masing berjumlah 3 buah sudu. Turbin Darrieus diuji di dalam wind tunnel dengan variasi berbagai kecepatan angin. Pada kecepatan angin tertinggi 9,04 m/s daya mengalami penurunan dari 1,9890 W menjadi 0,1628 W setelah modifikasi bentuk sudu. Pada kecepatan angin tertinggi, yaitu 9,04 m/s koefisien daya mengalami penurunan dari 0,051773 menjadi 0,0042387 setelah modifikasi bentuk sudu. Koefisien torsi yang dihasilkan turbin Darrieus dengan bentuk sudu NACA 0020 lebih besar dibandingkan turbin Darrieus dengan sudu modifikasi setengah airfoil NACA 0020. Secara keseluruhan, turbin Darrieus dengan bentuk sudu airfoil NACA 0020 memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan dengan turbin Darrieus dengan modifikasi bentuk sudu setengah airfoil NACA 0020.

Kata kunci: daya, kecepatan angin, NACA 0020, turbin Darrieus, *wind tunnel*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng., Ph.D.
NIP. 195709101991021001

Palembang, Januari 2018
Dosen Pembimbing,



Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP. 19701181985031004

EXPERIMENTAL STUDY OF DARRIEUS WIND TURBINES WITH THE MODIFICATION OF THE AIRFOIL HALF BLADE OF NACA 0020

Kaprawi Sahim¹, Doddy Prihardianto²

¹⁾²⁾ Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya Kampus Palembang,
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang

Kode Pos: 30139

E-mail: ⁽¹⁾kaprawis@yahoo.com

⁽²⁾doddyprihardianto@yahoo.com

Abstract

Along with the depletion of fossil energy, the development of alternative energy is needed to meet the energy needs in the community. One alternative energy is wind energy with energy conversion tool that is vertical axis wind turbine, one of its kind is Darrieus wind turbine. The Darrieus turbine consists of two or more airfoil-shaped blades attached to a rotating vertical axis. The wind is blowing over the contour of the airfoil blade that creates an aerodynamic lift that then moves the blade simultaneously. By modifying the shape of the blade airfoil NACA airfoil being half 0020 can be seen the impact on the resulting power and efficiency. In this study, used Darrieus turbines with airfoil blade NACA 0020 and modified form of half airfoil blade NACA 0020, each amounting to 3 pieces of blade. Darrieus turbine was tested in the wind tunnel with the potential variations in wind speed. At the highest wind speed of 9.04 m/s power has decreased from 1.9890 W be 0.1628 W after modifying the shape of the blade. At the highest wind speed, which is 9.04 m/s power coefficient has decreased from 0.051773 be 0.0042387 after modifying the shape of the blade. The coefficient of torque produced by the Darrieus turbine blade shape NACA 0020 is greater than the Darrieus turbine with a modified form of a half blade airfoil NACA 0020. Overall, the Darrieus turbine blade airfoil NACA 0020 forms have a better performance than the Darrieus turbine with a modified form of a half blade airfoil NACA 0020.

Keywords : power, wind speed, NACA 0020, Darrieus turbine, wind tunnel

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng., Ph.D.
NIP. 195709101991021001

Palembang, Januari 2018
Dosen Pembimbing,

Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP. 19701181985031004

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan sumber daya yang penting dalam kehidupan manusia guna memenuhi segenap kebutuhan sehari-hari. Kelangkaan energi pada waktu sekarang merupakan kekhawatiran yang besar di masyarakat. Pada sisi lain semakin terlihat gambaran tentang krisis energi. Semakin jelas pula mengenai adanya permasalahan sumber daya energi yang akan dihadapi manusia pada masa mendatang. Sumber energi yang paling banyak dimanfaatkan di bumi ini contohnya adalah minyak bumi, gas alam dan batu bara. Pemanfaatan minyak bumi, gas alam dan batu bara yaitu dengan mengkonversikan menjadi bentuk energi lainnya (listrik, mekanik, dll) sesuai kebutuhan manusia sehari-hari. Namun, energi fosil ini memiliki beberapa kekurangan utama yaitu sumbernya di alam yang terbatas, dapat menimbulkan kerusakan lingkungan selama proses eksplorasi dan produksinya, serta gas hasil pembakaran energi fosil tersebut dapat menyebabkan pemanasan global.

Berdasarkan PP No.5 tahun 2006, salah satu energi alternatif yang dikembangkan adalah energi angin. Energi angin termasuk energi terbarukan yang didefinisikan sebagai energi yang secara cepat dapat diproduksi kembali melalui proses alam. Kelebihan energi terbarukan antara lain: dapat diperoleh dengan gratis dari alam, sumbernya relatif mudah didapat, minim limbah, tidak mempengaruhi suhu bumi secara global, dan tidak terpengaruh oleh kenaikan harga bahan bakar.

Pemanfaatan energi angin sebagai pembangkit listrik ini menggunakan mesin konversi energi yaitu turbin angin. Salah satu jenis turbin angin adalah turbin angin sumbu vertikal yang memiliki poros atau sumbu rotor utama disusun tegak lurus dengan angin datang. Kelebihan utama turbin angin sumbu vertikal yaitu mampu mendayagunakan angin dari berbagai arah. Kelebihan ini

sangat berguna di tempat-tempat yang arah anginnya sangat bervariasi. Salah satu jenis turbin angin sumbu vertikal adalah turbin angin Darrieus. Jenis turbin angin ini hanya membutuhkan angin dengan kecepatan sedang untuk dapat memutar rotor dari turbin angin ini. Selain itu, torsi yang dihasilkan turbin angin jenis Darrieus relatif tinggi (Menet, 2004).

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki banyak daerah pesisir pantai dimana angin yang berhembus kencang namun arahnya berubah-ubah sehingga turbin Darrieus memiliki prospek yang sangat baik untuk diaplikasikan sebagai sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan hemat biaya. Di Sumatera Selatan, yaitu di daerah Tanjung Api-Api memiliki potensi angin yang baik karena berada di pesisir selat Bangka, daerah ini memiliki prospek baik untuk pengaplikasian turbin Darrieus sebagai pembangkit energi alternatif.

Penelitian tentang turbin angin Darrieus sangat diperlukan dalam usaha mendapatkan efisiensi yang maksimal. Bentuk sudu turbin sangat berpengaruh terhadap gaya yang dihasilkan rotor oleh angin sehingga akan berpengaruh pada daya dan efisiensi yang dihasilkan oleh turbin. Oleh karena uraian di atas maka penulis membuat skripsi yang berjudul **“STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN ANGIN DARRIEUS DENGAN MODIFIKASI BENTUK SUDU SETENGAH AIRFOIL NACA 0020”**.

1.2 Rumusan Masalah

Seiring dengan menipisnya energi fosil, pengembangan energi alternatif sangat diperlukan guna memenuhi kebutuhan energi di masyarakat. Salah satu energi alternatif adalah energi angin dengan alat konversi energi yaitu turbin angin Darrieus. Dalam penerapannya hal yang perlu diperhatikan adalah bagaimana merancang dan membuat turbin angin Darrieus. Selain itu untuk melihat kinerja dari turbin Darrieus maka permasalahan yang akan dibahas adalah bagaimana pengaruh bentuk sudu turbin airfoil NACA 0020 dan setengah airfoil NACA 0020 terhadap daya dan efisiensi yang dihasilkan, bagaimana

pengaruh kecepatan angin dan pembebanan terhadap daya dan efisiensi yang dihasilkan, bagaimana melakukan pengujian yang tepat untuk mendapatkan daya dan efisiensi turbin.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, dibatasi dengan permasalahan sebagai berikut:

1. Menggunakan turbin angin sumbu vertikal jenis Darrieus dengan bentuk sudu NACA 0020 dan modifikasi setengah airfoil NACA 0020. Masing-masing berjumlah 3 buah sudu dengan bahan kayu.
2. Panjang sudu NACA 0020 dan setengah sudu NACA 0020 masing-masing adalah 30 cm dengan panjang *chord* 6 cm
3. Lengan turbin berjumlah 3 buah yang berada ditengah-tengah sudu. dengan panjang 15 cm menghubungkan poros dan sudu turbin.
4. Diameter turbin Darrieus adalah 30 cm.
5. Pengujian dilakukan di dalam *wind tunnel* WT-40 Subsonic.
6. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan kecepatan angin yang digunakan, yaitu $5,08 \text{ m/s}$; $7,03 \text{ m/s}$; $9,04 \text{ m/s}$.
7. Pengujian dilakukan dengan mengubah besar pembebanan terhadap turbin.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan dan menganalisis daya, koefisien daya dan koefisien torsi yang dihasilkan antara turbin Darrieus bentuk sudu airfoil NACA 0020 dan modifikasi bentuk sudu setengah airfoil NACA 0020.
2. Menganalisis pengaruh kecepatan angin terhadap besarnya daya, koefisien daya dan koefisien torsi yang dihasilkan

3. Menganalisis nilai *tip speed ratio* dan koefisien daya maksimum dari turbin Darrieus.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi tentang pemanfaatan energi alternatif yaitu energi angin dalam memenuhi kebutuhan energi masyarakat.
2. Memberikan pengetahuan dasar tentang alat konversi energi angin yaitu turbin angin Darrieus.
3. Diharapkan dapat digunakan sebagai referensi dan acuan penelitian selanjutnya guna pengembangan teknologi turbin angin Darrieus.

DAFTAR PUSTAKA

- Airfoil Tools. NACA 4 digit airfoil generator (NACA 0020 AIRFOIL).
www.airfoiltools.com/airfoil/naca4digit. diakses 1 Agustus 2017
- Beri, H. and Yao, Y., 2011. Effect of Camber Airfoil on Self-Starting of VAWT.pdf. *Journal of Environmental Science and Technology*, pp.302–312.
- Eriksson, S., Bernhoff, H., and Leijon, M., 2008. Evaluation of Different Turbine Concepts for Wind Power. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(5), pp.1419–1434.
- Hau, E., 2006. Wind Turbines Fundamentals, Technologies, Application, Economics. *Spectrum*, p.791.
- Islam, M., Ting, D.S.K., Fartaj, A., and Ayu, 2008. Aerodynamic Models for Darrieus-Type Straight-Bladed Vertical Axis Wind Turbines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(4), pp.1087–1109.
- Jha, A.R., 2011. *Wind Turbine Technology*, London: Taylor & Francis Group.
- Menet, J.L., 2004. A Double-Step Savonius Rotor for Local Production of Electricity: A Design Study. *Renewable Energy*, 29(11), pp.1843–1862.
- Musyafa, A., 2012. Rancang Bangun Kontrol Logika Fuzzy Pada Sudut Angguk Turbin Angin Untuk Optimisasi Daya Listrik Di Ladang Angin Jawa Timur-Indonesia. , pp.1–57.
- Napitupulu, F.H. and Mauritz, F., 2013. Uji Eksperimental Dan Analisis Pengaruh Varia Kecepatan Dan Jumlah Sudu Terhadap Daya Da Putaran Turbin Angin Vertikal Axis Savoniu Dengan Menggunakan Sudu Pengarah. , II(12), p.11.
- Yunginger, R. and Nawir, N.S., 2015. Analisis Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Di Kota Di Gorontalo. , 15, pp.1–15.