

# RANCANG BANGUN *VERTICAL AXIS WIND TURBINE* PORTABEL TIPE DARIUS *EGGBEATER*

Aldanur Istianingrum Ramadhani  
Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Madiun, PNM  
Madiun, Indonesia  
[henigembulstar67@gmail.com](mailto:henigembulstar67@gmail.com)

Basuki Winarno, S.T., M.T.  
Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Madiun, PNM  
Madiun, Indonesia  
[basuki@pnm.com](mailto:basuki@pnm.com)

Hanifah Nur Kumala Ningrum, S.T.,  
M.T.  
Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Madiun, PNM  
Madiun, Indonesia  
[hanifah.nkn@gmail.com](mailto:hanifah.nkn@gmail.com)

**Abstrak-** Energi listrik merupakan kebutuhan dasar bagi manusia yang sangat penting untuk kelangsungan hidup. Hampir seluruh peralatan yang digunakan oleh manusia tidak akan bekerja apabila tidak terhubung ke energi listrik. Apalagi pada daerah bencana alam yang signifikan sangat dibutuhkan aliran listrik untuk para korban untuk proses evakuasi dan kegiatan lainnya. Dengan melihat keadaan yang seperti itu maka dirancang tugas akhir dengan memanfaatkan angin diimplementasikan sebagai turbin angin bersumbu vertikal. Turbin angin dibuat portabel dengan tipe darius eggbeater sebagai pembangkit listriknya menggunakan generator dc, modul step up sebagai penaik tegangan, dan beban lampu LED. Pembuatan turbin dimulai dengan perhitungan, perencanaan, pendesainan dan pengujian alat. Hasil dari pengujian turbin angin dengan bilah berjumlah 3 dengan melakukan perbandingan perbedaan sudut  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  dan  $90^\circ$  tanpa step up dan dengan menggunakan step up. Turbin angin darius eggbeater dengan sudut  $0^\circ$  dengan menggunakan step up menunjukkan hasil yang lebih maksimal dibandingkan dengan sudut turbin angin  $45^\circ$  dan  $90^\circ$ . Kecepatan angin 5 m/s, kecepatan putaran 120,9 rpm dengan tegangan 1,095 Volt dan Arus 0,07 A.

**Kata kunci—** Turbin Angin Darius Eggbeater; Beda Sudut; Step up.

**Abstract-** Electrical energy is a basic human need that is essential for survival. Almost all equipment used by humans will not work if it is not connected to electrical energy. Especially in areas with significant natural disasters, electricity is needed for victims to evacuate and other activities. By seeing the situation like that, the final project is designed by utilizing the wind to be implemented as a vertical axis wind turbine. The wind turbine is made portable with a type of us eggbeater as a power plant using a dc generator, step up modules as voltage risers, and the load of LED lights. Turbine manufacturing starts with calculation, planning, designing and testing of tools. The results of testing wind turbines with blades amounted to 3 by comparing the difference in the angle of  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  and  $90^\circ$  without step up and using step up. The wind turbine from the eggbeater with an angle of  $0^\circ$  using step up shows more maximum results compared to the wind turbine angle of  $45^\circ$  and  $90^\circ$ . Wind speed of 5 m / s, rotation speed of 120.9 rpm with a voltage of 1.095 Volts and Current 0.07 A.

**Keyword—** Darius Eggbeater Wind Turbin; Angle Difference; Step up

## I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan dasar bagi manusia yang sangat penting untuk kelangsungan hidup. Hampir seluruh peralatan yang digunakan oleh manusia tidak akan bekerja apabila tidak terhubung ke energi listrik. Apalagi pada daerah bencana alam yang signifikan sangat dibutuhkan aliran listrik untuk para korban untuk proses evakuasi dan kegiatan lainnya. Dilansir dari berita BandungKita.id Banten Senin (14/12/2018), dimana telah terjadi tsunami yang menerjang selat sunda yang berdampak pada wilayah Banten dan Lampung Selatan. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), sebanyak 125 unit gardu masih padam, dari jumlah total 150 unit gardu. Dalam bencana ini terdapat faktor yang melandasi yaitu perubahan iklim di Indonesia. Menurut Subroto dimana diharuskan adanya penerapan dari green energy atau energi terbarukan yang mana energi ini difungsikan sebagai penanggulangan salah satu dari bencana dilansir di acara Indonesia Clean Energi Outlook 2019 di Jakarta, Rabu (19/12/2018). Energi terbarukan yang terbagi menjadi beberapa macam yaitu energi matahari, energi air, energi angin, energi gelombang pasang surut dan energi panas bumi.

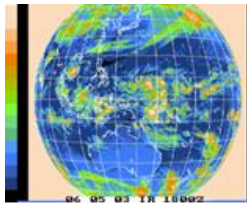
Berdasarkan latar belakang tersebut, timbullah ide pemanfaatan menggunakan energi angin yang tersedia di alam. Dimana energi angin dapat mengkonversikan energi kinetik menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin atau kincir angin. Dengan memanfaatkan energi angin ini dimanfaatkan sebagai mengalirkan listrik disaat terjadi bencana. Desain yang dirancang dengan efisien dimana diutamakan rancangan yang portable dengan kecepatan angin yang ada di kota. Data BMKG kecepatan angin memiliki rata-rata di atas 3m/s- 7m/s. Turbin yang digunakan yaitu turbin angin sumbu vertikal merupakan turbin angin sumbu tegak yang gerakan poros dan rotor sejajar dengan arah angin, sehingga rotor dapat berputar pada semua arah angin. Keuntungan pemilihan turbin angin sumbu vertikal dimana

turbin tidak harus diarahkan ke angin dan tidak membutuhkan tempat yang luas.

II. METODOLOGI

A. Energi Angin

Energi angin diakibatkan karena perbedaan tekanan udara dan rotasi bumi. Aliran angin bergerak dari tempat yang memiliki udara yang bertekanan tinggi ke udara yang bertekanan rendah. Apabila dipanaskan udara akan memuai dan yang terjadi udara akan menjadi lebih ringan sehingga udara akan naik dan tekanan udara dapat turun karena udara berkurang. Udara dingin disekitarnya mengalir ke tempat yang bertekanan rendah. Dalam rangkaian dasar half-bridge inverter satu fasa tersebut diperlukan dua buah kapasitor untuk menghasilkan titik N agar tegangan pada setiap kapasitor  $V_i/2$  dapat dijaga konstan. Sakelar S+ dan S- merepresentasikan sakelar elektronis yang mencerminkan komponen semikonduktor daya. S+ dan S- tidak boleh bekerja secara bersama-sama, karena akan terjadi hubung singkat rangkaian.

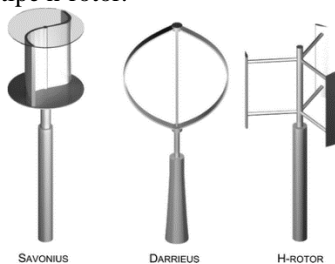


Gambar 1. Energi Angin

Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/>

B. Wind Turbine

Wind turbine atau turbin angin merupakan energi yang dapat mengubah energi angin menjadi energi mekanik. Dimana turbin yang digerakkan oleh angin dan kemudian dapat menggerakkan generator untuk menghasilkan energi listrik. Salah satu jenis dari turbin angin yaitu turbin angin sumbu vertikal yang dapat menerima angin dari segala arah dan mampu mengimbangi angin dalam kecepatan rendah. Turbin ini memiliki efisiensi yang lebih kecil daripada turbin angin sumbu horizontal. Kelebihan dari turbin angin sumbu vertikal ini yaitu aman, mudah membangunnya, bisa dipasang tidak jauh dari tanah, lebih baik dalam menangani turbulensi angin dan mudah dalam perawatannya. Ada berbagai macam turbin angin sumbu vertikal diantaranya yaitu tipe savonius, tipe darrius dan tipe tipe h-rotor.



Gambar 2. Wind Turbine

Sumber: <https://link.springer.com/>

Tipe darrius VAWT ditemukan oleh seorang insinyur Perancis George Jeans Maria Darrius yang dipatenkan pada tahun 1931. Beliau mempunyai 2 bentuk turbin yang digunakan antaranya adalah “Eggbeater/ Cuved bladed dan Straight bladed” VAWT. Turbin angin Darrius VAWT mempunyai bilah sudu yang disusun dalam posisi simetri dengan sudu bilah yang diatur relative terhadap poros. Pengaturan ini cukup efektif untuk menangkap berbagai arah angin. Berbeda dengan Savonius, turbin angin Darrius bergerak dengan memanfaatkan gaya angkat yang terjadi ketika angin tertiuap. Bilah sudu turbin darrius bergerak berputar mengelilingi sumbu. Untuk memutar turbin ini menggunakan start up yang lebih tinggi. Koefisien daya yang dibutuhkan dengan nilai angka 0.2-0.4 dengan kecepatan rata-rata angin diantara 3- 7.5 m/s.



Gambar 3. Eggbeater Bladed Darrius VAWT

Sumber: <http://repository.upnyk.ac.id/>

C. Tip Speed Ratio (TSR)

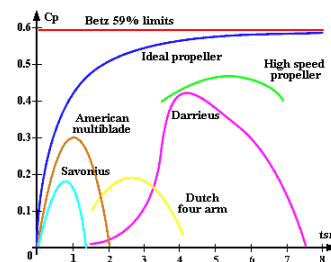
Tip Speed Ratio adalah rasio kecepatan ujung rotor terhadap kecepatan angin bebas. Untuk kecepatan angin dengan nominal yang tertentu maka Tip Speed Ratio akan berpengaruh pada kecepatan putar rotor. Turbin angin tipe vertikal memiliki Tip Speed Ratio yang rendah. TSR mempengaruhi jumlah sudu yang digunakan dalam mendesain turbin tipe Darrius. Hal ini dapat ditunjukkan pada tabel berikut

Tabel 1. Hubungan TSR dengan jumlah sudu

TSR	Jumlah Sudu (B)
1	8-24
2	6-12
3	4-6
4	3-4
>4	1-3

D. Koefisien Daya (CP)

Koefisien Daya ialah perbandingan antara daya yang dihasilkan oleh rotor dengan daya angin, nilai koefisien daya tidak akan melebihi nilai ideal yaitu sebesar 0.593. Berikut terdapat perbandingan antara Cp dan TSR dengan bentuk grafik



**Gambar 5.** Perbandingan Cp dan TSR  
 Sumber: <https://docplayer.info/43779759>

**E. Generator**

Generator dibagi menjadi dua jenis yaitu generator DC dan generator AC. Prinsip kerja generator dimana dapat memutar kumparan di dalam medan magnet atau memutar magnet di dalam kumparan. Di dalam generator terdapat dua bagian berupa rotor yang dapat berputar dan stator yang diam. Pada tugas akhir ini diharapkan bahwa penggunaan generator DC dengan mengubah energi gerak menjadi energi listrik.

Spesifikasi generator dc sebagai berikut:

- Speed : 200-6000 rpm
- Power Voltage : DC 0-20V
- Voltage : 6-9V
- Dimensi Body : Panjang 31 mm X diameter 25mm
- As : 2 mm



**Gambar 6.** Generator  
 Sumber: <https://www.tokopedia.com/>

**F. DC-DC Modul Step up**

Dc-dc *step up boost converter* xl6009 adalah module dc - dc converter yang berfungsi mengubah tegangan masukan (input) menjadi tegangan keluaran (output) yang lebih tinggi. Tegangan output bisa diatur dengan cara memutar trimpot. Jika terjadi perubahan tegangan input, maka tegangan output akan tetap stabil karena modul ini juga berfungsi sebagai regulator.

Spesifikasi:

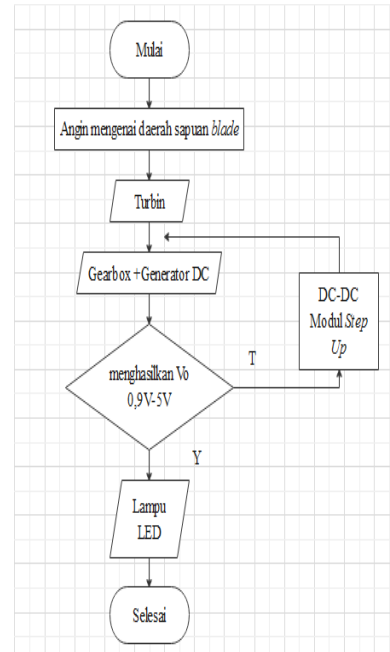
- Type: DC-DC Step up Converter (Booster)
- Input Voltage: DC 2V - 24V
- Output Voltage: Max DC 28V (Adjustable)
- Output Current: Max 2A
- Efficiency: 93%
- Dimensi: 37mm x 17mm x 6mm



**Gambar 6.** DC-DC Step up Converter  
 Sumber: <https://shopee.co.id/XL6009-DC-DC-Adjustable-Boost-Step-up>

**G. Diagram Kerja Dan Spesifikasi Alat**

Alat yang akan dibuat harus memiliki prinsip kerja yang matang dan sesuai dengan perencanaan yang telah disusun. diagram alir dibuat untuk mempermudah pembuatan alat, agar pembuatan dan perencanaan memiliki alur yang sama. Diagram alir merupakan gambaran secara umum tentang prinsip kerja alat yang akan dibuat. Dengan pembuatan diagram alir, maka konsep dan gambaran pembuatan alat akan semakin jelas.



**Gambar 7.** Diagram alir tugas akhir

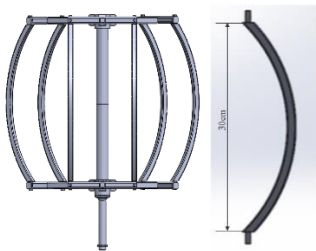
Dari gambar diagram alir tersebut dapat dibaca prinsip kerja alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

1. Turbine merupakan sumber utama energi dalam menghasilkan energi listrik.
2. Gearbox yang digunakan untuk mempermudah putaran dalam menggerakkan turbin sehingga hasil output sesuai dengan yang diinginkan. Gearbox yang digabungkan dengan turbin pada poros dan generator pada rotornya.
3. Generator DC digunakan untuk mengubah energi gerak menjadi energi listrik searah.
4. DC-DC Modul Step up digunakan sebagai penaik tegangan apabila tegangan yang dihasilkan dari generator tidak sesuai dengan set point 5VDC.

H. Perancangan Perangkat Keras



Gambar 8. Desain kerangka



Gambar 9. Desain Turbin

DESAIN KERANGKA BAWAH, GENERATOR DAN GEAR BOX



Gambar 10. Desain kerangka bawah dan generator

Turbin darius *eggbeater* dicetak dengan menggunakan print 3 dimensi dimana hasil dari turbin yang telah dibuat pada software SolidWorks akan terlihat sesuai dan tingkat presisi yang tinggi. Alat dan bahan yang digunakan dalam proses pembuatan turbin darius *eggbeater* adalah:

a. Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan turbin darius *eggbeater* adalah:

1. Print 3D
  2. Penggaris
  3. Jangka sorong
  4. Obeng
  5. Amplas
  6. Tripod
- b. Bahan

Bahan yang digunakan untuk menunjang dalam pembuatan turbin darius *eggbeater* adalah:

1. Bahan PLA (Polylactic Acid)
2. Mur baut
3. Bearing
4. Pipa PVC

Pada pembuatan tugas akhir ini menggunakan rangkaian step up MT3608 sebagai penaik tegangan output dari generator jika tidak dapat memenuhi perencanaan tugas akhir.

III. HASIL DAN ANALISA

I. Hasil Pengujian

Hasil dan analisa yang dilakukan dalam pengujian alat bertujuan untuk mengetahui alat yang selesai dibuat dapat berguna dengan maksimal atau belum. Perbandingan yang akan dilakukan dalam pengujian ini adalah perbandingan posisi bilah turbin darius *eggbeater* yaitu posisi 0°, 45°, dan 90°. Pada proses pengujian turbin darius *eggbeater* dilakukan dengan memanfaatkan energi angin yang dihasilkan oleh kipas angin. Untuk mengukur kecepatan angin menggunakan Anemometer. Untuk mengukur kecepatan pada putaran turbin menggunakan Tachometer.

A. Pengujian Turbin dengan posisi 0°



Gambar 11. Pengujian Turbin Darius Eggbeater dalam Posisi 0 Derajat

a. Pengujian Tanpa Rangkaian Step up

Pengujian ini memanfaatkan posisi 0o ketika turbin dengan gearbox, generator dan tidak terhubung rangkaian step up dengan beban lampu LED menggunakan alat bantu yaitu kipas angin yang memiliki kecepatan angin berbeda-beda. Berikut tabel hasil pengukuran yang sudah dilakukan :

Tabel 2. Data Pengujian Turbin Darius Eggbeater Dengan Posisi 0 derajat Tanpa Rangkaian Step up

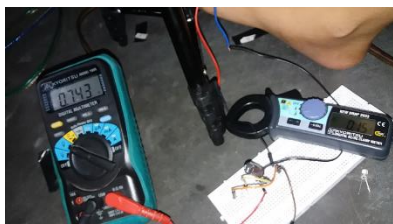
Rpm	Kecepatan Angin (m/s)	Tegangan (V)		Arus (A)	
		Tanpa Beban	Beban	Tanpa Beban	Beban
73,66	4,1	0,714	0,681	0,07	0,14
83,41	4,7	0,8	0,743	0,07	0,15
101,2	5,0	1,009	0,884	0,07	0,15



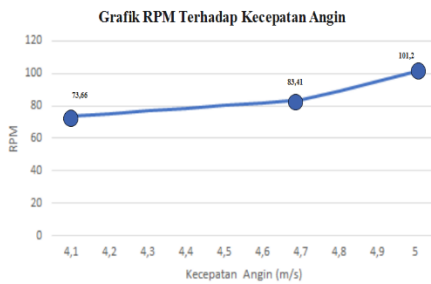
**Gambar 12.** Pengujian Kecepatan Angin Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 0 Derajat Tanpa Rangkaian *Step Up*



**Gambar 13.** Pengujian RPM Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 0 Derajat Tanpa Rangkaian *Step Up*

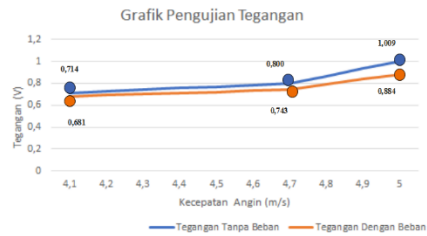


**Gambar 14.** Pengujian Tegangan dan Arus Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 0 Derajat Tanpa Rangkaian *Step Up*

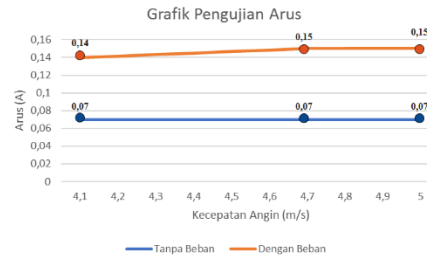


**Gambar 15.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 0 derajat Tanpa Rangkaian *Step Up* Perbandingan RPM terhadap Kecepatan Angin (m/s)

Pada gambar grafik 15 turbin darius *eggbeater* tanpa rangkaian *step up* di atas diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan angin yang menerpa *blade* maka putaran dari turbin juga akan semakin tinggi. Kecepatan angin terendah yang diperoleh yaitu 4,1 m/s dengan kecepatan putaran turbin yaitu 73,66 RPM dan kecepatan angin tertinggi yang diperoleh yaitu 5 m/s dengan kecepatan putaran turbin yaitu 101,2 RPM.



**Gambar 16.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 0 derajat Tanpa Rangkaian *Step Up* Perbandingan Tegangan Generator terhadap Kecepatan Angin (m/s)



**Gambar 17.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 0 derajat Tanpa Rangkaian *Step Up* Perbandingan Arus Generator terhadap Kecepatan Angin (m/s)

Pada gambar grafik 16 dan 17 di atas diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan angin maka akan berpengaruh terhadap nilai dari tegangan dan arus ketika diberi beban. Kecepatan angin terendah yang diperoleh yaitu 4,1 m/s dengan tegangan tanpa beban 0,714 Volt, arus tanpa beban 0,07 A dan tegangan dengan beban 0,681 Volt, arus dengan beban 0,14 A. Kecepatan angin tertinggi yang diperoleh yaitu 5 m/s dengan tegangan tanpa beban 1 Volt, arus tanpa beban 0,07 A dan tegangan dengan beban 0,884 Volt, arus dengan beban 0,15 A.

**b. Pengujian Dengan Rangkaian *Step up***

Pengujian ini memanfaatkan posisi 0° ketika turbin terhubung dengan *gearbox* dan generator menggunakan rangkaian *step up* dengan beban lampu LED. Berikut tabel pengukuran yang sudah dilakukan:

**Tabel 3.** Data Pengujian Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 0 derajat Dengan Rangkaian *Step up*

Rpm	Kecepatan Angin(m/s)	Tegangan Generator(V)		Arus Generator(A)		Tegangan Output <i>Step up</i> (V)		Arus Output <i>Step up</i> (A)	
		Tanpa Beban	Beban	Tanpa Beban	Beban	Tanpa Beban	Beban	Tanpa Beban	Beban
82,59	4,0	0,873	0,872	0,09	0,11	1,072	0,972	0,07	0,11
92,34	4,5	1,042	0,972	0,09	0,11	1,102	1,014	0,07	0,11
120,9	5,1	1,095	1,025	0,09	0,12	1,370	1,273	0,07	0,11



**Gambar 18.** Pengujian Kecepatan Angin Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 0 Derajat Dengan Rangkaian *Step Up*





**Gambar 19.** Pengujian RPM Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 0 Derajat Dengan Rangkaian *Step Up*

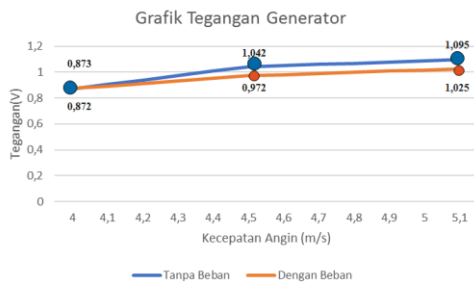


**Gambar 20.** Pengujian Tegangan dan Arus Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 0 Derajat Dengan Rangkaian *Step Up*

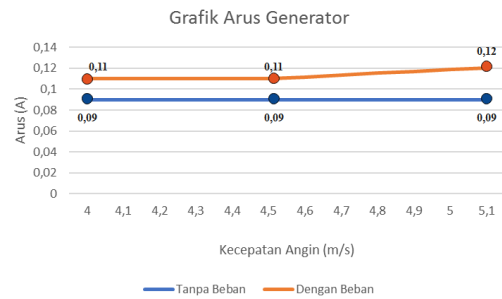


**Gambar 21.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 0 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan RPM terhadap Kecepatan Angin (m/s)

Pada gambar grafik 21 turbin darius *eggbeater* dengan rangkaian *step up* di atas diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan angin yang menerpa *blade* maka putaran dari turbin juga akan semakin tinggi. Kecepatan angin terendah yang diperoleh yaitu 4 m/s dengan kecepatan putaran turbin yaitu 82,59 RPM dan kecepatan angin tertinggi yang diperoleh yaitu 5,1 m/s dengan kecepatan putaran turbin yaitu 120,9 RPM.

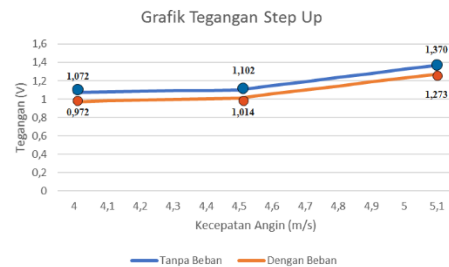


**Gambar 22.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 0 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan Tegangan Generator terhadap Kecepatan Angin (m/s)

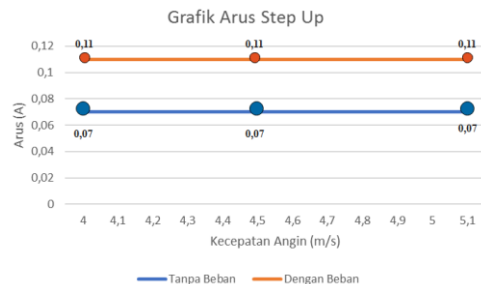


**Gambar 23.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 0 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan Arus Generator terhadap Kecepatan Angin (m/s)

Pada gambar grafik 22 dan 23 turbin darius *eggbeater* dengan rangkaian *step up* di atas diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan angin maka akan berpengaruh terhadap nilai dari tegangan dan arus ketika diberi beban. Kecepatan angin terendah yang diperoleh yaitu 4 m/s dengan tegangan tanpa beban 0,872 Volt, arus tanpa beban 0,09 A dan tegangan dengan beban 0,873 Volt, arus dengan beban 0,11 A. Kecepatan angin tertinggi yang diperoleh yaitu 5,1 m/s dengan tegangan tanpa beban 0,740 Volt, arus tanpa beban 0,09 A dan tegangan dengan beban 1,095 Volt, arus dengan beban 0,12 A.



**Gambar 24.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 0 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan Tegangan Output *Step up* terhadap Kecepatan Angin (m/s)



**Gambar 25.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 0 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan Arus Output *Step up* terhadap Kecepatan Angin (m/s)

Pada gambar grafik 24 dan 25 turbin darius *eggbeater* dengan rangkaian output *step up* diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan angin maka akan berpengaruh terhadap nilai dari tegangan dan arus ketika diberi beban. Kecepatan angin terendah yang diperoleh yaitu 4 m/s dengan tegangan tanpa beban 1,072 Volt, arus tanpa beban 0,07 A dan tegangan dengan beban 0,972 Volt, arus dengan beban 0,11 A. Kecepatan angin tertinggi yang diperoleh yaitu 5,1 m/s dengan tegangan tanpa

beban 1,370 Volt, arus tanpa beban 0,07 A dan tegangan dengan beban 1,273 Volt, arus dengan beban 0,11 A.

**B. Pengujian Turbin dengan Posisi 45°**



**Gambar 26.** Pengujian Turbin Darius *Eggbeater* dalam Posisi 45 Derajat

**a. Pengujian Tanpa Rangkaian Step up**

Pengujian ini memanfaatkan posisi 45° ketika turbin dengan *gearbox*, generator dan tidak terhubung rangkaian *step up* dengan beban lampu LED menggunakan alat bantu yaitu kipas angin yang memiliki kecepatan angin berbeda-beda. Berikut tabel hasil pengukuran yang sudah dilakukan:

**Tabel 4.** Data Pengujian Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 45 derajat Tanpa Rangkaian *Step up*

Rpm	Kecepatan Angin(m/s)	Tegangan (V)		Arus(A)	
		Tanpa Beban	Beban	Tanpa Beban	Beban
73,25	4,3	0,717	0,604	0,07	0,14
83,66	4,7	0,745	0,607	0,07	0,15
101,7	5,2	0,934	0,903	0,07	0,17

**Gambar 27.** Pengujian Kecepatan Angin Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 45 Derajat Tanpa Rangkaian *Step Up*



**Gambar 28.** Pengujian RPM Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 45 Derajat Tanpa Rangkaian

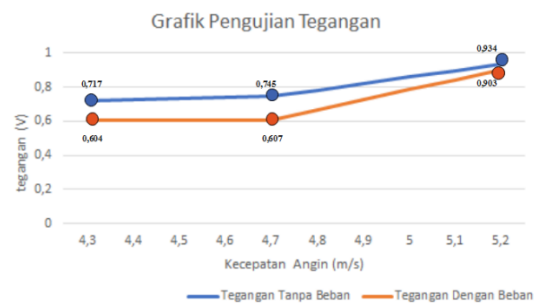


**Gambar 29.** Pengujian Tegangan dan Arus Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 45 Derajat Tanpa Rangkaian *Step Up*

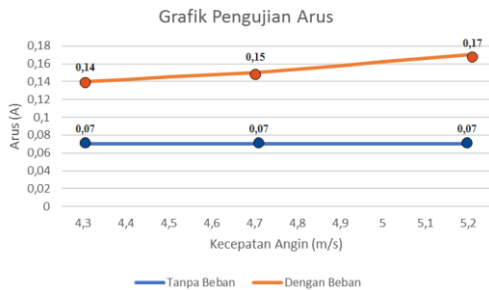


**Gambar 30.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 45 derajat Tanpa Rangkaian *Step Up* Perbandingan RPM terhadap Kecepatan Angin (m/s)

Pada gambar grafik 30. turbin darius *eggbeater* tanpa rangkaian *step up* di atas diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan angin yang menerpa *blade* maka putaran dari turbin juga akan semakin tinggi. Pada kecepatan angin terendah yang diperoleh yaitu 4,3 m/s dengan kecepatan putaran turbin yaitu 73,26 RPM dan kecepatan angin tertinggi yang diperoleh yaitu 5,2 m/s dengan kecepatan putaran turbin yaitu 101,7 RPM.

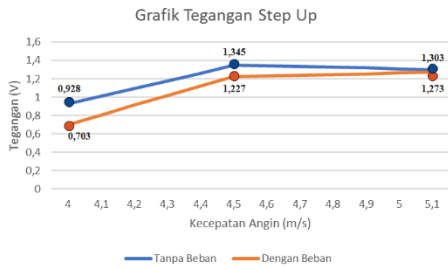


**Gambar 31.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 45 Tanpa Rangkaian *Step Up* derajat Perbandingan Tegangan Generator terhadap Kecepatan Angin (m/s)



**Gambar 32.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 45 derajat Tanpa Rangkaian *Step Up* Perbandingan Arus Generator terhadap Kecepatan Angin (m/s)

Pada gambar grafik 31 dan 32 turbin darius *eggbeater* dengan



rangkaian *step up* di atas diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan angin maka akan berpengaruh terhadap nilai dari tegangan dan arus ketika diberi beban. Kecepatan angin terendah yang diperoleh yaitu 4,3 m/s dengan tegangan tanpa beban 0,717 Volt, arus tanpa beban 0,07 A dan tegangan dengan beban 0,604 Volt, arus dengan beban 0,15 A. Kecepatan angin tertinggi yang diperoleh 5,2 m/s dengan tegangan tanpa beban 0,934 Volt, arus tanpa beban 0,07 A dan tegangan dengan beban 0,903 Volt, arus dengan beban 0,17 A.

**b. Pengujian Dengan Rangkaian Step up**

Pengujian ini memanfaatkan posisi 45° ketika turbin terhubung dengan *gearbox* dan generator menggunakan rangkaian *step up* dengan beban LED. Berikut tabel pengukuran yang sudah dilakukan :

**Tabel 5.** Data Pengujian Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 45 derajat Dengan Rangkaian *Step up*

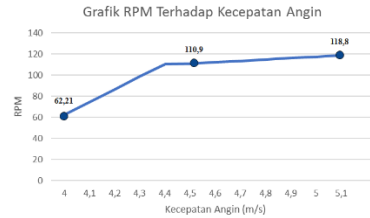
Rpm	Kecepatan Angin(m/s)	Tegangan Generator(V)		Arus Generator(A)		Tegangan Output Step up(V)		Arus Output Step up(A)	
		Tanpa Beban	Beban	Tanpa Beban	Beban	Tanpa Beban	Beban	Tanpa Beban	Beban
62,21	4,0	0,692	0,644	0,09	0,1	0,928	0,703	0,07	0,1
110,9	4,5	0,981	0,975	0,09	0,1	1,345	1,227	0,07	0,1
118,8	5,1	1,076	0,939	0,09	0,11	1,303	1,273	0,07	0,11



**Gambar 33.** Pengujian Kecepatan Angin Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 45 Derajat Dengan Rangkaian *Step Up*

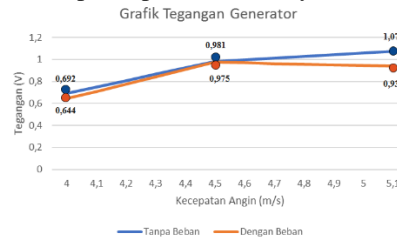


**Gambar 34.** Pengujian RPM Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 45 Derajat Dengan Rangkaian *Step Up*

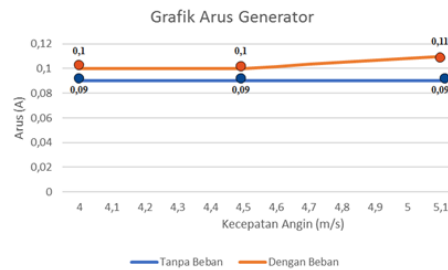


**Gambar 36.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 45 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan RPM terhadap Kecepatan Angin (m/s)

Pada gambar grafik 36 turbin darius *eggbeater* dengan rangkaian *step up* di atas diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan angin yang menerpa *blade* maka putaran dari turbin juga akan semakin tinggi. Kecepatan angin terendah yang diperoleh yaitu 4 m/s dengan kecepatan putaran turbin yaitu 62,21 RPM dan kecepatan angin tertinggi yang diperoleh yaitu 5,1 m/s dengan kecepatan putaran turbin yaitu 118,8 RPM.



**Gambar 37** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 45 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan Tegangan Generator terhadap Kecepatan Angin (m/s)



**Gambar 38.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 45 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan Arus Generator terhadap Kecepatan Angin (m/s)



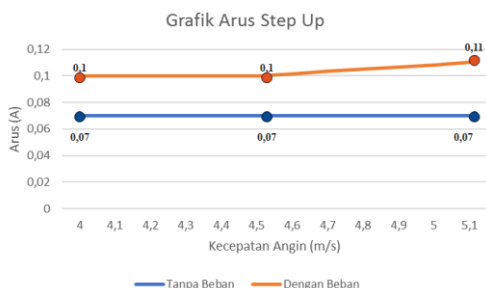
**Gambar 39.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 45 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan Tegangan Output *Step up* terhadap Kecepatan Angin (m/s)



**Gambar 41.** Pengujian Turbin Darius *Eggbeater* dalam Posisi 90 Derajat

**Gambar 40.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 45 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan Arus Output *Step up* terhadap Kecepatan Angin (m/s)

**C. Pengujian Turbin dengan Posisi 90 derajat**



Pada gambar grafik 39 dan 40 turbin darius *eggbeater* dengan rangkaian output *step up* diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan angin maka akan berpengaruh terhadap nilai dari tegangan dan arus ketika diberi beban. Kecepatan angin terendah yang diperoleh yaitu 4 m/s dengan tegangan tanpa beban 0,928 Volt, arus tanpa beban 0,07 A dan tegangan dengan beban 0,703 Volt, arus dengan beban 0,1 A. Kecepatan angin tertinggi yang diperoleh yaitu 5,1 m/s dengan tegangan tanpa beban 1,303 Volt, arus tanpa beban 0,07 A dan tegangan dengan beban 1,273 Volt, arus dengan beban 0,11 A.

a. Pengujian Tanpa Rangkaian *Step up*

Pengujian ini memanfaatkan posisi 90° ketika turbin dengan *gearbox*, generator dan tidak terhubung rangkaian *step up* dengan beban LED menggunakan alat bantu yaitu kipas angin yang memiliki kecepatan angin berbeda-beda. Berikut tabel hasil pengukuran yang sudah dilakukan:

**Tabel 6.** Data Pengujian Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 90 derajat Tanpa Rangkaian *Step up*

Rpm	Kecepatan Angin(m/s)	Tegangan (V)		Arus(A)	
		Tanpa Beban	Beban	Tanpa Beban	Beban
4,9	4,1	0,206	0,164	0,07	0,13
24,48	4,5	0,324	0,250	0,07	0,17
39,36	5,0	0,419	0,325	0,07	0,17



**Gambar 42.** Pengujian Kecepatan Angin Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 90 Derajat Tanpa Rangkaian *Step Up*



**Gambar 43.** Pengujian RPM Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 90 Derajat Tanpa Rangkaian *Step Up*

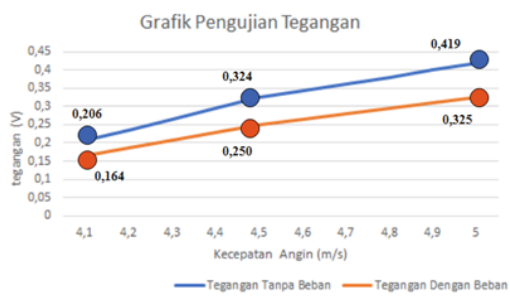


**Gambar 44.** Pengujian Tegangan dan Arus Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 90 Derajat Tanpa Rangkaian *Step Up*

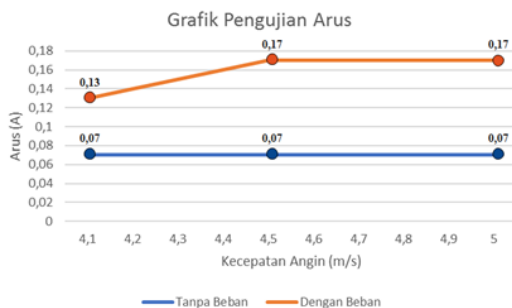


**Gambar 45.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 90 derajat Tanpa Rangkaian *Step Up* Perbandingan RPM terhadap Kecepatan Angin (m/s)

Pada gambar grafik 45 turbin darius *eggbeater* tanpa rangkaian *step up* di atas diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan angin yang menerpa *blade* maka putaran dari turbin juga akan semakin tinggi. Pada kecepatan angin terendah yang diperoleh yaitu 4,1 m/s dengan kecepatan putaran turbin yaitu 4,9 RPM dan kecepatan angin tertinggi yang diperoleh yaitu 5,0 m/s dengan kecepatan putaran turbin yaitu 39,36 RPM.



**Gambar 46.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 90 derajat Tanpa Rangkaian *Step Up* Perbandingan Tegangan Generator terhadap Kecepatan Angin (m/s)



**Gambar 47.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 90 derajat Tanpa Rangkaian *Step Up* Perbandingan Arus Generator terhadap Kecepatan Angin (m/s)

Pada gambar grafik 46 dan 47 turbin darius *eggbeater* dengan rangkaian *step up* di atas diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan angin maka akan berpengaruh terhadap nilai dari tegangan dan arus ketika diberi beban. Kecepatan angin terendah yang diperoleh yaitu 4,1 m/s dengan tegangan tanpa beban 0,206 Volt, arus tanpa beban 0,07 A dan tegangan dengan beban 0,164 Volt, arus dengan beban 0,13 A. Kecepatan angin tertinggi yang diperoleh yaitu 5,0 m/s dengan tegangan tanpa beban 0,419 Volt, arus tanpa beban 0,07 A dan tegangan dengan beban 0,325 Volt, arus dengan beban 0,17 A.

**b. Pengujian Dengan Rangkaian Step up**

Pengujian ini memanfaatkan posisi 90o ketika turbin terhubung dengan gearbox dan generator menggunakan rangkaian *step up* dengan beban LED. Berikut tabel pengukuran yang sudah dilakukan:

**Tabel 7.** Data Pengujian Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 90 derajat Dengan Rangkaian *Step up*

Rpm	Kecepatan Angin(m/s)	Tegangan Generator(V)		Arus Generator(A)		Tegangan Output Step up(V)		Arus Output Step up(A)	
		Tanpa Beban	Beban	Tanpa Beban	Beban	Tanpa Beban	Beban	Tanpa Beban	Beban
12,64	4,0	0,439	0,407	0,06	0,09	0,478	0,452	0,07	0,09
62,87	4,5	0,838	0,749	0,06	0,09	1,057	0,857	0,07	0,09
75,15	5,1	0,973	0,951	0,06	0,09	1,112	1,101	0,07	0,09



**Gambar 48.** Pengujian Kecepatan Angin Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 90 Derajat Dengan Rangkaian *Step Up*

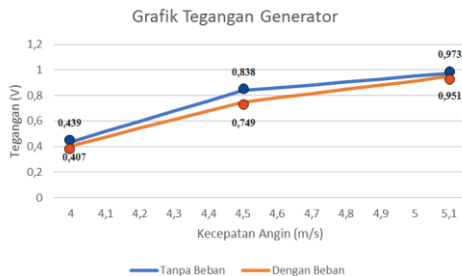


**Gambar 50.** Pengujian Tegangan dan Arus Turbin Darius *Eggbeater* dengan Posisi 90 Derajat Dengan Rangkaian *Step Up*

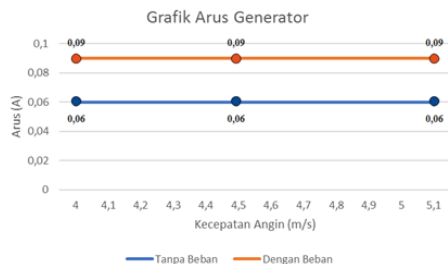


**Gambar 51.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 90 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan RPM terhadap Kecepatan Angin (m/s)

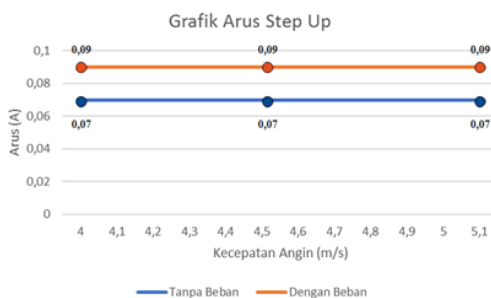
Pada gambar grafik 51 turbin darius *eggbeater* dengan rangkaian *step up* di atas diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan angin yang menerpa *blade* maka putaran dari turbin juga akan semakin tinggi. Kecepatan angin terendah yang diperoleh yaitu 4 m/s dengan kecepatan putaran turbin yaitu 12,64 RPM dan kecepatan angin tertinggi yang diperoleh yaitu 5,1 m/s dengan kecepatan putaran turbin yaitu 75,15 RPM.



**Gambar 52.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 90 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan Tegangan Generator terhadap Kecepatan Angin (m/s)



**Gambar 53.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 90 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan Tegangan Generator terhadap Kecepatan Angin (m/s)



**Gambar 54.** Grafik Turbin Darius *Eggbeater* Posisi 90 derajat Dengan Rangkaian *Step up* Perbandingan Arus Output *Step up* terhadap Kecepatan Angin (m/s)

Pada gambar grafik 53 dan 54 turbin darius *eggbeater* dengan rangkaian output *step up* diperoleh hasil bahwa semakin tinggi kecepatan angin maka akan berpengaruh terhadap nilai dari tegangan dan arus ketika diberi beban. Kecepatan angin terendah yang diperoleh yaitu 4 m/s dengan tegangan tanpa beban 0,478 Volt, arus tanpa beban 0,07 A dan tegangan dengan beban 0,452 Volt, arus dengan beban 0,09 A. Kecepatan angin tertinggi yang diperoleh 5,1 m/s dengan tegangan tanpa beban

1,112 Volt, arus tanpa beban 0,07 A dan tegangan dengan beban 1,101 Volt, arus dengan beban 0,09 A.

#### IV. Kesimpulan

Dari tahap proses perhitungan, perencanaan, pembuatan, pengujian alat dan pengambilan data yang sudah dilakukan pada alat Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun *Vertical Axis Wind Turbine* Portabel Tipe Darius *Eggbeater*” maka terdapat kesimpulan dan saran yaitu sebagai berikut :

1. Turbin darius *eggbeater* menggunakan bilah berjumlah 3 dengan beberapa perbandingan posisi sudut  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  dan  $90^\circ$ .
2. Semakin tinggi kecepatan angin yang diperoleh maka akan semakin tinggi kecepatan putaran pada turbin.
3. Penggunaan *gearbox* pada generator menggunakan perbandingan 1:2 dengan hasil pada saat satu kali putaran pada poros turbin maka akan menjadi dua kali pada rotor generator DC.
4. *Blade* turbin darius *eggbeater* dapat berputar dengan maksimal dengan kecepatan angin 4 m/s dengan bantuan alat kipas angin.
5. Turbin darius *eggbeater* pada posisi 0 derajat merupakan turbin yang maksimal dimana dari generator DC digabungkan dengan rangkaian modul *step up* sebagai penaik tegangan sehingga dapat digunakan untuk menyalakan beban yaitu lampu LED dengan ketentuan tegangan output dari *step up* lebih dari 1 Volt.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ismail Nakhoda, Yusuf dan Chorul Saleh. “*Rancang Bangun Kincir Angin Sumbu Vertikal Pembangkit Listrik Portabel*”. 2015. Teknik Elektro. Institut Teknologi Nasional Malang
- [2] Muhamad Amsor, Rizki dan Iskandar R. “*Performasi Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Savonius 2 Tingkat Untuk Pengisian Bterai Sebagai Penerangan lamou Perahu Nelayan Kota Padang*”. 2017. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Andalas. Padang.
- [3] Prasetyo, Budhi, M. Adhi Fatwa Ramadhan dan Martinus Dimas Rusdianto. “*Alat Pengisi Baterai Ponsel Tenaga Angin*”. 2017. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.
- [4] Sharma, Ritesh dan Prof. Brijesh Patel. “*Design and Simulation of Darrieus (Eggbeater) Type Vertical Axis Wind Turbine using Open Source Software Q Blade*”. 2015. School of Engg. And IT, MATS University. Raipur. Chhatisgarh. India.
- [5] Bachtiar, Shomad. “*Perancangan Dan Pembuatan Bilah Tipe Inverse Taper Menggunakan Airfoil NACA 4412 Pada Turbine Angin Sumbu Horizontal*”. 2018. Politeknik Negeri Madiun.