Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Dengan Sistem Penangkap Angin 4 Penjuru Dikabupaten Lombok Timur

Maman Safta Hadi[1], Bambang Dwi Sulo[2]., Oktriza Melfazen[3]

[1,2,3] Universitas Islam Malang

Mamansaftahadi@gmail.com, Bambangdwi@gmail.com, Oktrizamelfazen@gmail.com

Abstract

Tercatat dalam sejarah umat manusia, kemajuan dalam bidang pengembangan energi sangat pesat dan diikuti oleh meningkatnya konsumsi energi. Peningkatan ini sejalan dengan tingkat kehidupan dan kemajuan industrialisasi. Energi fosil menjadi salah satu yang dapat digunakan untuk mencukupi kebutuhan tersebut, namun energi fosil adalah energi yang tidak dapat diperbaharui, maka manusia perlu mencari energi alternatif yang dapat diperbaharui dan salah satunya adalah energi angin, energi angin termasuk energi terbaharukan dan memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Tujuan mengembangkan energi angin ini karena Indonesia berpotensi mengembangkan energi angin yang sangat besar yaitu sekitar 9,3 GW dan total kapaitas yang terpasang saat ini sekitar 0,5 MW. Besarnya potensi pengembangan angin diindonesia, maka penulis melakukan sebuah percobaan dengan menggunkan prototype pembangkit listrik tenaga bayu dengan sistem penangkap angin empat penjuru dengan hasil percobaan angin terendah 3 m/s menghasilkan daya sebesar sekitar 0,0197 Watt dan percobaan tertinggi menggunakan angin 5 m/s menghasilkan daya sebesar 0, 0879 Watt.

Kata Kunci: Tubin angin, Energi Fosil, Energi Terbaharukan, Turbin Angin.

Abstract

It is recorded in the history of mankind, progress in the field of energy development is very rapid and is followed by an increase in energy consumption. This increase is in line with the level of life and the progress of industrialization. Fossil energy is one that can be used to meet these needs, but fossil energy is energy that cannot be renewed, so humans need to look for alternative renewable energy and one of them is wind energy, wind energy is renewable energy and has great potential to be developed. . The purpose of developing wind energy is because Indonesia has the potential to develop very large wind energy, which is around 9.3 GW and the total installed capacity is currently around 0.5 MW. The magnitude of the potential for wind development in Indonesia, the authors conducted an experiment using a prototype wind power plant with a four-way wind catcher system with the lowest wind experimental results of 3 m/s producing a power of about 0.0197 Watt and the highest experiment using 5 m/s wind produces a power of 0.0879 Watt.

Keywords: Wind turbine, Fossil Energy, Renewable Energy, Wind Turbine

I. Pendahuluan

Energi angin adalah sumber daya alam yang didapat secara geratis serta jumlahnya melimpah dan tersedia terus menerus sepanjang tahun. Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki sekitar 17.500 pulau dan panjang garis pantai lebih dari 81.290 km. potensi angin yang dimiliki indonesia sangat besar yaitu sekitar 9,3 GW dan yang baru terpasang sekitar 0,5 MW (Daryanto, 2007)

Untuk mengatasi ketergantungan pada energi yang tidak dapat di perbaharui seperti energi fosil, maka perlu dilakukan konversi, konservasi dan pengembangan sumber-sumber energi yang baru terbarukan. Pengembangan ini harus memperhatikan tiga “E” yakni energi, ekonomi, dan ekologi. Jadi, pengembangan sumber energi harus dapat
memproduksi energi dalam jumlah besar, dengan biaya yang rendah serta mempunyai dampak minimum terhadap lingkungan (Culp, 1991). Salah satu pemanfaatan energi terbarukan yang saat ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan adalah energi angin.

Energi ini merupakan energi yang bersih dan dalam proses produksinya tidak mencemari lingkungan (Nakajima dan
Ikeda, 2008)

Yohanes Wahyu Trikurniawan. (2017), yang berjudul "Karakteristik Turbin Angin Savonius Termodifikasi Empat Sudu Dengan Lima Variasi Sudut Picth Rotor Turbin". Penelitian turbin angin savonius ini dilakukan menggunakan wind tunnel berdiameter 1,5 m dengan frekuensi 33Hz dan jarak pengujian 1,8 m dari turbin angin sebagai sumber angin. Model Savonius dalam penelitian ini berdiameter 60 cm – 80 cm, dimodifikasi menggunakan mekanisme picth dengan variasi sudut picth rotor turbin 22,5°, 45°, -22,5°, -45° dan sudut aktif pada kecepatan angin rata-rata 6 m/s. Setiap variasi sudut picth rotor turbin dalam pengujian diberikan pembebanan yang diukur menggunakan neraca pegas, sedangkan untuk kecepatan rotor diukur menggunakan tako meter.

Hasil penelitian menunjukkan karakteristik pada pada seriap variasi berbeda – beda. Rotor turbin dengan sudut picth 22,5° menghasilkan koefesien daya tertinggi (C$p\ max$) 5,71 % pada tsr 0,366. Rotor turbin dengan sudut picth 45° menghasilkan C$p\ max$ 7,39 % pda tsr 0,422. Rotor turbin dengan dengan sudt picth -22,5° menghasilkan C$p\ max$ 5,69 % pada tsr 0,408. Rotor turbin dengan sudut picth -45° menghasilkan 6,07 % pada tsr 80,391. Rotor turbin dengan sudut picth aktif menghasilkan C$p\ max$ 7,16 % pada tsr 0,413.

Perbedaan-perbedaan penelitian terdahulu dan penelitian yang akan dilakukan saat ini antara lain:

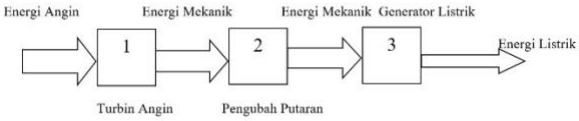
❖ Disain mengusung sistim angin silang yang didukung dengan 4 cerobong
angin sebagai input atau incomenya.

❖ Turbin angin ini berbeda dari pendahulunya seperti tubin angin vertikal
dengan 4 ataupun 6 sudu, dan turbin angin savonius yang mana turbin turbin angin terdahulu dapat menjadi ancaman bagi kehidupan liar disekitarnya, salah satu contohnya adalah burung dapat terluka bahkan terbunuh jika terbang ke arah turbin angin.

II. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan didesa Jerowaru (Permas) kecamatan Keruak kabupaten Lombok Timur dan perencanaan ini dimulai pada tanggal 29 Juli 2021 – selesai.
Metode yang digunakan ada dua yaitu ekpremental dan pendekatan kuantitatif yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data penelitian yang bertujuan membuat gambaran secara sistematis. Faktuan akurat mengenai turbin angin crossflow kemudian mengambil data daya yang di hasilkan turbin angin dengan berbagai kecepatan angin yang berhembus.
Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain: Anemometer,Tacometer,avometer dan beberapa alat penunjang lainnya.

Block Diagram Sistem



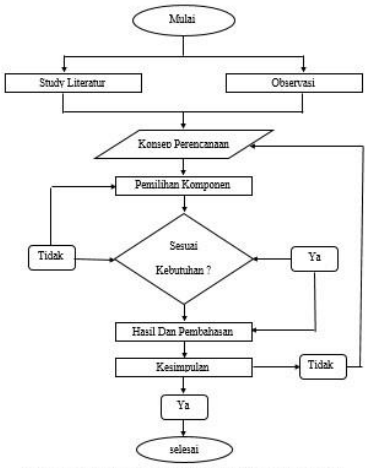
Gambar 1 Blok Diagram Sistem

(Sumber Perancangan)

Prinsip Kerja Blok Diagram Sistem

1) Energi angin yang masuk lewat cerobong Income akan di terima turbin angin dan berfungsi untuk mengubah energi angin menjadi energi mekanik.
2) Pengubah putararn berfungsi untuk menyesuaikan output yang dihasilkan poros turbin dengan putaran yang diinginkan atau di kehendaki oleh generator.
3) Generator berfungsi untuk mengubah putran yang dihasilkan turbin dan pengubah putaran menjadi energi listrik.

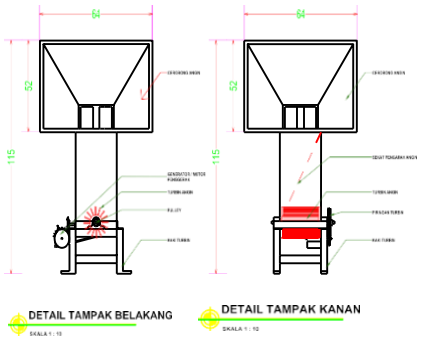
Diagram Alir Perencanaan



Gambar 3.7.1 Diagram alir proses perencanaan Pembangkit listrik tenaga angin

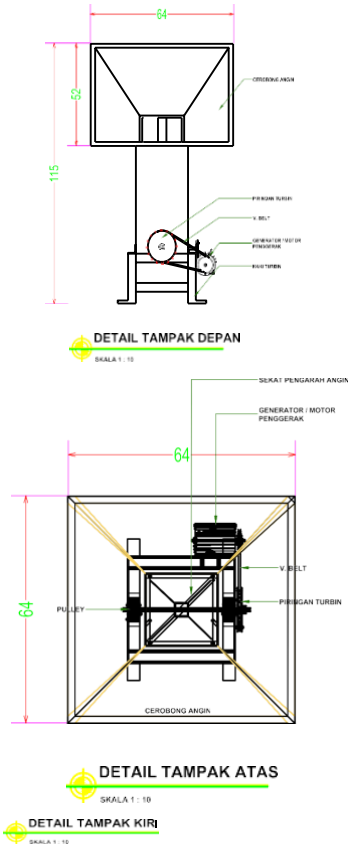
(sumber Perancangan)

Gambar Rancangan Turbin Angin



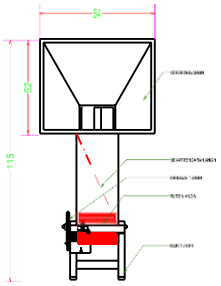
Gambar 2 Turbin Angin crossfloy Tampak Belakang dan tampak Kanan

(sumber Perancangan)



Gambar 3 Turbin Angin crossfloy Tampak Depan Daan tampak Kiri

Gambar 4 Turbin Angin crossfloy Tampak Atas



III. Hasil Dan Pembahasan

parameter kinerja dari turbin angin Crossfloy ini, maka diperlukan rumusan perhitungan dari data pengujian. Dalam pengujian alat dilakukan 5 kali pengujian sampel data dalam satu pengujian. Pada saat pengujian data di cari kecepatan angin yang stabil, dan jika kecepatan angin tidak stabil pengambilan data di hentikan sampai kecepatan angin kembali stabil. Data pengujian dan analisa perhitungan
tersebut anatara lain.

NO	Jenis Pengujian (n)	Putaran Generator (Rpm)			Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
		Kecepatan Angin					
		3	4	5			
1	Transmisi Belt	285			0,28	0.06	0,016
			315		0,35	0,10	0,035
				370	0,44	0,16	0,070
2		288			0,29	0,07	0,021
			327		0,38	0,14	0,053
				374	0,46	0,18	0,083
3		300			0,30	0,08	0,024
			330		0,37	0,13	0,048
				381	0,51	0,22	0,112
4		311			0,32	0,09	0,029
			332		0,38	0,13	0,049
				381	0,51	0,22	0,112
5		290			0,31	0,07	0,022
			340		0,41	0,15	0,062
				385	0,54	0,24	0,130
6		290			0,31	0,07	0,022
			330		0,37	0,13	0,048
				374	0,46	0,18	0,083
7		288			0,29	0,07	0,021
			332		0,38	0,13	0,049
				370	0,44	0,16	0,070
8		288			0,29	0,07	0,021
			327		0,38	0,14	0,053
				370	0,44	0,16	0,070
9		311			0,32	0,09	0,029
			340		0,40	0,15	0,060
				385	0,54	0,24	0,130
10		285			0,28	0,06	0,017
			333		0,38	0,13	0,049
				384	0,54	0,24	0,130

Data perhitungan rpm generator pada turbin angin crossflow dengan menggunakan kecepatan angin 3 m/s

A. Nilai rata-rata Rpm Generator

- Untunk mencari rata-rata pengujian data rpm generator menggunakan rumus,

$$x = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10}}{n}$$ jadi:

- Rata-rata rpm generator dengan transmisi belt

$$\bar{X} = \frac{285 + 288 + 300 + 311 + 290 + 290 + 288 + 288 + 311 + 285}{10}$$

$$\bar{X} = 293{,}6Rpm$$

B. Untuk mencari nilai rata-rata tegangan listrik dengan menggunakan kecepatan angin 3 m/s menggunakan rumus.

- Untuk mencari nilai rata-rata tegangan listrik menggunakan rumus,

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10}}{n}$$ jadi:

- Nilai rata-rata tegangan listrik dengan transmisi belt di atas

$$\bar{X} = \frac{0{,}28 + 0{,}29 + 0{,}30 + 0{,}32 + 0{,}31 + 0{,}31 + 0{,}29 + 0{,}29 + 0{,}32 + 0{,}28}{10}$$

$$\bar{X} = 0{,}30Volt$$

- Untuk mencari rata-rata pengujian data arus listrik menggunakan rumus

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10}}{n}$$ jadi:

- Nilai rata-rata arus listrik transmisi belt

$$\bar{X} = \frac{0{,}06 + 0{,}07 + 0{,}08 + 0{,}09 + 0{,}07 + 0{,}07 + 0{,}07 + 0{,}07 + 0{,}09 + 0{,}06}{10}$$

$\bar{X} = 0{,}073Ampere$

C. Untuk mencari besarnya nilai daya listrik pada turbin angin yang dihasilkan dengan persamaan rumus, $p = VxIx\ cos\ \emptyset$ maka besarnya daya listrik yang dihasilkan turbin angin dengan transmisi belt menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$\bar{X} = 0{,}30\ x\ 0{,}073\ x\ 0{,}9$$

$$\bar{X} = 0{,}0197Watt$$

D. Data dari nilai koefisien pada turbin angin menggunakan transmisi belt

P= 0,0197*Watt*

Table Data hasil pengujian dengan kecepatan angin 3 m/s

Jenis Transmisi	Rata-rata Putaran Generator (Rpm)	Rata-rata Tegangan (Volt)	Rata-rata Arus (Ampere)	Daya (Watt)
Transmisi Belt	293,6	0,30	0,073	0,0197

Data perhitungan rpm generator pada turbin angin crossflow dengan menggunakan kecepatan angin 4 m/s

- Untuk mencari rata-rata pengujian data rpm generator menggunakan rumus,

$$x = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10}}{n}$$ jadi:

- Rata-rata rpm generator dengan transmisi belt

$$\bar{X} = \frac{315 + 327 + 330 + 332 + 340 + 330 + 332 + 327 + 340 + 333}{10}$$

$$\bar{X} = 330{,}6Rpm$$

A. Data perhitungan nilai daya listrik pada turbin angin dengan menggunakan kecepatan angin 4 m/s.

- Untuk mencari rata-rata pengujian data tegangan listrik menggunkan rumus,

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10}}{n}$$ jadi:

- Nilai rata-rata tegangan listrik dengan transmisi belt di atas

$$\bar{X} = \frac{0{,}35 + 0{,}38 + 0{,}37 + 0{,}38 + 0{,}41 + 0{,}37 + 0{,}38 + 0{,}38 + 0{,}40 + 0{,}38}{10}$$

$$\bar{X} = 0{,}38Volt$$

- Untuk mencari rata-rata pengujian data arus listrik menggunakan Rumus

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10}}{n}$$ jadi:

- Nilai rata-rata arus listrik transmisi belt

$$\bar{X} = \frac{0{,}10 + 0{,}14 + 0{,}13 + 0{,}13 + 0{,}15 + 0{,}13 + 0{,}13 + 0{,}14 + 0{,}15 + 0{,}13}{10}$$

$$\bar{X} = 0{,}135Ampere$$

F. Untuk mencari besarnya nilai daya listrik pada turbin angin yang dihasilkan dengan persamaan rumus, $p = VxIx\cos\emptyset$ maka besarnya daya listrik yang dihasilkan turbin angin dengan transmisi belt menggunakan rumus,sebagai berikut:

$$\bar{X} = 0{,}38\ x\ 0{,}135\ x\ 0{,}9$$

$$\bar{X} = 0{,}0462Watt$$

G. Data dari nilai koefisien pada turbin angin menggunakan transmisi belt

P= 0,0462 Watt

Table Data hasil pengujian dengan kecepatan angin 3 m/s

Jenis Transmisi	Rata-rata rpm Generator	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
Transmisi Belt	330,6	0,38	0,135	0,0462

Data perhitungan rpm generator pada turbin angin crossflow dengan menggunakan kecepatan angin 5 m/s

- Untunk mencari rata-rata pengujian data rpm generator menggunakan rumus,

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10}}{n}$$ jadi:

- Rata-rata rpm generator dengan transmisi belt

$$\bar{X} = \frac{370 + 374 + 381 + 381 + 385 + 374 + 370 + 370 + 385 + 384}{10}$$

$\bar{X} = 377{,}4Rpm$

H. Data perhitungan nilai daya listrik pada turbin angin dengan menggunakan kecepatan angin 5 m/s.

- Untuk mencari rata-rata pengujian data tegangan listrik menggunkan rumus,

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10}}{n} \text{ jadi:}$$

- Nilai rata-rata tegangan listrik dengan transmisi belt di atas

$$\bar{X} = \frac{0{,}44 + 0{,}46 + 0{,}51 + 0{,}51 + 0{,}54 + 0{,}46 + 0{,}44 + 0{,}44 + 0{,}54 + 0{,}54}{10}$$

$\bar{X} = 0{,}49Volt$

- Untuk mencari rata-rata pengujian data arus listrik menggunakan rumus,

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10}}{n} \text{ jadi:}$$

- Nilai rata-rata arus listrik transmisi belt

$$\bar{X} = \frac{0{,}16 + 0{,}18 + 0{,}22 + 0{,}22 + 0{,}24 + 0{,}18 + 0{,}16 + 0{,}16 + 0{,}24 + 0{,}24}{10}$$

$\bar{X} = 0{,}199Ampere$

I. Untuk mencari besarnya nilai daya listrik pada turbin angin yang dihasilkan dengan persamaan rumus, $p = VxIx\cos\emptyset$ maka besarnya daya listrik yang dihasilkan turbin angin dengan transmisi belt menggunakan rumus, sebagai berikut:

$\bar{X} = 0{,}49\ x\ 0{,}199\ x\ 0{,}9$

$\bar{X} = 0{,}0879Watt$

J. Data dari nilai koefisien pada turbin angin menggunakan transmisi belt

P= 0,0803 Watt

Table Data hasil pengujian dengan kecepatan angin 5 m/s

Jenis Transmisi	Rata-rata rpm Generator	Tegangan (Volt)	Arus (Amper e)	Daya (Watt)
Transmisi Belt	377,4	0,49	0,199	0,0879

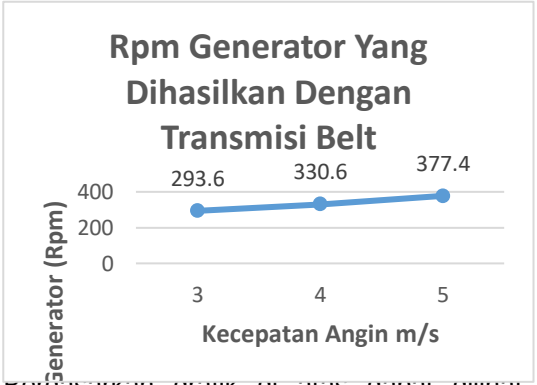
Tabel Hasil Penelitian Transmisi Belt

No	Kecepatan Angin (m/s)	Rpm Generator (Rpm)	Daya Listrik (Watt)
1	3	293,6	0,0197
2	4	330,6	0,0462
3	5	377,4	0,0879

Grafik hasil nilai rata-rata daya listrik (Watt) percobaan trasmisi Belt pada turbin angin Crossflow

Gerafik Rata-Rata daya Listrik (Watt)

Grafik Rata-Rata Putaran Generator (Rpm)



Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa turbin angin crossflow dengan kecepatan angin 3 m/s sampai dengan 5 m/s menggunakan transmisi belt menghasilkan daya paling besar yaitu

0,0879 Watt dan nilai yang terkecil yaitu 0,0197 Watt. Sedangkan untuk kecepatan generator didapatkan nilai terbesar dengan transmisi belt yaitu 377,4 Rpm dan untuk nilai terkecilnya yaitu 293,6 Rpm. Dari data ini dapat diketahui bahwa turbin angin crossflow dengan tramisi belt menghasilkan energi listrik meskipun kecil arus yang di hasilkan.

IV. Kesimpulan dan saran

- Hasil uji di setiap kekuatan angin dengan memiliki pengaruh terhadap putaran turbin dan daya listrik yang dihasilkan.
- Dilihat dari hasil perhitungan data dapat dilihat daya listrik yang di hasilkan oleh turbin angin menggunakan trasmisi belt tidak cukup besar dengan nilai daya terbesar yaitu 0,0879 Watt dan nilai daya terkecil yaitu 0,0197 Watt. Sedangkan untuk keceptan generator dengan transmisi belt di dapatkan nilai terbesar yaitu 377,4 Rpm dan nilai terkecil yaitu 293,6 Rpm.
- Dari bentuk sistem dan pengeluaran daya dapat dilogikan bahwa dengan memperbesar luasan jalur angin masuk (incomming) maka daya akan dapat di tingkatkan,. Jadi kalau dimensi incoming diperbesar luasannya 10x maka idealnya daya akan meningkat 10x juga.

Hasil dari penelitian menunjukan bahwa penggunaan sistem transmisi belt menghasilkan arus listrik yang cukup kecil, karena pada sistem transmisi belt terjadi gaya gesek yang cukup besar dan juga terjadi pembebanan. Pembebanan tersebut terjadi karena adanya tegangan yang cukup tinggi pada transmisi belt tersebut.

Saran

Untuk pengembangan penelitian seterusnya dapat memperhatikan saran sebagai berikut:

- ✓ Besarnya daya gesek yang terjadi pada sistem transmis belt berpengaruh terhadap daya listrik yang di hasilkan pula.
- ✓ Pemilihan material atau bahan-bahan penunjang turbin angin harus lebih di perhatikan agar tidak menambah pembebanan.

V. Daftar Pustaka

1. Bachtiar Antonov dan Hayattul Wahyudi. 2017. "*Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Angin PT. Lentera Angin Nusantara (LAN) Ciheras*". Padang FT: Institut Teknologi Padang.
2. Hilmansyah et all. 2017. "*Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Menggunakan Pengendali Pi*". Balikpapan FT: Politeknik Negeri Balikpapan.
3. Wahyu Trikurniawan Yohanes. 2017. "*Karakteristik Turbin Angin Savonius Termodifikasi Empat*

Sudu Dengan Lima Variasi Sudut Picth Rotor Turbin". Yogyakarta FT: Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

4. Lianda Jefri dan Amri Hikmatul. 2017. "*Implementasi Kincir Angin Savonius Dua Tingkat Menggunakan Generator Magnet Permanen*". Bengkalis FT: Politeknik Negeri Bengkalis.
5. Adriani. 2018. "*Perancangan Pembangkit Listrik Kincir Angin Menggunakan Generator Dinamo Drillini Terhadap Empat Sumbu Horizontal*". Makasar FT: Universitas Muhammadiyah Makasar.
6. Suci Muharam Moch. 2017. "*Perancangan Turbin Angin Tipe Savonius Sumbu Vertikal 6 Sudu*. Bandung FT: Politeknik Negeri Bandung.
7. Rines. 2016. "*Unjuk Kerja Model – Model Kincir Angin Savonius Dua Tingkat Dengan Kelengkungan Sudu Termodifikasi"*. Sleman FT: Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
8. Abidin Zenal dan Syamsuri Heris. 2018. "*Uji Ekperimental Length Pada Blade Pada Daya Putar Sistem Konversi Energi Turbin Angin Vertikal"*. Ciamis FT: Universitas Galuh Ciamis.