

Pengaruh Dimensi Dan Jumlah Blade Pada Karakteristik Vertical Axis Wind Turbine (Vawt) Darrieus Tipe H-Rotor Menggunakan Software Qblade

MUHAMMAD RIFQI RIZQULLOH¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Itenas Bandung

Email : rifqi.rizkullah@gmail.com

Received 21 08 2021 | Revised 01 09 2021 | Accepted 01 09 2021

ABSTRAK

Perkembangan teknologi energi baru dan terbarukan semakin pesat seiring dengan kebutuhan manusia yang terus meningkat. Sumber energi yang sedang dikembangkan adalah energi listrik, dimana pemanfaatan energi angin menjadi salah satu terbarukan yang perlu dikembangkan. Vertical axis wind turbine (VAWT) jenis darrieus tipe H-Rotor menjadi objek dalam penelitian ini. Variasi panjang dan jumlah sudu aerofoil berpengaruh pada performansi Turbin Darrieus. Variabel yang dikaji adalah panjang sudu 1 m, 1,5 m dan 2 m untuk jumlah sudu 2 buah, 3 buah dan 4 buah sudu. Analisa performa dilakukan menggunakan perangkat lunak Qblade, untuk rentang kecepatan angin 2 m/s hingga 10 m/s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja turbin terbaik diberikan oleh variasi tinggi blade 2 m dengan jumlah blade 4 dimana variasi tersebut dapat menghasilkan daya sebesar 286 Watt pada kecepatan putar 141 rpm dengan torsi sebesar 19.12 Nm. Efisiensi yang dihasilkan sebesar 0.47 yang bekerja pada kecepatan angin 6 m/s.

Kata kunci : VAWT, darrieus, Qblade

ABSTRACT

The development of renewable energy is increasing rapidly in line with increasing human needs. The electrical energy being developed, where wind energy is a potential renewable to be developed. Vertical axis wind turbine (VAWT) Darrieus type is research object. Variations in length and number of aerofoil blades used will affect to performance of Darrieus turbine. The variables studied were the blades length 1 m, 1.5 m and 2 m for number of blades 2, 3 and 4 blades. Performance analysis was carried out using Qblade software for a wind speed range of 2 m/s to 10 m/s. The results show that the optimum turbine performance is given by a variation of blade height of 2 m with a number of blades 4, where this variation can produce 286 Watt at 141 rpm speed with a torque of 19.12 Nm. The resulting efficiency is 0.47 working at a wind speed of 6 m/s.

Keywords: VAWT, darrieus, Qblade

Tuliskan Nama Penulis sebagai header halaman genap

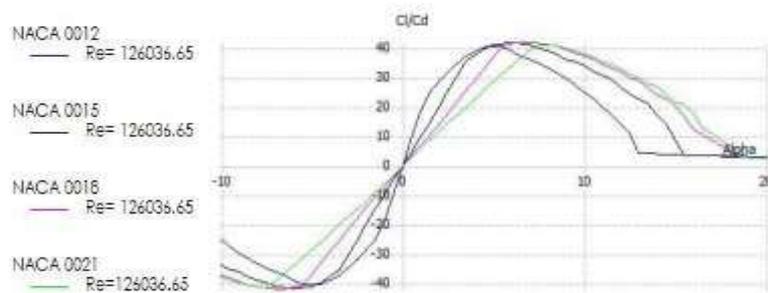
$$Re = \frac{V \times l}{\nu} = \frac{10 \text{ m/s} \times 0.2 \text{ m}}{1.58684 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}} = 126036.65 \quad (2)$$

Parameter yang dimasukkan dalam simulasi polar

- Reynolds 126036.65 dan Mach number 0.0
- NCrit pada situasi average wind tunnel yaitu 9
- Angel of attack untuk rentang sudut serang (alpha) -10° hingga $+20^\circ$ pada interval 0.5° . Sehingga dapat nilai c_l/c_d pada titik puncak.

Prediksi angkat dan seret Xfoil dianggap valid setelah pengangkatan maksimum (C_l/C_d maks). Tergantung pada bentuk airfoil dan bilangan Reynolds kisaran ini mungkin melewati C_l/C_d max.

Dari hasil simulasi Qblade didapatkan nilai c_l/c_d terhadap sudut serang (Alpha)



Gambar 3. c_l/c_d terhadap Alpha

Dari grafik c_l/c_d terhadap alpha dapat dilihat rasio c_l/c_d terbesar airfoil NACA 0015 menunjukkan puncak tertinggi dengan rasio c_l/c_d sebesar 41.55 pada alfa 6 deg.

Tabel 1. Nilai c_l/c_d terhadap alpha.

Airfoil	c_l/c_d	Alpha
Naca 0012	38.51	6
Naca 0015	41.55	6
Naca 0018	41.02	6
Naca 0021	33.72	6

2.5 Perencanaan Konfigurasi Turbin

Pada tahap ini memasukan nilai-nilai dari ukuran turbin dengan variasi tinggi blade dan variasi jumlah blade. Parameter yang diinputkan

- Tulis nama variasi yang digunakan
- Tulis jumlah blade yang digunakan
- Input tinggi blade, chord, radius yang sudah ditentukan. Untuk twist dan circ angel di asumsikan nol

2.6 Simulasi DMS

Pada tahap ini dimasukan nilai-nilai variabel yang dibutuhkan. Dimana nilai tersebut meliputi:

Pengaruh Dimensi dan Jumlah Blade Pada Karakteristik Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) Darrieus

Tipe H-Rotor Menggunakan Software Qblade

- Densitas udara : 1.1748 kg/m^3
- Viskositas : 1.58684 $\times 10^{-5}m/s^3$
- Disscretize into N Elemen : 40
- Max Number Of Iteration : 1000
- Max Epsilon For Convergence : 0.001
- Relax. Factor : 0.03
- Tip Speed Rasio : 1 - 8
- Kecepatan udara : 2 m/s – 10 m/s. Sehingga dapat dilihat hasil simulasi dari setiap variasi :

Tabel 2 Hasil simulasi VAWT dengan tinggi blade 1 meter

H=1 meter						
Kecepatan angin	Jumlah Blade	TSR	Daya (Watt)	Torsi (N.m)	rpm	CP
2 m/s	2	5.0	1.8	0.108	159	0.32
	3	4.0	3.2	0.237	127	0.56
	4	3.0	3.5	0.349	95	0.62
	5	2.0	1.1	0.164	64	0.19
	6	1.0	0.2	0.059	32	0.03
4 m/s	2	5.0	14.3	0.431	318	0.32
	3	4.0	25.2	0.949	255	0.56
	4	3.0	27.8	1.395	191	0.62
	5	2.0	8.7	0.656	127	0.19
	6	1.0	1.6	0.236	64	0.03
6 m/s	2	5.0	48.3	0.969	477	0.32
	3	4.0	85.1	2.135	382	0.56
	4	3.0	93.9	3.139	286	0.62
	5	2.0	29.4	1.475	191	0.19
	6	1.0	5.3	0.531	95	0.03

Tuliskan Nama Penulis sebagai header halaman genap

8 m/s	2	5.0	114.5	1.722	637	0.32
	3	4.0	201.8	3.795	509	0.56
	4	3.0	222.5	5.580	382	0.62
	5	2.0	69.7	2.623	255	0.19
	6	1.0	12.5	0.943	127	0.03
10 m/s	2	5.0	223.6	2.691	796	0.32
	3	4.0	394.2	5.930	637	0.56
	4	3.0	434.6	8.719	477	0.62
	5	2.0	136.2	4.098	318	0.19
	6	1.0	24.5	1.474	159	0.03

Tabel 3 Hasil simulasi VAWT dengan tinggi blade 1.5 meter

H=1.5 meter						
Kecepatan angin	Jumlah Blade	TSR	Daya (Watt)	Torsi (N.m)	rpm	CP
2 m/s	2	5.0	3.1	0.282	106	0.25
	3	4.0	4.6	0.516	85	0.36
	4	3.0	5.7	0.850	64	0.45
	5	2.0	1.7	0.382	42	0.13
	6	1.0	0.3	0.127	21	0.02
4 m/s	2	5.0	25.0	1.126	212	0.25
	3	4.0	36.6	2.065	170	0.36
	4	3.0	45.2	3.402	127	0.45

Pengaruh Dimensi dan Jumlah Blade Pada Karakteristik Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) Darrieus

Typ H-Rotor Menggunakan Software Qblade

	5	2.0	13.5	1.528	85	0.13
	6	1.0	2.3	0.508	42	0.02
6 m/s	2	5.0	84.2	2.534	318	0.25
	3	4.0	123.5	4.647	255	0.36
	4	3.0	152.6	7.654	191	0.45
	5	2.0	45.7	3.438	127	0.13
	6	1.0	7.6	1.143	64	0.02
8 m/s	2	5.0	199.7	4.506	424	0.25
	3	4.0	292.9	8.261	340	0.36
	4	3.0	361.8	13.607	255	0.45
	5	2.0	108.3	6.111	170	0.13
	6	1.0	18.0	2.032	85	0.02
10 m/s	2	5.0	390.0	7.040	531	0.25
	3	4.0	572.0	12.907	424	0.36
	4	3.0	706.6	21.261	318	0.45
	5	2.0	211.6	9.549	212	0.13
	6	1.0	35.2	3.175	106	0.02

Tabel 4 Hasil simulasi VAWT dengan tinggi blade 2 meter

H=2 meter						
Kecepatan angin	Jumlah Blade	TSR	Daya (Watt)	Torsi (N.m)	rpm	CP
2 m/s	2	5.0	8.1	0.973	80	0.36
	3	4.0	9.5	1.424	64	0.42
	4	3.0	10.6	2.125	48	0.47
H=2 meter						

Tuliskan Nama Penulis sebagai header halaman genap

Kecepatan angin	Jumlah Blade	TSR	Daya (Watt)	Torsi (N.m)	rpm	CP
	5	2.0	3.5	1.048	32	0.15
	6	1.0	0.4	0.244	16	0.02
4 m/s	2	5.0	64.7	3.891	159	0.36
	3	4.0	75.7	5.695	127	0.42
	4	3.0	84.8	8.500	95	0.47
	5	2.0	27.9	4.191	64	0.15
	6	1.0	3.2	0.976	32	0.02
6 m/s	2	5.0	218.2	8.754	239	0.36
	3	4.0	255.5	12.814	191	0.42
	4	3.0	286.0	19.125	143	0.47
	5	2.0	94.0	9.431	95	0.15
	6	1.0	10.9	2.196	48	0.02
8 m/s	2	5.0	517.2	15.562	318	0.36
	3	4.0	605.7	22.780	255	0.42
	4	3.0	678.0	34.001	191	0.47
	5	2.0	222.9	16.766	127	0.15
	6	1.0	26.0	3.905	64	0.02
10 m/s	2	5.0	1,010.2	24.316	398	0.36
	3	4.0	1,183.0	35.594	318	0.42
	4	3.0	1,324.3	53.126	239	0.47
	5	2.0	435.3	26.197	159	0.15
	6	1.0	50.7	6.101	80	0.02

2.7 Spesifikasi Generator dan Baterai Kapasitas 12/24 Volt

Dari pengujian yang dilakukan oleh Hartono B.S, I M. W. Kastawan Generator Axial Flux Permanent Magnet tipe single sided slotted dengan pengujian pada tahanan beban 31.5 ohm.

Tipe H-Rotor Menggunakan Software Qblade

Tabel 5. Pengujian pada tahanan beban resistor

No.	N (Rpm)	V (Volt)
1	100	12
2	200	25
3	300	36
4	400	49
5	450	58

2.8 Permodelan Blade Turbin

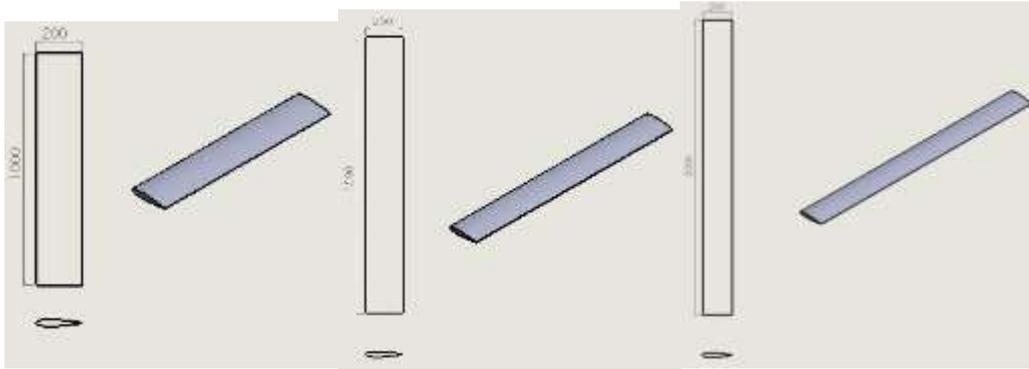
Koordinat airfoil Naca 0015 didapatkan dari software Qblade dimana dari koordinat airfoil tersebut dapat membantu dalam proses pendesain an yang dilakukan pada software solidwork.

Tabel 6. koordinat airfoil Naca 0015

Koordinat Airfoil Naca 0015					
X	Y	Z	X	Y	Z
45	0.07065	0	34.646	1.6596	0
44.676	0.12735	0	33.3693	1.827	0
44.0951	0.2277	0	32.0738	1.99035	0
43.3584	0.35235	0	30.7643	2.1492	0
42.5048	0.4941	0	29.4453	2.30265	0
41.5575	0.64755	0	28.1214	2.4489	0
40.5338	0.8091	0	26.7962	2.58795	0
39.4461	0.97605	0	25.4732	2.718	0
38.3054	1.1466	0	24.156	2.83905	0
37.1201	1.31805	0	22.8483	2.9502	0
35.8983	1.4895	0	21.5528	3.04965	0

Dengan didaptkannya koordinat dari naca 0015 sehingga dapat digunakan sebagai bentuk geometri penampang dari airfoil dengan cara memasukan nilai koordinat tersebut menggunakan fitur curve through XYZ.

Tuliskan Nama Penulis sebagai header halaman genap

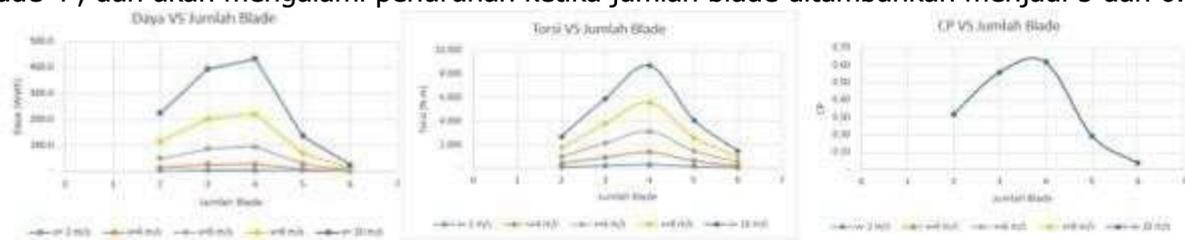


Gambar 4 Pemodelan Blade

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Simulasi Turbin Angin

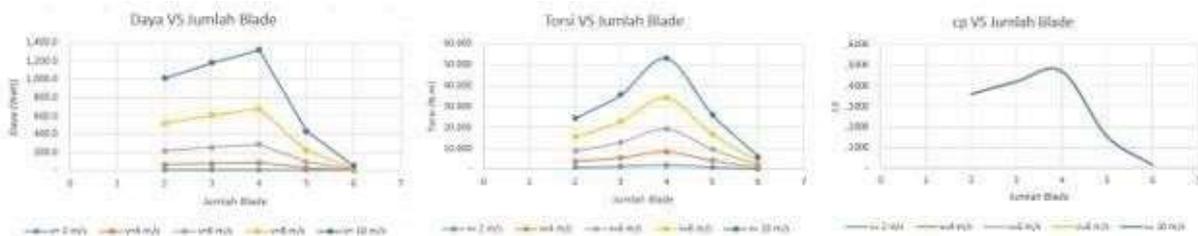
Dari hasil simulasi dapat dilihat semakin besar kecepatan angin semakin besar pula daya dan torsi yang dihasilkan. Daya, Torsi dan cp akan naik dari jumlah blade terkecil hingga jumlah blade 4, dan akan mengalami penurunan ketika jumlah blade ditambahkan menjadi 5 dan 6.



Gambar 5 hasil simulasi pada tinggi blade 1 meter



Gambar 6 hasil simulasi pada tinggi blade 1.5 meter



Gambar 7 hasil simulasi pada tinggi blade 2 meter

Dari hasil simulasi dapat dilihat seiring dengan bertambahnya ukuran dari dimensi turbin maka semakin besar juga Daya yang dihasilkan, peningkatan daya paling derastis dari tinggi blade 1.5 meter pada 2 meter. Dimana daya terbesar ada pada jumlah blade 4 dengan tinggi blade

Pengaruh Dimensi dan Jumlah Blade Pada Karakteristik Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) Darrieus

Tipe H-Rotor Menggunakan Software Qblade

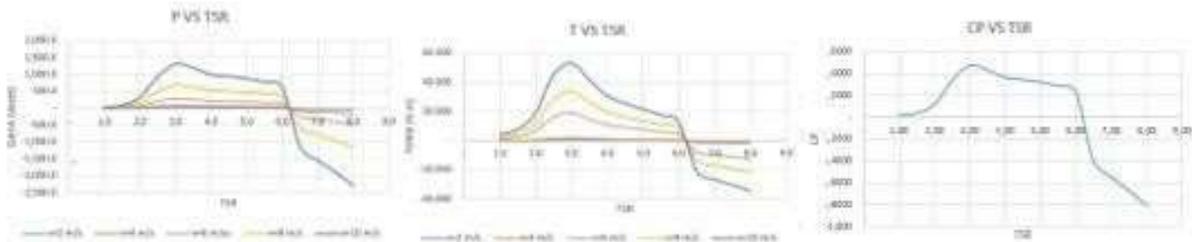
2 meter, yaitu sebesar 286 Watt sedangkan di titik yang sama untuk 1.5 m dan 1 m masing masing 152 Watt dan 93,9 Watt.



Gambar 9 Daya Vs Jumlah blade pada kecepatan angin 6 m/s

3.2 Analisis Karakteristik Turbin Angin Yang Cocok Untuk Kondisi Angin Indonesia

Variasi dengan tinggi blade 2 meter dan jumlah blade 4 menghasilkan daya terbesar yaitu sebesar 286 Watt pada 143 rpm, dan cp yang dihasilkan sebesar 0.47 sesuai dengan teori betz limt yang tidak melebihi 59%. Sedangkan torsi yang dihasilkan sebesar 19.12 N.m



Gambar 10 Hasil simulasi 4 Blade 2 meter pada kecepatan 10 m/s

3.3 Analisis Penerapan Rpm Yang Dapat Mengecas Baterai Kapasitas 12/24 Volt Baterai

Baterai yang digunakan adalah NS Accelerate berjenis gel deep cycle battery dengan kapasitas 12V/24 V dan generator yang digunakan mampu menghasilkan tegangan 12 volt pada rpm 100 dan tegangan 25 volt pada rpm 200. Sehingga dari data tersebut dapat diketahui cut in dan cut out pada turbin angin dengan tinggi 2 m jumlah blade 4.

Tabel 6 kecepatan angin terhadap rpm

Kecepatan Angin (V)	rpm (N)
2 m/s	48
3 m/s	72
4 m/s	95
5 m/s	119
6 m/s	143
7 m/s	167

Tuliskan Nama Penulis sebagai header halaman genap

8 m/s	191
9 m/s	215
10 m/s	239

Dari tabel dapat disimpulkan bahwa cut in berada pada kecepatan 5 m/s dan cut out dan pada 8 m/s.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian turbin angin sumbu vertical ini adalah :

1. Hasil simulasi Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) tipe H-Darrieus ini berdasarkan variasi tinggi blade dan jumlah blade yang dapat menghasilkan konfigurasi yang dapat digunakan pada kecepatan 6 m/s. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan turbin angin yang memiliki tinggi blade 2 meter dan diameter turbin 2.4 meter dengan jumlah sudu 4 dengan panjang chord 0.2 meter menggunakan airfoil Naca 0015.
2. Karakteristik Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) tipe H-Darrieus hasil dari simulasi dengan menggunakan software Qblade menunjukkan bahwa pada turbin angin dengan tinggi blade 2 m dan jumlah blade 4 akan menghasilkan daya pada TSR 3 yaitu sebesar 286 Watt pada kecepatan putar 141 rpm dengan torsi sebesar 19.12 Nm. Efisiensi yang dihasilkan sebesar 0.47 yang bekerja pada kecepatan angin 6 m/s.

Saran

1. Diperlukan metoda lain dalam melakukan simulasi seperti Computational Fluid Dynamics (CFD) untuk membandingkan dengan simulasi Qblade.
2. Diperlukan manufacturing dan pengujian untuk membandingkan hasil simulasi dengan pengujian yang dilakukan dilapangan

DAFTAR PUSTAKA

- Tim Lentera Angin Nusantara. (2014). Pengenalan Teknologi Pemanfaatan Energi Angin. Tasikmalaya, Jawa Barat.
- Piggott, H., & Blow, J. (2011). Windpower Workshop: Building Your Own Wind Turbine. Centre for Alternative Technology.
- Hau Erich, (2013). Wind Turbines Fundamentals, Technologies, Application, Economics. London UK
- Laysen, E.H. (1983) Introduction to Wind Energi Consultancy Service Wind Energi. Tesis tidak diterbitkan : Netherlands
- Sapto Dwi Agung, & Rumakso Pandu Hinggil (2021). Uji coba performa Bentuk Airfoil menggunakan software Qblade Terhadap Turbin Angin Tipe Sumbu Horizontal. Universitas Gunadarma.
- Susilo, Bambang, Magdalena, Atmadi (2019) Pengaruh Jumlah Bilah Dan Sudut Pasang Terhadap Daya Turbin Angin H-Darrieus Termodifikasi Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik Skala Rumah Tangga. Jakarta, Universitas Kristen Indonesia.

Pengaruh Dimensi dan Jumlah Blade Pada Karakteristik Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) Darrieus

Tipe H-Rotor Menggunakan Software Qblade

- Huda Saiful, Syarif Irfan (2014). Analisa Bentuk Profile dan Jumlah Blade Vertical axis Wind Turbine terhadap Putaran Rotor untuk menghasilkan energi Listrik. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Chairany Putri, Sugiyanto (2016). Rancang Bangun Turbin Angin Sumbu Vertikal Tipe Savonius Untuk Sistem Penerangan Perahu Nelayan. Jogjakarta. UGM
- Junaidin Buyung (2021). Perancangan Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) Skala Kecil. Sekolah Tinggi Adisutjipto.
- Febrianti Aris, Santoso Agoes (2016), Analisa Perbandingan Torsi dan RPM Turbin Tipe Darrieus Terhadap Efisiensi Turbin. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Dieniar N Ramadhani (2021), Desain dan Simulasi Turbin Angin Sumbu Vertikal Dengan Sudu Rotor Naca 0021. Sidoarjo. Fakultas sains dan Teknologi
- Priyanto Wahyu, Ira, Rakhmad (2019), Studi Simulasi Aerodinamika Airfoil dan Prediksi Performa Pitch Tetap Turbin Angin Poros Tegak (Darrieus) terhadap output Power untuk Aplikasi Kecepatan Angin Rendah. Aceh. Universitas Syiah Kuala.
- Ismail, Pane Erlanda (2017), Optimasi Perancangan Turbin Angin Vertikal Tipe Darrieus Untuk Penerangan Di Jalan Tol. Jagakarsa. Universitas Pancasila
- Fridayana N Elyas (2018), Analisis Kinerja Aerodinamik Dari Vertikal Axis Wind Turbine (VAWT) Dariieus Tipe H-Rotor Dengan Pendekatan Computational Fluid Dynamic (CFD). Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Fadila, Anis., Zakaria Ilham., Fauzan Muhammad., Sahid(2019). Rancang Bangun Turbin Angin Tipe Darrieus Tiga sudu Rangkap Tiga Dengan Profil Naca 0006. Semarang. Politeknik Negeri Semarang.
- Hartono B.S, I M. W Kastawan (2016). Rancang Bangun DC Generator Magnet Permanen Tipe Axial-Flux Permanent Magnet (AFPM) Menggunakan Rangkaian Penyearah. Bandung, Politeknik Negeri Bandung