

Perancangan Model Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Heliks Kapasitas 5 W

SKRIPSI

Oleh:

**Nama : Fadhilah Fahmi Rusdianto
NPM : 173030114**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Perancangan Model Turbin Angin Poros Vertikal Tipe Heliks Kapasitas 5 W



Nama : Fadhilah Fahmi Rusdianto

NPM : 173030114

Pembimbing Utama



Ir. Endang Achdi, MT

Pembimbing Pendamping



Ir. Syahbardia, MT

ABSTRAK

Kurangnya pemanfaatan energi yang terbarukan di Indonesia, mendorong peneliti untuk merancang sebuah pembangkit energi. Melimpahnya sumber daya alam berupa angin di Indonesia dapat dimanfaatkan dengan turbin angin untuk keperluan sehari-hari. Penelitian kali ini memaparkan mengenai perancangan model turbin angin sumbu vertikal tipe heliks kapasitas 5W. Selain pembuatan turbin, penulis juga melakukan pengembangan pada bagian rotor turbin untuk memperbaiki self-starting dari turbin. Tahapan yang dilakukan dalam perancangan ini adalah, pertama menentukan kriteria perancangan turbin yaitu airfoil, blade solidity dan pemilihan material. Setelah semua kriteria desain ditentukan, dilanjutkan dengan membuat model 3D. Setelah rancangan dimensi dari turbin sudah dibuat, selanjutnya proses untuk perhitungan rancangan daya turbin bisa dilakukan. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu, perancangan turbin angin sumbu vertikal tipe heliks kapasitas 5 W dengan menggunakan airfoil NACA 0018 pada bagian sudunya, dengan blade solidity sebesar 0,4. Material aluminium dipilih untuk perancangan pada rangka turbin, dan menggunakan bahan komposit epoxy fibre glass dengan core-nya adalah kayu balsa. Rancangan turbin ini memiliki daya turbin sebesar 5,53 W dengan koefisien daya turbin (C_p) 20% pada angin 4 m/s. Dimensi turbin yang dirancang adalah $\varnothing 800\text{mm} \times 900\text{mm}$.

Kata kunci: Turbin Angin, Rancangan, Koefisien Daya, *Blade Solidity*, Material Turbin.



DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	ii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
ABSTRAK	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II STUDI LITERATUR.....	3
2.1 Turbin Angin.....	3
2.2 Jenis-Jenis Turbin Angin	4
2.2.1 Turbin Angin Sumbu Horizontal (TASH)	4
2.2.2 Turbin Angin Sumbu Vertikal (TASV)	8
2.3 Gaya Aerodinamik Pada Turbin Angin	11
2.4 Prinsip Kerja dan Spesifikasi Turbin Angin	12
2.5 Energi Angin.....	15
2.6 Sifat Udara	16
2.7 <i>Blade Solidity</i>	19
2.8 Perhitungan Turbin Angin Vertikal	20
2.9 Sumber Daya Energi Angin.....	22
2.10 Pemilihan <i>Airfoil</i>	23
2.11 Gaya Angkat, Gaya Geser dan Parameter Non-dimensional.....	23
2.12 Teori Momentum Betz.....	26
2.13 Generator.....	27
2.14 Komposit.....	28

2.15 Alat Pengukur	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Metodologi Penelitian.....	34
BAB IV PERANCANGAN MODEL TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE HELIKS KAPASITAS 5 W	35
4.1 Jenis Turbin Angin.....	35
4.2 Perancangan Rotor Turbin Heliks.....	35
4.2.1 Panjang <i>Chord</i>	35
4.2.2 Tinggi Turbin.....	36
4.2.3 Sudut Pitch Heliks Turbin.....	37
4.3 Pembuatan Model 3D dan Pemilihan Material.....	38
4.4 Daya Turbin	40
4.5 Torsi Rotor Turbin	41
4.6 Pecepatan Sudut Turbin.....	41
4.7 Gambar 2D dan BOM.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi angin di Indonesia mempunyai kecepatan angin antara 2 m/s hingga 5m/s, tetapi belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat. Karena itu dibutuhkan suatu alat yang dapat memanfaatkan energi angin tersebut, yaitu turbin angin. Turbin angin yang sesuai digunakan dengan kondisi angin di Indonesia adalah turbin angin poros vertikal. Salah satu jenis turbin angin poros vertikal adalah tipe heliks. Turbin angin poros vertikal tipe heliks memiliki kemampuan untuk *self-starting*. *Self-starting* turbin adalah kemampuan turbin untuk berputar dengan sendirinya tanpa dorongan awal. *Self-starting* turbin angin sulit didapatkan pada kecepatan angin rendah.

Sehubungan dengan *self-starting* turbin angin yang sulit didapatkan pada kecepatan angin rendah. Penulis berupaya untuk meningkatkan kemampuan *self-starting* turbin, maka diperlukan pengembangan pada bagian rotor turbin. Pengembangan dilakukan pada sudu turbin dan dimensi rotor. Pengembangan yang dilakukan adalah pemilihan sudu yang dapat menghasilkan torsi yang tinggi, pemilihan material turbin yang ringan dan dimensi rotor yang ideal. Maka melalui skripsi ini akan diupayakan rancang bangun model turbin angin poros vertikal tipe heliks kapasitas 5W. Dalam skripsi ini akan difokuskan pada perancangan turbin angin poros vertikal tipe heliks kapasitas 5W.

1.2 Perumusan Masalah

Agar pembahasan skripsi ini relevan dengan permasalahan yang disampaikan di atas maka rumusan masalah adalah bagaimanakah pengembangan yang dilakukan pada sudu turbin dan dimensi rotor pada rancangan turbin angin poros vertikal tipe heliks kapasitas 5W agar meningkatkan kemampuan *self-starting*.

1.3 Tujuan

Tujuan skripsi ini adalah mendapatkan rancangan turbin angin poros vertikal tipe heliks yang berkapasitas 5 W yang dapat meningkatkan kemampuan *self-starting* dengan cara mengembangkan sudu turbin dan dimensi rotor.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan skripsi ini sesuai dengan tujuan maka, masalah yang akan dibahas yaitu pengembangan sudu turbin dan dimensi rotor dari rancangan model turbin angin poros vertikal tipe heliks kapasitas 5 W.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini disusun dengan urutan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Bab ini berisikan definisi yang diambil dari kutipan buku yang berkaitan dengan penyusunan laporan skripsi serta beberapa *literature review* yang berhubungan dengan penelitian.

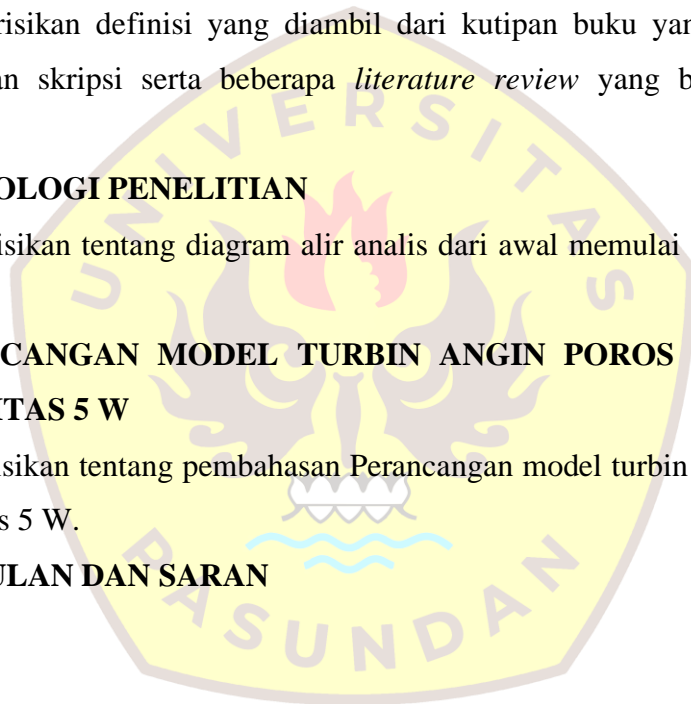
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang diagram alir analisis dari awal memulai *study* skripsi sampai selesai.

BAB IV PERANCANGAN MODEL TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE HELIKS KAPASITAS 5 W

Bab ini berisikan tentang pembahasan Perancangan model turbin angin poros vertikal tipe heliks kapasitas 5 W.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. S. K. Mangu, "Unjuk Kerja Kincir Angin Poros Horizontal Dua Sudu Bahan Komposit Diameter 1 M Lebar Maksimum 13 CM dengan Jarak 12.5 CM dari Pusat Poros," Tek. Mesin Fak. Sains Dan Teknol. Univ. Sanata Dharma. Yogyakarta, 2016, [Online]. Available: https://repository.usd.ac.id/30573/2/125214038_full%5B1%5D.pdf
- [2] D. A. Spera, Wind turbine technology, 1st ed. Fairfield, NJ (United States); American Society of Mechanical Engineers, 1994.
- [3] E. Hau, Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics. 2006. doi: 10.1007/3-540-29284-5.
- [4] J. D. Anderson Jr, "History of high-speed flight and its technical development," AIAA J., vol. 39, no. 5, pp. 761–771, 2001.
- [5] A. Suharpryatna, "Analisis Turbin Angin Tipe Poros Silang Kapasitas Daya 10 W Pada Putaran 250 RPM." Universitas Pasundan, 2019.
- [6] G. L. Johnson, "Wind Turbine Power," Wind Energy Syst., pp. 1–54, 2001.
- [7] T. Supriyono, "Mekanika Fluida Lanjut." Teknik Mesin Unpas, 2021. [Online]. Available: http://repository.unpas.ac.id/56947/1/Toto_Supriyono_2021_Diktat_Mekanika_Fluida_Lanjut.pdf
- [8] E. Achdi, "Pengujian Turbin Angin Tipe Poros Silang." Fakultas Teknik Unpas, 2017. [Online]. Available: [http://repository.unpas.ac.id/35551/2/9.BAB II.pdf](http://repository.unpas.ac.id/35551/2/9.BAB%20II.pdf)
- [9] T. Sugiarto, "Analisa Karakteristik Airfoil Naca 4412 Dengan Metode Wind Tunnel," Iteks, vol. 2, no. 2, 2008.
- [10] E. Purwanto and E. Achdi, "Pengujian dan Analisa Distribusi Kecepatan Angin Pada Terowongan Angin Tipe Terbuka." Fakultas Teknik Unpas, 2019. [Online]. Available: http://repository.unpas.ac.id/41003/1/EgiandiPurwanto_133030074_Teknikmesin.pdf
- [11] T. Supriyono, "Mekanika Fluida Dasar." Teknik Mesin Unpas, 2019. [Online]. Available: http://repository.unpas.ac.id/56946/1/Toto_Supriyono_2019_MekanikaFluidaDasar.pdf
- [12] F. Aryanto, M. Mara, and M. Nuarsa, "Pengaruh kecepatan angin dan variasi jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal," Din. Tek. Mesin, vol. 3, no. 1, 2013.
- [13] M. Shiono, K. Suzuki, and S. Kiho, "An experimental study of the characteristics of a Darrieus turbine for tidal power generation," Electr. Eng. Japan, vol. 132, no. 3, pp. 38–47, 2000.
- [14] T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe, and E. Bossanyi, Wind energy handbook. John Wiley & Sons, 2011.

- [15] A. L. Niblick, "Experimental and Analytical Study of Helical Cross-Flow Turbines for a Tidal Micropower Generation System," *Test*, p. 175, 2012, [Online]. Available: https://digital.lib.washington.edu/researchworks/bitstream/handle/1773/20210/Niblick_washington_02500_10132.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [16] P. J. Schubel and R. J. Crossley, "Wind turbine blade design," *Energies*, vol. 5, no. 9, pp. 3425–3449, 2012.
- [17] F. Aryanto, M. Mara, and M. Nuarsa, "Pengaruh kecepatan angin dan variasi jumlah sudu terhadap unjuk kerja turbin angin poros horizontal," *Din. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, 2013, [Online]. Available: <http://dinamika.unram.ac.id/index.php/DTM/article/download/88/83>
- [18] T. Supriyono and B. Ariantara, "Perancangan Fuel Gas Treatment untuk PLTG," in *Seminar Nasional Teknik MESin 7, 2012*, vol. 7, no. 1, pp. K74–K77. [Online]. Available: http://repository.unpas.ac.id/56945/1/Toto_Supriyono_2012_ProSIDING_hal_129.pdf
- [19] T. M. Letcher, *Wind Energy Engineering: A Handbook for Onshore and Offshore Wind Turbines*. 2017.
- [20] N. Nayiroh, "Teknologi material komposit," Yogyakarta. Ebalta. Available: www.ebalta.de/rs/datasheet/en, 2013, [Online]. Available: <https://www.academia.edu/download/37433975/Material-Komposit.pdf>
- [21] R. M. Al Ghifari, "Optimasi Ketebalan Serat Komposit pada Tabung COPV." Fakultas Teknik Unpas, 2017.
- [22] L. Hikmawan and E. Achdi, "Pengujian Turbin Angin Tipe Poros Silang." Fakultas Teknik Unpas, 2019. [Online]. Available: http://repository.unpas.ac.id/45532/1/Lukman_Hikmawan_153030119_Teknik_Mesin.pdf
- [23] F. Mailly et al., "Anemometer with hot platinum thin film," *Sensors Actuators A Phys.*, vol. 94, no. 1–2, pp. 32–38, 2001.
- [24] A. P. Suhendar and E. Achdi, "Pembuatan Turbin Angin Tipe Poros Silang." Fakultas Teknik Unpas, 2019. [Online]. Available: http://repository.unpas.ac.id/43846/1/Ardina_Prissiana_Suhendar_123030148_Teknik_Mesin.pdf
- [25] P. K. Pertiwi, A. Leny, K. Yusro, and G. Prajitno, "Uji Densitas dan Porositas pada batuan dengan menggunakan neraca O Hous dan Neraca Pegas," *Fak. MIPA Jur. Tek. Fis. Teknol. Sepuluh Nop.*, 2015.
- [26] R. Fatihatul and S. Budiawanti, "Pembuatan Media Pembelajaran Berupa Kit Percobaan Penentuan Percepatan Gravitasi Dengan Menggunakan Neraca Pegas Braille Untuk Siswa Tunanetra Kelas VIII," in *PROSIDING: Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 2013, vol. 4, no. 3.

- [27] D. F. Hamdani and E. Achdi, "Perancangan Turbin Angin Poros Vertikal Darrieus Staright Rotor Kapasitas 450 W." Fakultas Teknik Unpas, 2019. [Online]. Available: [http://repository.unpas.ac.id/43798/1/Dzikri Fauzi Hamdani 133030060 t.mesin.pdf](http://repository.unpas.ac.id/43798/1/Dzikri%20Fauzi%20Hamdani%20133030060%20t.mesin.pdf)
- [28] J. Zhu, H. Huang, and H. Shen, "Self-starting aerodynamics analysis of vertical axis wind turbine," *Adv. Mech. Eng.*, vol. 7, no. 12, pp. 1–12, 2015, doi: 10.1177/1687814015620968.
- [29] U. Divakaran, A. Ramesh, A. Mohammad, and R. K. Velamati, "Effect of helix angle on the performance of helical vertical axis wind turbine," *Energies*, vol. 14, no. 2, 2021, doi: 10.3390/en14020393.
- [30] A. Arab, M. Javadi, M. Anbarsooz, and M. Moghiman, "A numerical study on the aerodynamic performance and the self-starting characteristics of a Darrieus wind turbine considering its moment of inertia," *Renew. Energy*, vol. 107, pp. 298–311, 2017.

