

SKRIPSI
STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN DARRIEUS DENGAN
SUDU OVERLAP



FAJRI PRAWIRA
03051381821012

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

SKRIPSI
STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN DARRIEUS DENGAN
SUDU OVERLAP

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



FAJRI PRAWIRA
03051381821012

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN DARRIEUS DENGAN SUDU OVERLAP

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

Fajri Prawira

03051381821012



Irsyadi Yani, S.T., M. Eng., Ph. D
NIP. 19711225 1997021 001

Pembimbing

Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP. 19570118 1985031 004

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : Fajri Prawira
NIM : 03051381821012
JUDUL : STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN DARRIEUS
DENGAN SUDU OVERLAP
DIBERIKAN : FEBRUARI 2019
SELESAI : DESEMBER 2019



Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Irsvadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP.19711225 199702 1 001

Pembimbing Skripsi

Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP. 195701181985031004

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “**Studi Eksperimental Turbin Daeriuss Sudu Overlap**” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Desember 2019.

Palembang, 28 Desember 2019 .

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi/

Ketua :

1. Dr. Dewi Puspitasari,, S.T., M.T

NIP. 197001151994122001

Anggota :

2. Ir. Firmansyah Burlian, M.T

NIP. 198105102005011005

3. Ellyanie, S.T., M.T.

NIP. 196905011994122001

()

()

()



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP.1971225 1997021 001

Pembimbing Skripsi



Prof.Dr.Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP. 19570118 1985031 004

SURAT PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fajri Prawira

NIM : 03051381821012

Judul : Studi Eksperimental Turbin Darrieus Dengan Sudu Overlap

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 2020



Fajri Prawira
NIM. 03051381821012

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fajri Prawira

NIM : 03051381821012

Judul : Studi Eksperimental Turbin Darrieus Dengan Sudu Overlap

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 2020



Fajri Prawira

NIM. 03051381821012

RINGKASAN

STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN DARRIEUS DENGAN SUDU OVERLAP

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 3 januari 2019

Fajri Prawira: Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA

EXPERIMENTAL STUDIES OF DARRIEUS TURBINES WITH OVERLAP BLADES

(Xxxi + 51 Halaman + 27 Gambar + 8 Tabel + 3 Lampiran)

RINGKASAN

Skripsi ini berjudul Studi Eksperimental Turbin Darrieus dengan Sudu Overlap. Tujuan Studi eksperimental adalah pemanfaatan overlap pada sudu darrieus dapat berputar kecepatan angin tinggi tanpa bantuan tangan dan mempunyai self starting yang baik. Batasan masalah yang diambil adalah turbin ini menggunakan turbin tipe darrieus, sudu yang dipakai dalam turbin ini adalah dua tipe sudu, penelitian sudu ini dilakukan di laboratorium dasar mesin di inderalaya, pada *wind tunnel* dengan tebal sudu 20 mm, lebar 50 mm, dan panjang sudu 200 mm, Range kecepatan angin yang digunakan pada *wind tunnel* berkisar 7 m/s, 9 m/s, 11 m/s, Penelitian overlap dilakukan dengan jarak terhadap sudu 4 mm. Manfaat yang diharapkan melalui pembuatan sudu overlap pada turbin ini adalah dalam pengembangan industri tenaga angin, turbin yang di overlap mampu berputar pada kecepatan rendah yang dimana kecepatan angin di indonesia rendah. NACA airfoil adalah salah satu bentuk aerodinamika sederhana yang berguna untuk dapat memberikan gaya angkat tertentu terhadap suatu bodi dengan bantuan penyelesaian matematis sangat memungkinkan untuk memprediksi berapa besarnya gaya angkat yang dihasilkan oleh suatu bodi airfoil. Desain dari

turbin ini menggunakan gaya lift yang tercipta dari sebuah airfoil untuk menciptakan putaran pada turbin. Proses pembuatan turbin ini berdasarkan dari bentuk sudu airfoil NACA 0020. Dilakukan proses pembuatan lengan turbin dengan menggunakan las gas pada bahan *besi pipih* dengan panjang yang diinginkan sepanjang ± 20 cm, pembuatan tiang dudukan lengan dengan menggunakan metode dan besi bekas pompa angin. Yang berdiameter 8 mm Dengan panjang yang diinginkan sepanjang ± 45 cm. Pembuatan sudu dalam proses ini dilakukan dengan menggunakan papan kayu berukuran $\pm 20 \times 5$ cm. Penambahan plat dengan jarak plat yang ditambah dari papan kayu adalah 4 mm. Proses penelitian dilakukan di *wind tunnel*. Kecepatan angin yang diambil adalah 7 m/s, 9 m/s, 11 m/s. Pengukuran yang diambil dalam penelitian ini adalah gaya berat (F_1) dan gaya pegas (F_2), pengambilan kecepatan poros (n), dan pengambilan kecepatan angin (v). Dilakukan pengolahan data dan analisa dari pengambilan data. Adapun yang di analisa adalah torsi (T), Kecepatan sudut (ω), Kecepatan sudu (u), Daya angin (P_{angin}), Daya turbin (P_{turbin}), Tip speed ratio (λ), Koefisien daya (C_p) dan Koefisien torsi (C_t). Setelah dilakukan proses analisa data , maka akan dilihat dalam grafik dari tabel data.

Kata kunci : *Turbin darrieus, Turbin Darrieus Overlap, Tip speed ratio (λ), Koefisien daya (C_p) dan Koefisien torsi (C_t).*

SUMMARY

EXPERIMENTAL STUDY OF DARRIEUS TURBINE WITH OVERLAP BLADE

Scientific Writing consists of thesis, 3 January 2019

Fajri Prawira: supervised by Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA

STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN DARRIEUS DENGAN SUDU OVERLAP

(Xxxi + 51 Pages + 27 Pictures + 8 Tables + 3 Official)

SUMMARY

This thesis is titled Experimental Study of Darrieus Turbine with Overlap Blade. The aim of the experimental study is the utilization of overlap on the darrieus blade to rotate high wind speeds without the help of hands and have good self starting. The limitation of the problem taken is that this turbine uses a darrieus type turbine, the blades used in this turbine are two types of blades. This blade research is carried out in the engine base laboratory in the Inderalaya, in wind tunnel with blade thickness of 20 mm, width of 50 mm, and blade length 200 mm, the range of wind speeds used in wind tunnels ranges from 7 m / s, 9 m / s, 11 m / s, overlap research conducted with a distance of 4 mm blade. The expected benefits through making an overlap blade on this turbine are in the development of the wind power industry, the overlapped turbine is capable of rotating at low speeds where wind speeds in Indonesia are low. NACA airfoil is one form of simple aerodynamics that is useful to be able to provide a certain lifting force on a body with the help of mathematical settlement it is possible to predict how much lift is generated by an airfoil body. The design of this turbine uses a lift force created from an airfoil to create rotation on the turbine. The process of making this turbine is based on the shape of the NACA 0020 airfoil blade. The

process of making the turbine arm is by using gas welding on flat iron with a length of ± 20 cm long, making the armrests using the method and scrap iron from the wind pump. The diameter of 8 mm with the desired length along ± 45 cm. Making the blade in this process is done using a wooden board measuring $\pm 20 \times 5$ cm. The addition of plates with plate spacing added from wooden boards is 4 mm. The research process was carried out in a wind tunnel. The wind speed taken is 7 m / s, 9 m / s, 11 m / s. Measurements taken in this study are gravity (F1) and spring force (F2), taking shaft speed (n), and taking wind speed (v). Data processing and analysis are performed from data collection. The analyzed are torque (T), angular velocity (ω), blade speed (u), wind power (P_{wind}), turbine power (P_{turbine}), tip speed ratio (λ), power coefficient (C_p) and torque coefficient (C_t). After the data analysis process is carried out, it will be seen in a graph from the data table.

Keywords: *Darrieus Turbine, Darrieus Turbine Overlap, Tip Speed Ratio (λ), Power Coefficient (C_p) and Torque Coefficient (C_t).*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran ALLAH S.W.T yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga atas RIDHO-NYA lah penulis dapat menyelesaikan skripsi tugas akhir tepat pada waktunya. Tak lupa pula shalawat serta salam, penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang membuka tabir keilmuan dan membimbing manusia kejalan yang benar.

Proposal ini disusun untuk memenuhi persyaratan lulus dari Program Studi Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Adapun judul yang penulis kemukakan dalam penulisan proposal skripsi ini adalah :“**STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN DARRIEUS DENGAN SUDU OVERLAP**”

Dalam menyelesaikan laporan ini, penulis dibantu oleh beberapa pihak secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua, Saudara dan Saudariku yang telah memberikan dorongan, do'a, dan kasih sayangnya berupa moril dan materil kepada penulis.
2. Bapak Prof. Ir. Subiyer Nasir, M.S., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng., PhD selaku sekretaris jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi. DEA., selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu penulis dalam memberikan arahan dan dukungan sehingga proposal ini dapat diselesaikan.
6. Bapak atau Ibu Staff Pengajar dan Instruktur di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya

Penulis juga menyadari masih ada kekurangan dan kesalahan pada skripsi ini, untuk itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Skripsi ini.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembelajaran khususnya pada jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Palembang, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	iii
Halaman Pengesahan.....	v
Halaman Agenda	vii
Halaman Persetujuan Revisi.....	ix
Halaman Pernyataan Integritas.....	xi
Halaman Pernyataan Publikasi	xiii
Ringkasan	xv
Summary	xvii
Kata Pengantar	xix
Daftar Isi.....	xxi
Daftar Gambar	xxv
Daftar Tabel.....	xxvii
Daftar Lampiran	xxix
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian	1
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat	2

BAB 2. STUDI PUSTAKA

2.1 Proses Terjadinya Angin	3
2.1.1 Kecepatan Angin	4
2.1.2 Sejarah Energi Angin.....	5
2.1.3 Prinsip Energi Angin	5
2.2 Naca Airfoil	5
2.3 Turbin Angin Sudu Darrieus	10
2.3.1 Teori Elemen Bilah.....	12
2.3.2 Gaya Gaya Pada Sudu Darrieus.....	14
2.3.3 Torsi	17
2.3.4 Kecepatan Sudut	17
2.3.5 Kecepatan Sudu	17
2.3.6 Daya Angin	18
2.3.7 Daya Turbin.....	19
2.3.8 Tip Speed Ratio	20
2.3.9 Koefisien Daya dan Koefisien Torsi	20

BAB 3. METODA PENELITIAN

3.1 Diagram Alir.....	21
3.2 Alat dan Bahan	22
3.2.1 Alat	22
3.2.2 Bahan.....	22
3.3 Langkah Pengerjaan.....	23
3.3.1 Desain NACA.....	23
3.3.2 Proses Pembuatan Alat.....	24
a. Pembuatan Turbin	24

3.3.3	Prosedur pengujian	27
3.3.3.1	Langkah Pengujian.....	28
3.3.3.2	Desain Pengujian.....	30
3.3.3.3	Alat Pengujian.....	30
1.	Wind tunnel	30
2.	Rope Brake	31
3.	Tachometer	32
4.	Neraca Pegas	32
5.	Timbangan Digital.....	32
3.4	Hasil Pengukuran.....	33
3.4.1	Data Hasil Pengukuran	33
3.4.1.1	Turbin Darrieus	33
3.4.1.2	Turbin Overlap Darrieus dengan Jarak antara Sudu dan Plat 4 mm	37
 BAB 4. PENGOLAHAN DATA DAN ANALISA HASIL		
4.1	Pengolahan Data Turbin Darrieus	41
4.2	Analisa Hasil.....	44
4.2.1	Turbin Darrieus.....	44
4.2.2	Turbin Overlap Darrieus Jarak antara Sudu dan Plat 4 mm ..	46
 BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran	52
	Daftar Pustaka	xxix
	Lampiran	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta potensi angin indonesia	3
Gambar 2. Bentuk NACA airfoil	6
Gambar 3. Segitiga kecepatan pada turbin angin darrieus	11
Gambar 4. Gaya pada sudu.....	13
Gambar 5. Efek viskos dan tekanan pada permukaan benda	14
Gambar 6. Gaya <i>lift</i> dan <i>drag</i>	14
Gambar 7. Diagram <i>lift</i> dan <i>drag</i>	15
Gambar 8. Bentuk sudu turbin dengan desain NACA 0020	16
Gambar 9. Grafik koefisien daya terhadap tip speed ratio turbin darrieus sumbu vertikal.....	20
Gambar 10. Diagram alir proses pembuatan dan perencanaan turbin angin darrieus	21
Gambar 11. Desain Naca.....	24
Gambar 12. Turbin darrieus dengan penambahan sudu overlap.....	25
Gambar 13. Desain turbin darrieus setelah dipasang	26
Gambar 14. Pembuatan turbin darrieus dengan ukuran tertentu	26
Gambar 15. Skema Proses Pengujian.....	28
Gambar 16. Dimensi Turbin darrieus tampak depan dan samping	30
Gambar 17. Wind tunnel	31
Gambar 18. Rope Brake	31
Gambar 19. Tachometer	32

Gambar 20. Neraca pegas.....	32
Gambar 21. Timbangan digital.....	33
Gambar 22. Hubungan grafik turbin solo darrieus antara torsi (Nm) dengan Tip speed ratio (λ) pada kecepatan angin 7,01 m/s ; 9,21 m/s ; 11,09 m/s	44
Gambar 23. Hubungan grafik turbin solo darrieus antara Koefisien daya (Cp) dengan Tip speed ratio (λ) pada kecepatan angin 7,01 m/s; 9,21 m/s ; 11,09 m/s	45
Gambar 24. Hubungan grafik turbin overlap darrieus antara torsi (Nm) dengan Tip speed ratio (λ) pada kecepatan angin 7,08 m/s; 9,02 m/s ; 11,09 m/s	46
Gambar 25. Hubungan grafik turbin overlap darrieus antara koefisien daya (Cp) dengan Tip speed ratio (λ) pada kecepatan angin 7,08 m/s; 9,02 m/s ; 11,09 m/s	47
Gambar 26. Hubungan grafik turbin darrieus dengan overlap pada torsi (Nm) terhadap tip speed ratio (λ)	48
Gambar 27. Hubungan grafik turbin darrieus dengan overlap pada koefisien daya (Cp) dengan tip speed ratio (λ)	49

DAFTAR TABEL

Tabel 1. NACA 0020.....	23
Tabel 2. Proses pembuatan turbin angin sudu darrieus	27
Tabel 3. Turbin Darrieus dengan kecepatan angin 7,01 m/s	33
Tabel 4. Turbin Darrieus dengan kecepatan angin 9,21 m/s	34
Tabel 5. Turbin Darrieus dengan kecepatan angin 11,09 m/s	35
Tabel 6. Turbin Overlap darrieus dengan kecepatan angin 7,08 m/s	37
Tabel 7. Turbin Overlap darrieus dengan kecepatan angin 9,02 m/s	38
Tabel 8. Turbin Overlap darrieus dengan kecepatan angin 11,09 m/s	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	53
Lampiran 2	59
Lampiran 3	60

STUDI EKSPERIMENTAL TURBIN DARRIEUS DENGAN SUDU OVERLAP

Kaprawi*, Fajri Prawira

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas
Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

E-mail*: kaprawi@unsri.ac.id

Abstrak

Kebutuhan akan energi dibutuhkan pada saat ini. Energi berguna bagi kehidupan sehari – hari yang dapat dimanfaatkan dalam kelangsungan hidup manusia. Untuk itu dibutuhkan energi yang bisa di manfaatkan oleh manusia salah satunya energi angin. Turbin Darrieus adalah turbin angin jenis *vertical axis wind turbine* (VAWT) yang memiliki efisiensi tinggi dan mampu menghasilkan torsi cukup besar pada putaran dan kecepatan angin yang tinggi. Prinsip kerja turbin darrieus memanfaatkan angin yang meniup sudu dimana turbin dapat berputar dengan kecepatan angin yang tinggi, dan tidak mempunyai self starting yang baik sehingga dibutuhkan bantuan putaran pada saat kecepatan angin rendah. tujuan penelitian ini adalah pemanfaatan overlap pada sudu darrieus dapat berputar kecepatan angin rendah dan mempunyai self starting yang baik. Penelitian sudu darrieus digunakan hanya pada wind tunnel dengan tebal sudu 20 mm, lebar 50 mm, dan panjang sudu 200 mm. Range kecepatan angin yang digunakan pada *wind tunnel* berkisar 7 m/s, 9 m/s, 11 m/s. Penelitian overlap dilakukan dengan jarak terhadap sudu 4 mm.

Kata kunci: Turbin solo Darrieus, Turbin overlap Darrieus, Torsi (T), Kecepatan sudut (ω), Kecepatan sudu (u), daya turbin dan angin (W), Tip speed ratio (λ), Koefisien daya (C_p), Koefisien Torsi (C_t).



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Diperiksa dan disetujui
Pembimbing

Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi., DEA
NIP. 19570118 1985031 004

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan energi dibutuhkan pada saat ini. Energi berguna bagi kehidupan sehari – hari yang dapat dimanfaatkan dalam kelangsungan hidup manusia. Untuk itu dibutuhkan energi yang bisa di manfaatkan oleh manusia salah satunya energi angin.

Dengan banyak angin di indonesia yang kecepatan anginnya bervariasi maka untuk itulah dimanfaatkan tenaga angin tersebut menjadi sebuah energi gerak menjadi energi listrik. Turbin angin adalah suatu alat yang dapat mengkonversikan tenaga angin tersebut menjadi energi listrik.

Turbin Darrieus ialah turbin angin dengan bentuk *Vertical Axis Wind Turbine* (VAWT) yang mempunyai daya tinggi, mampu menciptakan torsi cukup besar dan juga kecepatan angin yang cukup tinggi. Percobaan dan pengujian kali ini merencanakan dengan membuat bentuk mini turbin angin darrieus dengan bentuk airfoil simetris sesuai dengan NACA 0020.

Prinsip kerja turbin darrieus memanfaatkan angin yang meniup sudu dimana turbin dapat berputar dengan kecepatan angin yang tinggi, dan tidak mempunyai self starting yang baik sehingga dibutuhkan bantuan putaran pada saat kecepatan angin rendah.

Overlap adalah suatu kondisi dimana bentuk bidang sudu di perbesar dari ukuran sebelumnya, lebih tepatnya pada bagian *leading edge*. Sehingga diharapkan mampu menambah kecepatan rotor dari sudu turbin.

Penggunaan overlap pada sudu darrieus mampu membantu turbin angin dapat menambah putaran pada kecepatan turbin dan sudah mampu melakukan self starting dengan baik.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah pada turbin darriues dibutuhkan kecepatan angin yang tinggi dan putaran torsi yang besar serta tidak dapat melakukan self starting dengan baik.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ialah pemanfaatan overlap pada sudu darriues dapat berputar kecepatan angin tinggi tanpa bantuan tangan dan mempunyai self starting yang baik.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini membatasi pokok permasalahan sebagai berikut :

1. Tipe sudu yang digunakan adalah turbin sudu Darrieus.
2. Jumlah sudu yang digunakan hanya 2 buah sudu.
3. Penelitian sudu darriues digunakan hanya pada wind tunnel dengan tebal sudu 20 mm, lebar 50 mm, dan panjang sudu 200 mm.
4. Range kecepatan angin yang digunakan pada *wind tunnel* berkisar antara 7 m/s, 9 m/s, dan 11 m/s.
5. Penelitian turbin overlap dengan jarak terhadap sudu 4 mm.

1.5 Manfaat

Manfaat yang di inginkan melalui pembuatan sudu overlap pada turbin ini adalah dalam pengembangan industri tenaga angin, turbin yang di overlap mampu berputar pada kecepatan rendah yang dimana kecepatan angin di indonesia rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Febrianto, Agoes Santoso. 2016. Analisa Perbandingan Torsi dan RPM Turbin Tipe Darrieus Terhadap Efisiensi Turbin. Jurnal Teknik ITS Vol. 5 No. 2. Surabaya.
- Astu Pudjanarsa dan Djati Nursuhud. 2013. Mesin Konversi Energi edisi ke III. Yogyakarta
- Dananta Putra Teja. 2017. Studi Numerik Turbin Angin Darrieus – Savonius dengan Penambahan Stage Rotor Darrieus. Surabaya.
- Frank M, White . 1986. Fluid Mechanics McGraw Hill Book Company, New York
- John whilley & Sons, Ltd. 2001. *Wind Energy Handbook*. Jin XingDistripark, Singapore 129809
- M. Lecther Trevor. 2017. *Wind Energy Engginerring A Handbook For Onshore And Offshore Wind Turbine*. Joe Hayton. Chennai, India.
- Mahmoud N.H., A.A, El-Haroun, E. Wahha, M.H Nasef. 2001. An experimental study on improvement of savonius rotor performance . Alexandria Engginering Journal (2012).
- Manwell, J.F., Mc Gowan, J.G. and Rogers, A. L. 2002. *Wind Energy Explained (theory ,design and application)*. John Willey & Sons, Ltd, USA.
- Munson, Bruce R., Donald F. Young, Theodore H. Okiishi. 2002. Fundamentals of Fluid Mechanics. 4th Edition. John Wiley & Sons, Inc.
- Peter J. Schubel and Richard J. Crossley. 2012. *Wind Turbine Blade Design*. UK
- Philip J. Pritchard. 2010. *Fox and McDonald's Introduction to Fluid Mechanics*. John Willey & Sons, Ltd, USA.

Rahmat Taufiqurrahman dan Vivien Suphandani. 2017. Penelitian Turbin Angin Darrieus dengan Variasi Jumlah Sudu dan Kecepatan Angin. Jurnal Teknik ITS Vol 6. No.1. Surabaya.