

Unjuk Kerja Turbine Archimedes Screw pada PLTMH dengan Variasi Debit Air dan Kemiringan Poros

Djoko Wahyudi¹, Dani Hari Tunggal Prasetyo², M. Fathuddin Noor³, Mustakim⁴

^{1,2,3}Teknik Mesin, Universitas Panca Marga, Probolinggo, Indonesia

⁴Teknik Industri, Universitas Panca Marga, Probolinggo, Indonesia

Email: djokowahyudi@gmail.com

ABSTRACT

Air adalah salah satu sumber energi, karena pada air tersimpan energi potensial untuk kondisi air jatuh serta energi kinetik untuk kondisi air yang mengalir. sesuai dengan kaidah kekekalan energi yang menyatakan bahwa suatu bentuk energi tidak bisa dimusnahkan namun dapat diubah bentuk menjadi energi mekanik dan elektrik tentunya dengan menempatkan sebuah generator. Pemanfaatan air menjadi energi listrik bisa berupa Pembangkit Listrik tenaga Air (PLTA) ataupun Pembangkit Listrik tenaga Mikrohidro (PLTMH). PLTMH termasuk sumber energi terbarukan serta layak diklaim *clean energy* sebab ramah lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh dari perbedaan debit air pada head rendah dengan perbedaan kemiringan poros turbin *archimedes screw* serta berapa besar daya listrik yang dihasilkan oleh *turbine Archimedes screw* pada Dinamo 42 Volt dengan perbedaan debit air pada head rendah dengan variasi kemiringan poros 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°.

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan analisis performa turbin ulir (*Archimedes screw*) dengan variasi sudut kemiringan poros untuk mengetahui pengaruh hubungan antara sudut kemiringan poros terhadap daya yang dihasilkan.

Hasil dan pengujian menunjukkan bahwa debit dan kemiringan poros turbin mempengaruhi dari kecepatan poros turbin (rpm), daya (v), Torsi (τ) dan efisiensi turbin (%). Daya turbin *Archimedes Screw* yang tertinggi dihasilkan pada sudut poros turbin 45° dengan daya generator 11,92 watt pada Qp2, besar torsi yang dihasilkan 0,0123 Nm sudut turbin 40° pada Qp3 dengan efisiensi 9,28% dalam pengujian Qp2.

Keywords: Turbine Archimedes Screw, Debit Air, Poros

INTRODUCTION

Kebutuhan energi akan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya perkembangan kebutuhan manusia. Banyak sekali cara pemanfaatan sumber energi yang dilakukan buat mengatasi problema menipisnya sumber energi yang memanfaatkan BBM (Bahan Bakar Minyak) serta Batubara. Salah satu solusi adalah pemanfaatan energi baru serta terbarukan, seperti energi surya (matahari), angin, biomassa, serta air. Potensi tenaga air sebenarnya besar dan selama ini pemanfaatannya belum maksimal. Maka dari itu, sudah selayaknya untuk dikembangkan supaya energi listrik wilayah terpencil, serta pedesaan bisa terpenuhi [1][2].

Pemanfaatan air menjadi energi listrik bisa berupa Pembangkit Listrik tenaga Air (PLTA) ataupun Pembangkit Listrik tenaga Mikrohidro (PLTMH).[3] Kedua pembangkit ini mempunyai perbedaan dari segi keluaran kapasitasnya. Tentunya PLTMH mempunyai kapasitas keluaran yang lebih kecil dibandingkan PLTA. [3] Pemilihan antara PLTA ataupun PLTMH disesuaikan kebutuhan daerah tersebut serta pula disesuaikan dengan ketersediaan air ditempat tersebut. PLTMH telah dimanfaatkan di beberapa daerah khususnya daerah yang dekat dengan wilayah aliran Sungai (DAS), danau, air terjun atau bendungan [4][5].

PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak diklaim *clean energy* sebab ramah lingkungan. dari segi teknologi, PLTMH banyak dipilih karena konstruksinya sederhana, mudah dioperasikan, serta mudah dalam perawatan dan penyediaan *sparepart*. Secara ekonomi, biaya operasi serta perawatannya cukup murah, sedangkan biaya investasinya cukup bersaing dengan pembangkit listrik lainnya. Secara sosial, PLTMH mudah diterima masyarakat luas [6][7].

Pemanfaatan energi air masih rendah, akan tetapi sistem konvensi air skala kecil dapat menggunakan teknologi sederhana dan biaya pembuatan yang relatif murah. [8][9] Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis mencoba memanfaatkan energi air sehingga dapat diterapkan dan tiap-tiap rumah akan bisa memenuhi kebutuhan listrik, terutama di daerah-daerah yang belum terjangkau listrik.

METHOD

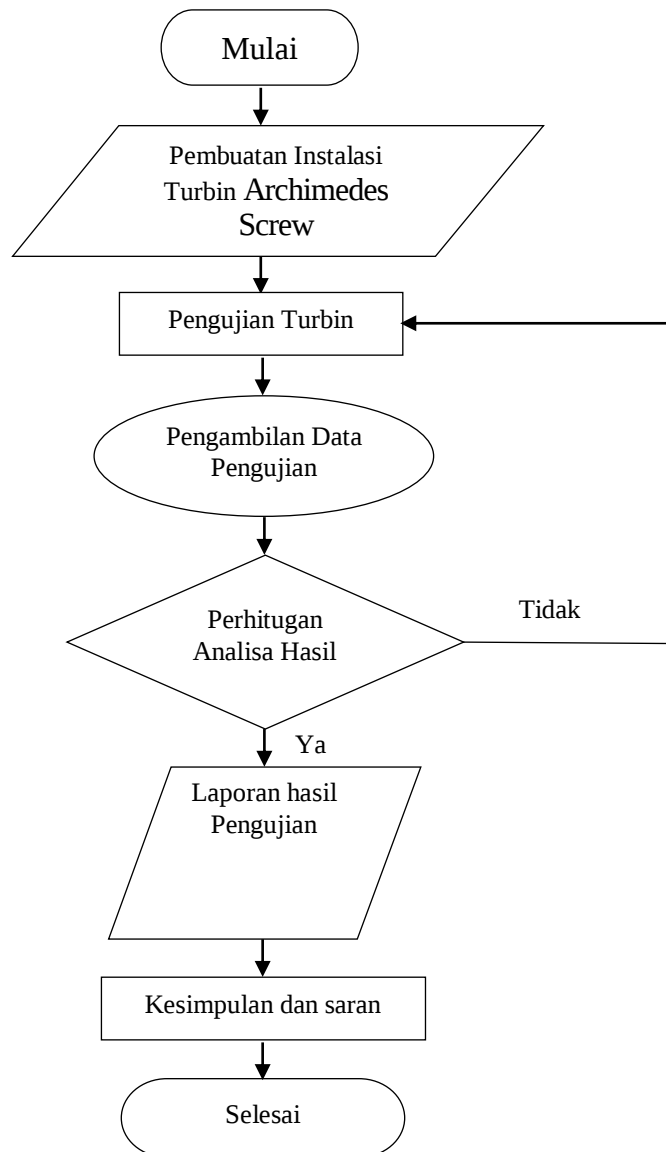
Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental menggunakan analisis performa turbin ulir (*Archimedes screw*) dengan variasi sudut kemiringan poros untuk mengetahui pengaruh hubungan antara sudut kemiringan poros terhadap daya yang dihasilkan.

Alat

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian adalah tachometer, avometer, mistar, busur derajat.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan alat ukur kerja turbin adalah siku 3x3 tebal 1.5, Pipa PVC, Plat (tebal 0,9 mm, lebar 90 cm, panjang 100 cm), Pipa besi diameter 3,5 cm, Engsel, Drum cat dan Baut 10.



Gambar 1. Flowchart Pengujian Turbin *Archimedes screw*

Metode yang digunakan dalam pengambilan data penelitian ini yaitu:

1. Metode observasi, dimana akan dilakukan pengamatan secara langsung dan pengambilan data alat uji.
2. Metode analisis, dimana hasil dari pengambilan data penelitian dianalisa lebih lanjut sehingga mendapatkan hasil dari penelitian itu tersebut.

Metode pengolahan data meliputi:

1. Pengukuran debit air.
2. Pengukuran torsi turbin/ kecepatan putar poros.
3. Perhitungan arus yang dihasilkan.

DISCUSSION

Data Hasil Penelitian

Tabel 1. Data Hasil Penelitian pada Debit Air 0,0108 m³/s

No	Sudut kemiringan poros (°)	Debit air (m ³ /s)	Putaran poros (RPM)	Output Generator (Volt)	Arus (ampere)
1	20 ⁰	0,0108	71,6	4	0,85
2	25 ⁰	0,0108	110,6	4	0,85
3	30 ⁰	0,0108	117	5	1,06
4	35 ⁰	0,0108	125	5	1,06
5	40 ⁰	0,0108	104,8	4	0,85
6	45 ⁰	0,0108	190	7	1,48

Tabel 2. Data Hasil Penelitian pada Debit Air 0,0116 m³/s

No	Sudut kemiringan poros (°)	Debit air (m ³ /s)	Putaran poros (RPM)	Output Generator (Volt)	Arus (ampere)
1	20 ⁰	0,0116	134	3	0,63
2	25 ⁰	0,0116	110,9	4	0,85
3	30 ⁰	0,0116	191	5	1,06
4	35 ⁰	0,0116	128,8	5	1,06
5	40 ⁰	0,0116	164,8	4	0,85
6	45 ⁰	0,0116	200,4	7,5	1,59

Tabel 3. Data Hasil Penelitian pada Debit Air 0,0129 m³/s

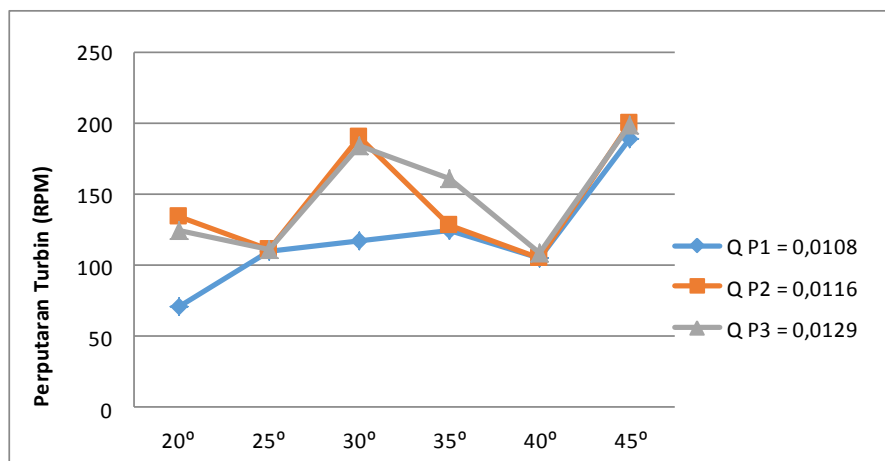
No	Sudut kemiringan poros (°)	Debit air (m ³ /s)	Putaran poros (RPM)	Output Generator (Volt)	Arus (ampere)
1	20 ⁰	0,0129	125,1	3	0,63
2	25 ⁰	0,0129	112	3	0,63
3	30 ⁰	0,0129	184,1	6	1,27
4	35 ⁰	0,0129	161,6	6	1,27
5	40 ⁰	0,0129	108,5	4	0,85
6	45 ⁰	0,0129	199	7	1,48

Tabel 4. Data Hasil Perhitungan Torsi

Debit (m ³ /s)		Torsi (Nm)					
		20°	25°	30°	35°	40°	45°
Qp1	0,0108	0,0104	0,0086	0,086	0,0084	0,0106	0,0060
Qp2	0,0116	0,0060	0,0092	0,0056	0,0088	0,0072	0,0061
Qp3	0,0129	0,0071	0,0101	0,0065	0,0077	0,0123	0,0068

Sudut Turbin Terhadap Kecepatan Putar Poros Turbin

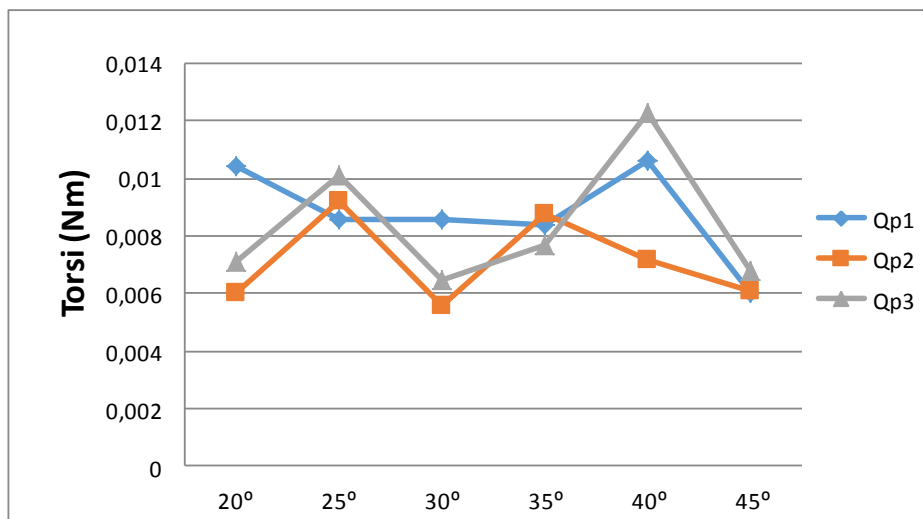
Data yang di peroleh dari hasil perhitungan kinerja turbin *Archimedes Screw* dengan sudut kemiringan poros 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°.



Gambar 2. Grafik Debit Air dan Kecepatan Putar Poros Turbin

Debit adalah volume air yang mengalir didalam satuan waktu. Pada grafik antara debit dan kemiringan sudut turbin dapat dilihat pada tabel bahwa setiap kenaikan sudut turbin berpengaruh terhadap kecepatan poros turbin (RPM). Ini dibuktikan pada sudut turbin maksimum 45° dan minimum 20°. Pada Q1 kecepatan putar poros turbin (rpm) maksimumnya 190 rpm, minimumnya 71,6 rpm dengan besar sudut maksimumnya 45° dan minimumnya 20°. Pada Q2 kecepatan putar poros turbin (rpm) maksimumnya 200,4 rpm, minimumnya 110,9 rpm dengan besar sudut maksimumnya 45° dan minimumnya 25°. Pada Q3 kecepatan putar poros turbin (rpm) maksimumnya 199 rpm, minimumnya 112 rpm dengan besar sudut maksimumnya 45° dan minimumnya 25°. Sehingga dapat disimpulkan bahwa selama kenaikan sudut turbin yang dihasilkan yaitu kecepatan putar poros turbin terus meningkat.

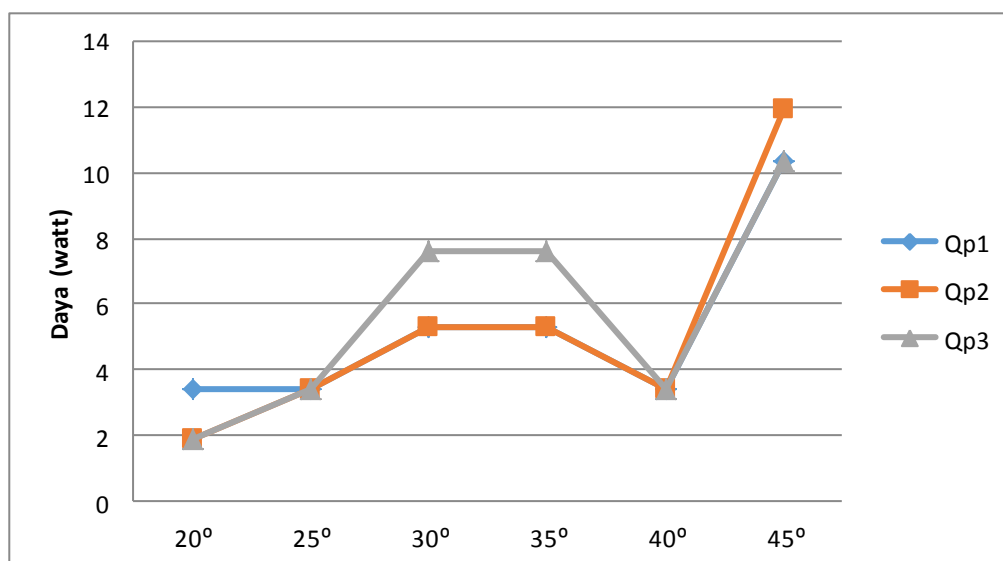
Pengaruh Sudut Turbin Terhadap Torsi



Gambar 3. Grafik Torsi dan Kecepatan putar poros turbin

Torsi adalah besaran untuk menyatakan besarnya gaya yang bekerja pada sebuah benda sehingga mengakibatkan benda berputar. Torsi dipengaruhi oleh gaya yang dikeluarkan serta jarak antara sumbu putaran dan letak gaya. Ini dibuktikan pada sudut turbin maksimum 40° dan minimum 30° . Pada Q1 torsi maksimumnya 0,0106 Nm, minimumnya 0,0060 Nm dengan besar sudut maksimumnya 40° dan minimumnya 45° . Pada Q2 torsi maksimumnya 0,0092 Nm, minimumnya 0,0056 Nm dengan besar sudut maksimumnya 25° dan minimumnya 30° . Pada Q3 torsi maksimumnya 0,0123 Nm, minimumnya 0,0065 dengan besar sudut maksimumnya 40° dan minimumnya 30° . Sehingga dapat disimpulkan bahwa debit dan kemiringan poros sudut turbin sangat berpengaruh terhadap torsi. Setiap perbedaan sudut dan debit, torsi yang dihasilkan tidak stabil. Hal ini dikarenakan aliran air yang melewati sudut turbin banyak terbuang diantara celah dinding turbin dan aliran air yang menuju ke turbin banyak yang terbuang juga.

Pengaruh Sudut Turbin terhadap Daya Generator

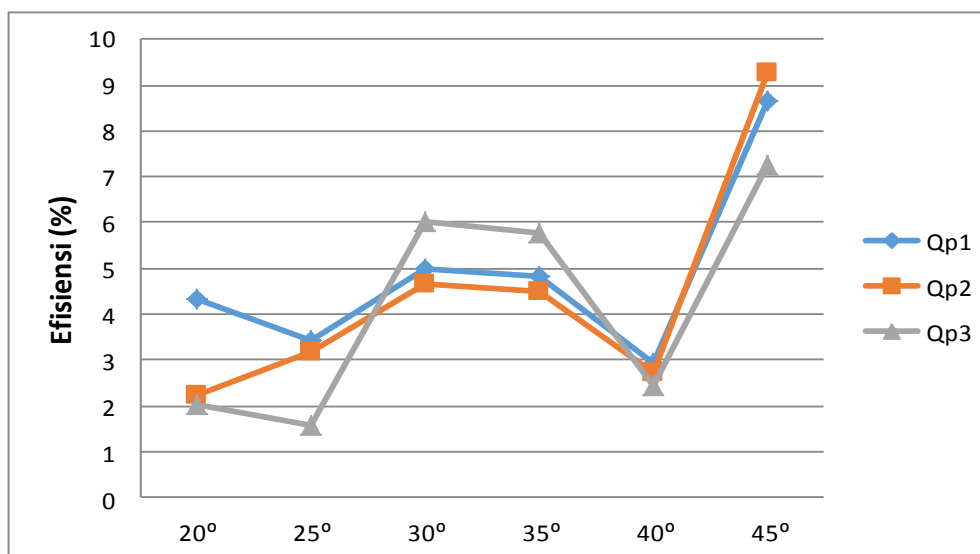


Gambar 4. Grafik Daya dan Kecepatan Putar Poros Turbin.

Daya adalah energi yang dibawa oleh aliran sebuah fluida (air). Daya sendiri dipengaruhi oleh besaran torsi dan putaran poros turbin yang diakibatkan oleh debit air. Ini dibuktikan dari data hasil perhitungan. Pada sudut turbin maksimum 45° dan minimum 20° . Pada Q1 daya maksimumnya 10,36 watt, minimumnya 3,4 watt dengan besar sudut maksimumnya 45° dan minimumnya 20° . Pada Q2 daya maksimumnya 11,92 watt, minimumnya 1,89 watt dengan

besar sudut maksimumnya 45° dan minimumnya 20° . Pada Q3 daya maksimumnya 10,36 watt, minimumnya 1,89 watt dengan besar sudut maksimumnya 45° dan minimumnya 20° . Sehingga dapat disimpulkan bahwa selama kenaikan sudut turbin berdampak pada kenaikan daya, namun pada sudut 40° mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh ketidak stabilan aliran air yang masuk ke bak penampung. Sedangkan pada sudut 45° mengalami kenaikan signifikan, dikarenakan aliran air yang masuk ke bak penampung dan aliran air yang masuk ke turbin stabil.

Pengaruh Sudut Turbin terhadap Efisiensi



Gambar 5. Grafik Efisiensi Turbin *Archimedes Screw*.

Efisiensi adalah perbandingan antara energi yang dipakai oleh fluida (air) dibagi dengan energi yang diberikan oleh daya genotor. Ini dibuktikan dari data hasil perhitungan. Sudut turbin maksimum pada sudut 45° dan minimum 25° . Pada Qp1 efisiensi maksimumnya 8,66%, minimumnya 4,34% dengan besar sudut maksimumnya 45° dan minimumnya 20° . Pada Qp2 efisiensi maksimumnya 9,28%, minimumnya 2,24% dengan besar sudut maksimumnya 45° dan minimumnya 20° . Pada Qp3 efisiensi maksimumnya 7,25%, minimumnya 1,59% dengan besar sudut maksimumnya 45° dan minimumnya 20° . Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada Qp3 mengalami kenaikan cukup signifikan pada sudut 35° namun setelah itu mengalami penurunan di sudut 40° begitu juga dengan Qp1 dan Qp2 yang mengalami penurunan. sampai 45° mengalami kenaikan pada Qp1, Qp2 dan Qp3.

CONCLUSION

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian menunjukkan bahwa debit dan kemiringan poros turbin mempengaruhi dari kecepatan poros turbin (rpm), daya (v), Torsi (τ) dan efisiensi turbin (%). Daya turbin *Archimedes Screw* yang tertinggi dihasilkan pada sudut poros turbin 45° dengan daya generator 11,92 watt pada Qp2, besar torsi yang dihasilkan 0,0123 Nm sudut turbin 40° pada Qp3 dengan efisiensi 9,28% dalam pengujian Qp2.

References

- [1] M. Wildan, N. Karim, M. Widyartono, A. Chandra Hermawan, and S. I. Haryudo, "Kajian kemiringan blade dan head turbin archimedes screw terhadap daya keluaran generator AC 1 Phase 3 kW," *J. Tek.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10, 2021.
- [2] G. Dellinger, S. Simmons, W. D. Lubitz, P. A. Garambois, and N. Dellinger, "Effect of slope and number of blades on Archimedes screw generator power output," *Renew. Energy*, vol. 136, pp. 896–908, 2019, doi: 10.1016/j.renene.2019.01.060.
- [3] I. W. B. Saputra, A. I. Weking, and L. Jasa, "Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Kincir Overshot Wheel," *Makal. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 16, no. 2, pp. 48–54, 2017.
- [4] A. R. I. Susanto, "Analisi Potensi Sumber Daya Air Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Bendung Lodoyo Blitar, Skripsi S1," 2019.
- [5] Y. Apriani, Z. Saleh, R. K. Dillah, and I. M. Sofian, "Analysis of the local energy potential connection with power plants based on archimedes turbine 10 kW," *J. Robot. Control*, vol. 1, no. 5, pp. 162–166, 2020, doi:

- 10.18196/jrc.1533.
- [6] B. Yulistiyanto, H. Yul, and Lisdiyanti, "Pengaruh Debit Aliran dan Kemiringan Poros Turbin Ulir Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-hidro," *Din. Tek. SIPIL*, vol. 12, no. 1, pp. 1–5, 2012.
 - [7] J. Jamaludin, "DEBIT AIR OPTIMUM MODEL SCREW TURBINE PADA PITCH $A=1, 2 R_o$ DAN $A=2 R_o$ SEBAGAI PENGGERAK GENERATOR LISTRIK," *J. Din. UMT*, vol. 3, no. 1, 2018, doi: 10.31000/dinamika.v3i1.1086.
 - [8] A. Sidiq, Y. Maulana, and I. Noor, "5015-12129-1-Sm," vol. 6, no. 1, pp. 39–45, 2021.
 - [9] I. Putu Wahyu Indra Wedanta, W. Arta Wijaya, and L. Jasa, "Analisa pengaruh kemiringan head dan variasi sudut blade turbin ulir terhadap kinerja PLTMH," *J. Spektrum*, vol. 8, no. 1, pp. 73–84, 2021.