

PENGARUH DIAMETER MAGNET DAN SUDUT SERANG MAGNET SERTA
INTERAKSINYA TERHADAP GAYA TANGENSIAL PADA TURBIN MAGNET
MENGUNAKAN MAGNET PERMANEN NEODYMIUM

**(THE EFFECT OF MAGNET DIAMETER AND ANGLE OF ATTACK AND THEIR
INTERACTION ON TANGENTIAL FORCES IN MAGNET TURBINES USING
NEODYMIUM PERMANENT MAGNETS)**

M. Dwi Rizqi Rahmatullah⁽¹⁾, Wirawan⁽¹⁾

⁽¹⁾Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang
Jl. Soekarno-Hatta No. 9 Malang

Email: dwirizqi308@gmail.com

Diterima: 14 Agustus 2024. Disetujui: 15 Mei 2025. Dipublikasikan: 30 Mei 2025

ABSTRAK

Turbin merupakan suatu penggerak yang mengubah energi potensial menjadi energi kinetik dan energi kinetik. Sifat magnet dengan kutub yang senama akan terjadi gaya tolak-menolak atau dapat terjadi sebuah gaya dorong. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh diameter magnet dan sudut serang magnet serta interaksinya terhadap gaya tangensial pada turbin magnet menggunakan magnet permanen neodymium. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental pada turbin magnet menggunakan magnet permanen neodymium. Variasi diameter magnet yaitu 15 mm, 20 mm, 25 mm, dan 30 mm serta variasi sudut serang magnet yaitu 5°, 10°, 15°, 20°. Hasil yang didapatkan pada penelitian yaitu pada arah putaran *clockwise* nilai gaya tangensial yang optimal yaitu 4,648 N dengan diameter magnet 30 mm dan sudut serang 5°, sedangkan pada arah putaran *counterclockwise* nilai gaya tangensial yang optimal yaitu 4,087 N dengan diameter magnet 30 mm dan sudut serang 5°.

Kata Kunci: Diameter Magnet; Sudut Serang Magnet; Gaya Tangensial

ABSTRACT

A turbine is a drive that converts potential energy into kinetic energy and kinetic energy. The nature of magnets with the same poles will result in a repulsive force or a pushing force. The aim of this research is to determine the effect of magnet diameter and magnet attack angle and their interaction on the tangential force in a magnetic turbine using neodymium permanent magnets. The research method used is experimental on a magnetic turbine using neodymium permanent magnets. Variations in the diameter of the magnet are 15 mm, 20 mm, 25 mm, and 30 mm and variations in the angle of attack of the magnet are 5°, 10°, 15°, 20°. The results obtained in this research are that in the clockwise rotation direction the optimal tangential force value is 4.648 N with a magnet diameter of 30 mm and an angle of attack of 5°, while in the counterclockwise rotation direction the optimal tangential force value is 4.087 N with a diameter 30 mm magnet and angle of attack 5°.

Keywords: Magnet Angle of Attack; Magnet Diameter; Tangential Force

PENDAHULUAN

Turbin merupakan suatu penggerak yang mengubah energi potensial menjadi energi kinetik dan energi kinetik. Turbin air dapat berputar dengan adanya dorongan oleh aliran air yang mendorong sudu-sudu turbin. Magnet adalah sebuah benda yang dapat menimbulkan sebuah gejala gaya baik itu gaya tarik-menarik ataupun gaya tolak-menolak. Sifat magnet dengan kutub yang senama akan terjadi gaya tolak-menolak atau dapat terjadi sebuah gaya dorong. Sifat magnet dengan kutub yang senama akan terjadi gaya tolak-menolak atau dapat terjadi sebuah gaya dorong. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh diameter magnet dan sudut serang magnet serta interaksinya terhadap gaya tangensial pada turbin magnet menggunakan magnet permanen neodymium.

Menurut Kuncoro Asih Nugroho (2010) pada penelitian “Penentuan Gaya Tolak Menolak Magnet Antar Dua Magnet Permanent Menggunakan Metode Kesetimbangan Benda”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pada saat magnet yang melayang akibat adanya gaya tolak menolak magnet dalam keadaan seimbang, besar gaya tolak menolak sama dengan gaya berat yang bekerja pada magnet. Ada kesetimbangan gaya antara gaya tolak magnet dengan gaya berat akibat massa magnet ketika magnet yang di atas diam. Gaya tolak magnet dapat ditentukan untuk r tertentu dengan merubah massa magnet. Besar gaya berat magnet pada masing-masing r dapat ditentukan dari gaya berat akibat massa magnet [1].

Menurut Deni Oktavianto dkk (2017) berdasarkan penelitian yang telah mereka lakukan yaitu “Analisa Pengaruh Variasi Bentuk Sudu, Sudut Serang dan Kecepatan Arus Pada Turbin Arus Tipe Sumbu Vertikal Terhadap Daya yang Dihasilkan Oleh Turbin”, menyatakan bahwa performa paling optimum dimiliki oleh turbin SELIG 1223 sudut serang 0° dengan nilai gaya sebesar 1846,84 N (pada 3 m/s). Nilai torsi sebesar 738,736 Nm (pada 3 m/s). Nilai daya sebesar 5,532 kW (pada 3m/s). Nilai C_p sebesar 0,513 (pada 3 m/s). Nilai efisiensi sebesar 51,224 % (pada 3 m/s). Sehingga turbin dengan foil SELIG 1223 sudut serang 0° merupakan turbin paling optimum pada penelitian ini [2].

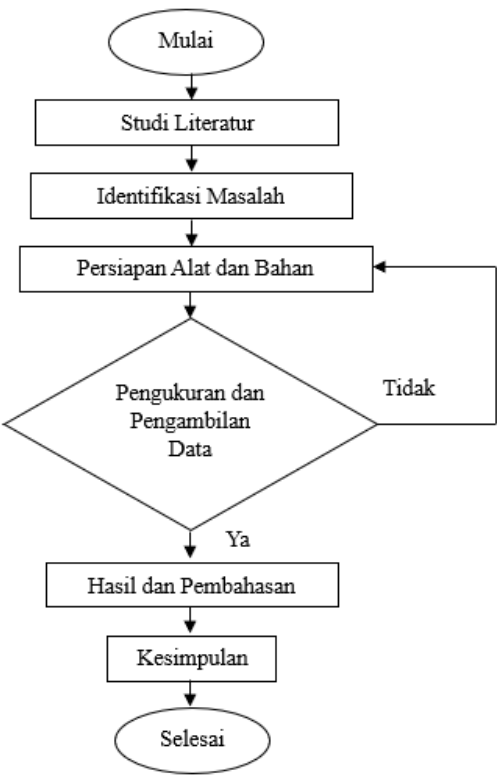
Menurut Yakob (2019) pada penelitian “Turbin Magnet Permanen Sebagai Penggerak Alternatif Generator Yang Bebas Energi”. Semakin banyak lubang roda turbin terisi oleh magnet melingkari roda maka jarak gerak berputar roda semakin pendek hal ini disebabkan ruang kosong atau jarak periodik dari magnet pertama roda dengan magnet terakhir roda dan saat dimana akan terjadinya gejala tolak-menolak antara magnet roda dan magnet nosel semakin singkat. Terlebih lagi jika keseluruhan lubang roda terisi oleh magnet, maka tidak ada ruang/jarak bebas medan magnetik tolak-menolak dari magnet roda, dan magnet nosel yang akan menahan gerak roda sehingga tidak bisa berputar bebas. Secara menyeluruh hasil akhir dari penelitian turbin magnet permanen yang bebas energi ini bisa berputar dengan nosel yang dinamis tetapi

tidak dapat berputar secara kontinu dengan nosel yang tetap diam pada posisi [3].

MATERIAL DAN METODOLOGI

Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian studi kasus dengan menggunakan metode Eksperimental dalam pengolahan datanya dengan menggunakan alat ukur timbangan pegas dengan tingkat ketelitian 0-500 gram. Metode Eksperimental dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan.

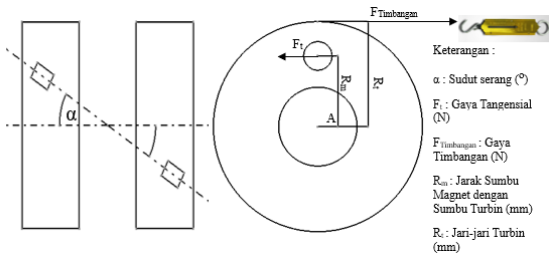
Gambar 1 merupakan tahapan proses yang dilakukan dalam penelitian ini yang digambarkan dalam diagram alir berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir



Gambar 2. Turbin Magnet



Gambar 3. Setting Peralatan

Pada setting peralatan seperti Gambar 2 dan 3 yaitu mempersiapkan peralatan yang dibutuhkan seperti timbangan pegas untuk mengukur gaya timbangan. Terdapat sebuah rotor dan stator pada turbin magnet dalam penelitian ini. Rotor dan stator tersebut dipasangkan magnet sesuai dengan diameter yang harus dipasangkan pada rotor dan stator. Setelah itu memasang rotor dan stator pada turbin. Jika terdapat putaran pada rotor, maka dilakukan pengukuran putaran yang terjadi pada rotor dengan menggunakan timbangan pegas. Jika berputar kekanan adalah *clockwise*, dan berputar kekiri adalah *counterclockwise*. Dari gambar diatas maka didapatkan rumus sebagai berikut:

$$\sum M_A = 0$$
 (1)

$$-F_t \times R_m + F_{Timbangan} \times R_t = 0$$
 (2)

$$F_t = \frac{F_{Timbangan} \times R_t}{R_m}$$
 (3)

HASIL DAN PEMBAHASAN

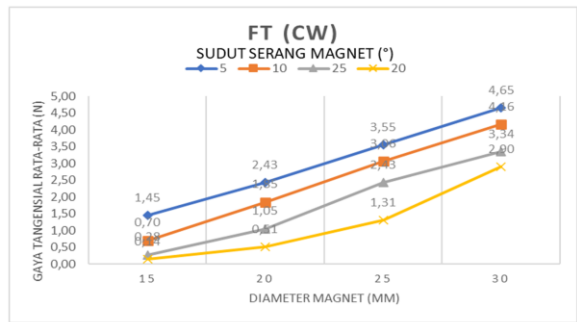
Sebelum mencatat data gaya tangensial pada Table 1, dilakukan pengambilan data $F_{\text{Timbangan}}$ sesuai dengan rumus dibawah dan setelah itu masukkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada Table.

Tabel 1. Hasil Pengukuran

Diameter Magnet (d) [mm]	Sudut Serang (α) [°]	Gaya Tangensial (F _t) [Newton]						Rata-rata	
		Clockwise (CW)			Counterclockwise (CCW)			CW	CCW
		CW ke-1	CW ke-2	CW ke-3	CCW ke-1	CCW ke-2	CCW ke-3		
15	5	1,47	1,40	1,47	1,19	1,12	1,12	1,45	1,14
	10	0,70	0,70	0,70	0,56	0,56	0,56	0,70	0,56
	15	0,28	0,28	0,28	0,14	0,14	0,14	0,28	0,14
	20	0,14	0,14	0,14	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00
20	5	2,45	2,38	2,45	1,89	1,82	1,89	2,43	1,87
	10	1,82	1,82	1,89	1,26	1,26	1,26	1,85	1,26
	15	1,05	1,05	1,05	0,56	0,49	0,42	1,05	0,49
	20	0,56	0,56	0,42	0,28	0,28	0,28	0,51	0,28
25	5	3,50	3,64	3,50	3,08	3,08	2,94	3,55	3,04
	10	3,01	3,01	3,15	2,24	2,31	2,24	3,06	2,27
	15	2,45	2,38	2,45	1,54	1,61	1,54	2,43	1,56
	20	1,26	1,33	1,33	0,42	0,42	0,56	1,31	0,47
30	5	4,69	4,62	4,62	3,99	4,20	4,06	4,65	4,09
	10	4,13	4,06	4,27	3,15	3,22	3,22	4,16	3,20
	15	3,50	3,29	3,22	1,89	1,89	1,89	3,34	1,89
	20	2,94	2,87	2,87	1,26	1,26	1,19	2,90	1,24

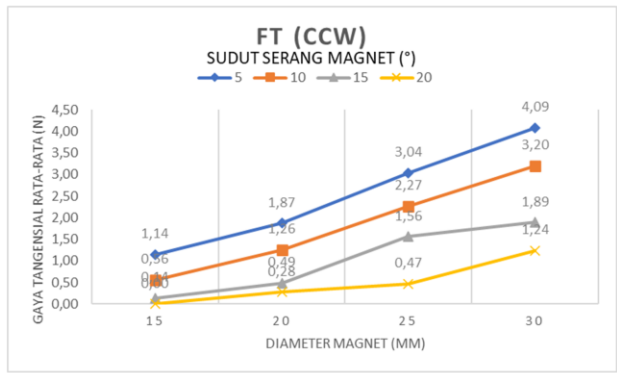
Tingkat ketelitian timbangan pegas yang digunakan adalah 0-500 gram. Untuk mengubah satuan gram tersebut ke satuan Newton, maka diperlukan konversi dari gram menjadi kg terlebih dahulu, agar dapat dikonversi menjadi satuan Newton.

Perhitungan dengan rumus tersebut peneliti menggunakan bantuan *software* Ms. Excel untuk mempermudah mendapatkan hasil pada perhitungan tersebut. Setelah mendapatkan hasil pengukuran pada Tabel 1, lalu melakukan olah data menggunakan bantuan *software* minitab 21 dan Ms. Excel.



Gambar 4. Pengaruh Diameter Magnet Terhadap Gaya Tangensial Clockwise

Gambar 4 dan 5 adalah hasil pengolahan data pada Ms. Excel dan minitab 21.



Gambar 5. Pengaruh Diameter Magnet Dan Sudut Serang Magnet Terhadap Gaya Tangensial Counterclockwise

Pada Gambar 4 dan 5 dapat disimpulkan bahwa grafik mengalami kenaikan. Semakin besar diameter magnet, maka semakin besar gaya tangensial. Sedangkan semakin besar sudut serang, maka semakin kecil gaya tangensial. Pada Gambar 4 gaya tangensial tertinggi yaitu 4,65 N pada diameter magnet 30 mm dan sudut serang magnet 5°. Sedangkan gaya tangensial terendah yaitu 0,14 N pada diameter magnet 15 mm dan sudut serang magnet 20°. Pada Gambar 5 Gaya tangensial tertinggi yaitu 4,65 N pada diameter magnet 30 mm dan sudut serang magnet 5°. Sedangkan gaya tangensial terendah yaitu 0,14 N pada diameter magnet 15 mm dan sudut serang magnet 20°.

Dalam penelitian ini, acuan α (alpha) sebesar 5% yang digunakan pada penelitian ini. α (alpha) adalah batas maksimum dari kesalahan yang dapat diterima dalam hipotesis alternatif (H1). Untuk mempermudah analisis data, pada penelitian ini digunakan rumus sebagai berikut:

- Jika nilai $F\text{-value} \leq F\text{-tabel}$, maka hipotesis nul (H_0) diterima.
- Jika nilai $F\text{-value} > F\text{-tabel}$, maka hipotesis alternatif (H_1) diterima
- Jika nilai $P\text{-value} > 0,05$, maka hipotesis nul (H_0) diterima,
- Jika nilai $P\text{-value} \leq 0,05$, maka hipotesis alternatif (H_1) diterima.

Ketika menggunakan *software* minitab 21 dalam proses terdapat data pendukung selain dari uji normalitas. Data pendukung ini termasuk tabel *analysis of variance* (ANOVA) dan summary model yang ditampilkan di bawah ini.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	15	89,9414	5,9961	1503,01	0,000
Linear	6	88,5329	14,7555	3698,69	0,000
D(mm)	3	66,3394	22,1131	5543,00	0,000
SS(*)	3	22,1935	7,3978	1854,38	0,000
2-Way Interactions	9	1,4085	0,1565	39,23	0,000
D(mm)*SS(*)	9	1,4085	0,1565	39,23	0,000
Error	32	0,1277	0,0040		
Total	47	90,0690			

Gambar 6. Analysis of Variance ANOVA) F_t (CW)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	15	64,8509	4,3234	1761,06	0,000
Linear	6	61,0371	10,1728	4143,72	0,000
D(mm)	3	32,1740	10,7247	4368,50	0,000
SS(*)	3	28,8631	9,6210	3918,94	0,000
2-Way Interactions	9	3,8138	0,4238	172,61	0,000
D(mm)*SS(*)	9	3,8138	0,4238	172,61	0,000
Error	32	0,0786	0,0025		
Total	47	64,9295			

Gambar 7. Analysis of Variance ANOVA) F_t (CCW)

Hasil *analysis of variance* menggunakan minitab 21 yang ada pada Gambar 6 dan 7 menunjukkan bahwa variabel bebas, yaitu diameter magnet dan sudut serang magnet memiliki nilai $F\text{-value} > F\text{-tabel}$. Berdasarkan data dan rumus tersebut, dapat disimpulkan bahwa hipotesis alternatif (H_1) diterima,

sedangkan hipotesis nul (H_0) ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing variabel bebas dan interaksinya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel terikat dalam penelitian ini. Pada variabel bebas yaitu diameter magnet dan sudut serang magnet serta interaksinya memiliki nilai $P\text{-value} \leq 0,05$. Berdasarkan data dan rumus tersebut, dapat disimpulkan bahwa hipotesis alternatif (H_1) diterima, sedangkan hipotesis nul (H_0) ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing variabel bebas dan interaksinya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel terikat dalam penelitian ini.

Model summary adalah tabel yang berisi data R-sq sebagai koefisien yang terdeformasi, dimana nilai R-sq dinyatakan dalam bentuk persentase. Ada tiga kategori pengelompokkan untuk nilai R-sq, yaitu kategori kuat, moderat, dan lemah. Nilai R-sq 0,75 termasuk dalam kategori kuat, nilai R-sq 0,50 termasuk dalam kategori moderat, dan nilai R-sq 0,25 termasuk dalam kategori lemah.

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0631615	99,86%	99,79%	99,68%

Model Summary

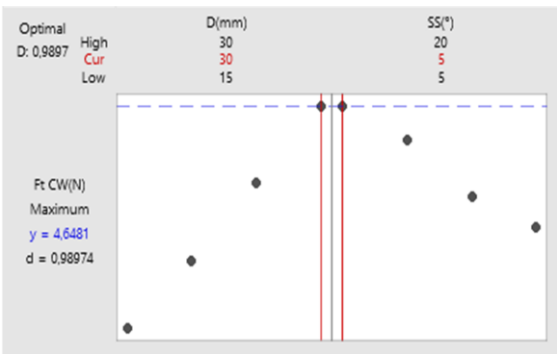
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0495480	99,88%	99,82%	99,73%

Model Summary F_t (CW) Model Summary F_t (CCW)

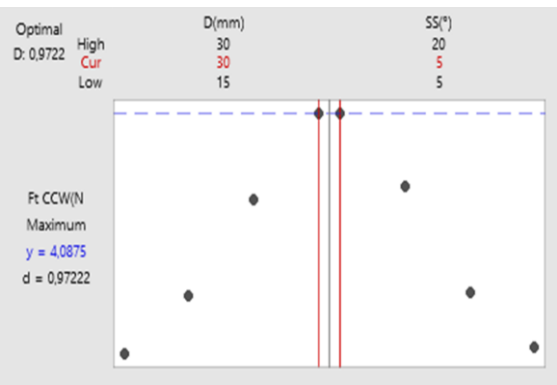
Gambar 8. Nilai R-sq

Berdasarkan Gambar 8 nilai R-sq adalah 99,86%, dapat disimpulkan bahwa kedua variabel bebas, yaitu diameter magnet dan sudut serang magnet memiliki pengaruh kuat terhadap variabel terikat, yaitu gaya tangensial *clockwise* sebesar 99,86%, sementara sisanya 0,14% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain diluar model regresi atau variabel yang mungkin tidak diukur. Begitu juga dengan CCW

nilai R-sq adalah 99,88%, dapat disimpulkan bahwa kedua variabel bebas, yaitu diameter magnet dan sudut serang magnet memiliki pengaruh kuat terhadap variabel terikat, yaitu gaya tangensial *counterclockwise* sebesar 99,88%, sementara sisanya 0,12% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain diluar model regresi atau variabel yang mungkin tidak diukur.



Gambar 9. Response Optimization F_t (CW)



Gambar 10. Response Optimization F_t (CCW)

Berdasarkan Gambar 9 dan 10 menunjukkan *Response optimization maximum*. Proses ini dipengaruhi oleh dua variabel yaitu diameter magnet dan sudut serang magnet. Hal ini dilakukan untuk mengoptimalkan gaya tangensial tersebut. Dapat dilihat bahwa variasi diameter magnet 30 mm dan sudut serang 5° menghasilkan gaya tangensial tertinggi atau ideal.

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu terdapat pengaruh yang signifikan pada diameter magnet dan sudut serang magnet serta interaksinya terhadap gaya tangensial. Hal ini ditunjukkan oleh tabel ANOVA dimana nilai *F-value* > *F-tabel* (3,20). Untuk nilai gaya tangensial yang optimal terdapat pada diameter magnet 30 mm dan sudut serang 5°. Dan pada tabel ANOVA nilai *P-value* juga menunjukkan bahwa *P-value* < 0,05, dimana H_1 diterima dan H_0 ditolak. Hasil pada penelitian ini yaitu pada arah putaran *clockwise* nilai gaya tangensial yang optimal yaitu 4,648 N dengan diameter magnet 30 mm dan sudut serang 5°, sedangkan pada arah putaran *counterclockwise* nilai gaya tangensial yang optimal yaitu 4,087 N dengan diameter magnet 30 mm dan sudut serang 5°.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kuncoro A.N. 2010. Penentuan Gaya Tolak Menolak Magnet Antar Dua Magnet Permanet Menggunakan Metode Kesetimbangan Benda. Universitas Negeri Yogyakarta
- [2] Deni Oktavianto, dkk. 2017. Analisa Pengaruh Variasi Bentuk Sudu, Sudut Serang dan Kecepatan Arus Pada Turbin Arus Tipe Sumbu Vertikal Terhadap Daya yang Dihasilkan Oleh Turbin. Universitas Diponegoro.
- [3] Kurniawan, I. 2014. Kajian Eksperimental dan Numerikal Turbin Air Helikal Gorlov Untuk Twist Angle 60 dan 120. Jurnal Teknobiologi V(1): 7.

- [4] Yakob Liklikwatil, dkk. 2019. Turbin Magnet Permanen Sebagai Penggerak Alternatif Generator Yang Bebas Energi.
- [5] Kuncoro A.N. 2009. Pengembangan Model Generator Energi Listrik Berbasis Penerapan Hukum Faraday dan Gaya Tolak Menolak Magnet. Thesis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta, Indonesia.
- [6] Muhammad Fadhil, K, SA. 2018. Pengaruh Sudut Serang Terhadap Kinerja Turbin Angin Heliks Gorlov Dengan Penambahan Curveplate. Universitas Negeri Semarang
- [7] Nurhadi, Arif. 2011. Jurnal. Perancangan Generator Putaran Rendah Magnet Permanen Jenis FE Fluks Aksial. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [8] Purnawan, B. S. 2012. Perancangan Pembangkit Listrik Sederhana Menggunakan Generator Mini Magnet Permanen. Universitas Pakuan. Bogor.
- [9] Rendi Yulianto, Karnowo. 2020. Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Dan Sudut Serang Terhadap Kinerja Turbin Air Darrieus. Universitas Negeri Semarang.
- [10] Sumarno. 2019. Analisa Rancang Bangun Turbin Tenaga Magnet Sederhana Sebagai Sumber Listrik Skala Rumah Tangga. Universitas Muhammadiyah Tangerang.