

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO BERKAPASITAS 3 KW DENGAN JENIS KINCIR UNDERSHOT WHEEL DI WADUK PT. JORONG BARUTAMA GRESTON

Budi Hartadi ^{a*}, Gusti Rusydi Furqon^b, Muhammad Irfansyah^c, Rendi^d

^{a,b,c,d} Teknik Mesin, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al banjari Banjarmasin

^a akbar_mitrajaya@yahoo.com

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Diterima: 09 Agustus 2023

Diterima dalam bentuk revisi:
29 September 2023

Diteima/publis: 24 Oktober
2023

Kata Kunci

Debit Air, Kecepatan Air,
Head Air, Jumlah sudu, Luas
Penampang Pipa

Abstrak

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro ini bertujuan sebagai pemanfaatan Air Asam Tambang yang di kelola di Settling Pond PT. Jorong Barutama Greston, yang mana airnya berasal dari Void dengan. Debit Rata-rata mencapai 0,091 m³/s. Salah satu Volume Void yang Over Flow adalah Void UC_West, dengan volume sebesar 9.863.119 M³, Air Over Flow dari Void tersebut menuju Settling Pond WWM-16, sehingga dengan Volume dan Debit tersebut, maka di lokasi tersebut berpotensi untuk menggerakkan Kincir Air Sebagai PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH). Rancang Bangun PLTMH yang akan dibuat menggunakan bahan sudu dari pipa PVC 12 inch bekas dengan tujuan menghemat biaya pembuatan dan selain itu material tersebut tahan terhadap korosi air. Adapun rincian PLTMH yang di buat dengan Diameter Kincir 250 cm, jumlah sudu-sudu sebanyak 12 buah, dengan luas penampang pipa 0,283 m², debit 0,425 m³/s, kecepatan air 1,5 m/s, Head air 2m, maka dapat menghasilkan. Daya potensial Air 8330 Watt, Daya Kincir 1238 Watt, Gaya air sebesar 209,5 N, kecepatan sudu 2,76 Rad/s, Torsi sebesar 448,62 N.M, efisiensi kincir sebesar 14,86 % dan Generator dapat menghasilkan listrik sebesar 220 volt,dengan daya 3 KW

Abstract

This article on the design of a Micro Hydro Power Plant aims to utilize Mine Acid Water which is managed at the Settling Pond PT. Jorong Barutama Greston, where the water comes from the Void with an average discharge of 0.091 m³/s. One of the Void Volumes that Over Flow is Void UC_West, with a volume of 9,863,119 M³, Air Over Flow from the Void goes to the Settling Pond WWM-16, so with the Volume and Discharge, the location has the potential to move the Waterwheel as a POWER PLANT MICRO HYDRO POWER (PLTMH). The design of the PLTMH will be made using a blade material from used 12inch PVC pipe, with the aim of saving manufacturing costs and besides that the material is resistant to water corrosion. As for the details of the MHP which was made with a Wheel Diameter of 250 cm, the number of blades as many as 12 pieces, with a pipe cross-sectional area of 0.283 m², a discharge of 0.425 m³/s, a water speed of 1.5 m/s, a water head of 2m, it can produce power. Water potential is 8330Watt, Windmill Power is 1238Watt, Water force is 209.5 N, blade speed is 2.76 Rad/s, Torque is 448.62 NM, turbine efficiency is 14.86% and can generate electricity of 220 volts, with power 3 KW

<http://dx.doi.org/10.31602/al-jazari.v8i2.12212>

@UNISKA 2023. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

Jurnal Al Jazari is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#)

PENDAHULUAN

Usaha kegiatan pertambangan Batubara di Indonesia pada umumnya adalah sistem pertambangan terbuka yang mana proses penambangan dengan melakukan penggalian tanah permukaan untuk mendapatkan Hasil Tambang Mineral Batubara, dari penggalian tersebut akan menghasilkan lubang bukaan yang sangat luas. Lubang Bukaan bekas proses pertambangan sebagian ada yang di tutup dan sebagian tidak di tutup, karena biayanya yang besar, juga kekurangan material tanah untuk penutupan. Umumnya pada tambang yang usianya sudah mencapai 10 tahun ke atas, lubang bekas galian pertambangan (Void) akan terisi air hujan ataupun air bawah tanah yang akhirnya terkumpul menjadi volume air yang sangat besar, sehingga dengan seiring berjalannya waktu volume air di void akan terus bertambah dan terjadi air limpasan atau overflow.



Gambar 1. Lokasi Waduk Atau Void UC-W

Air Asam Tambang yang di kelola di Settling Pond PT. Jorong Barutama Greston mencapai Debit Rata-rata 0,091 m³/s. Volume air yang paling besar di kelola adalah di WWM-16, dengan besarnya volume air berarti menunjukkan potensi Debit air yang besar. Besarnya Volume air yang di kelola di Settling Pond tergantung dari besarnya Volume air di Void, semakin besar Void maka semakin besar juga volume Air yang di tampungannya,

Salah satu volume void yang Over Flow adalah Void UC_West, sebesar 9.863.119

M3, Air Over Flow dari Void tersebut menuju Settling Pond WWM-16, sehingga dengan Volume dan Debit tersebut, maka saya beranggapan di lokasi tersebut berpotensi untuk menggerakkan Kincir Air Sebagai PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH). Pembuatan PLTMH yang akan dibuat menggunakan bahan sudu dari pipa PVC 12 inch bekas, dengan tujuan menghemat biaya pembuatan dan selain itu material tersebut tahan terhadap korosi air. Harapannya dengan memanfaatkan bahan-bahan bekas nantinya bisa di aplikasikan di tempat lain sesuai ketersediaan bahan di lokasi, yang terpenting tidak mempengaruhi hasil kinerjanya. Tujuan yang ingin di capai dalam Perancangan ini adalah Sebagai bahan untuk Pemanfaatan pengelolaan Air Asam Tambang sebagai Energi Alternatif Terbarukan di Settling Pond PT. JORONG BARUTAMA GRESTON sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dengan bahan Sudu Kincir dari bekas Pipa PVC 12 Inch, sebagai Penerangan tempat kerja, yang sebelumnya menggunakan Genset, sebagai pembelajaran eksperimen langsung pembuatan PLTMH, sedangkan manfaat langsung yang di dapatkan yaitu Pemanfaatan pengelolaan Air Asam Tambang sebagai Energi Alternatif Terbarukan di Settling Pond PT. JORONG BARUTAMA GRESTON Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dengan bahan Sudu Turbin dari bekas Pipa PVC 12 Inch, menghilangkan biaya penggunaan BBM Genset, menghilangkan pencemaran Emisi dari penggunaan Genset, dapat mempermudah pekerja Pengelolaan Air Asam Tambang di Settling pond

METODE PENELITIAN

Berikut adalah metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini:

a) Studi Literatur

Studi literatur pada rancang bangun ini mengenai tentang pengertian PLTMH, klasifikasi PLTA, prinsip kerja PLTMH, jenis – jenis kincir air, dasar perhitungan.

b) Studi Lapangan

Studi Lapangan pada rancang bangun ini adalah analisa data-data di lapangan, yaitu mengenai dimensi lokasi untuk penempatan rencana PLTMH

c) Pengumpulan Data

Data-data yang di kumpulkan meliputi Volume sumber air di Waduk/void, debit air, tinggi jatuh air (Head) yang di analisa langsung di PT. Jorong Barutama Greston

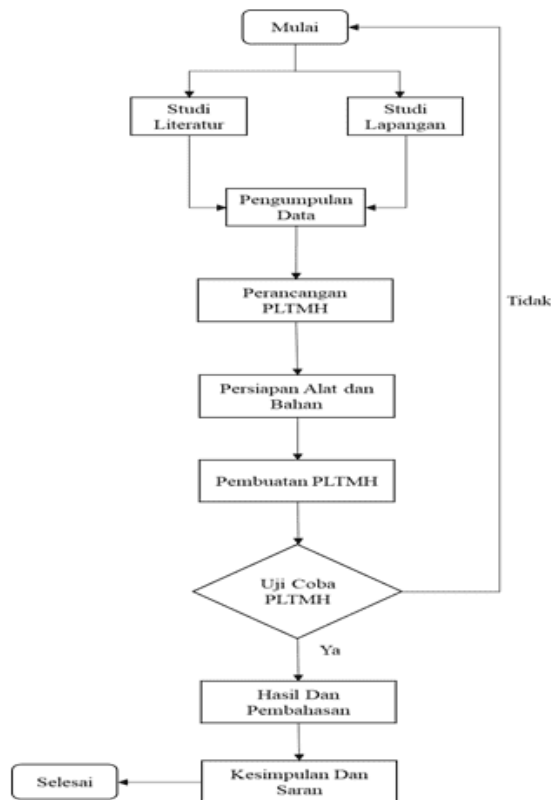
d) Analisa Data

Dari data pengukuran yang di peroleh, maka di lakukan analisa untuk mengetahui potensi yang ada pada volume dan debit settlingpond yang di kelola PT. Jorong Barutama Greston untuk menentukan jenis kincir air dan dimensinya.

e) Penulisan laporan

Penulisan laporan adalah suatu bentuk penyampaian hasil penelitian dalam bentuk tertulis dan akhir dari penelitian

Metode rancang bangun PLTMH ini dapat digambarkan pada diagram alir di



Gambar 2 Tahap Rancangan

Ketinggian (cm)	Debit (m ³ /s)	Debit (l/s)	Ketinggian (cm)	Debit (m ³ /s)	Debit (l/s)	Ketinggian (cm)	Debit (m ³ /s)	Debit (l/s)
1	0,00001	0,014	31	0,07304	73,036	61	0,39670	396,695
2	0,00008	0,077	32	0,07907	79,069	62	0,41315	413,154
3	0,00021	0,213	33	0,08539	85,392	63	0,43002	430,015
4	0,0004	0,437	34	0,09201	92,009	64	0,44728	447,283
5	0,001	0,763	35	0,09892	98,924	65	0,46496	464,960
6	0,001	1,204	36	0,10614	106,142	66	0,48305	483,050
7	0,002	1,770	37	0,11367	113,668	67	0,50156	501,556
8	0,002	2,471	38	0,12150	121,504	68	0,52048	520,481
9	0,003	3,317	39	0,12966	129,656	69	0,53983	539,828
10	0,004	4,317	40	0,13813	138,128	70	0,55960	559,600
11	0,005	5,478	41	0,14692	146,924	71	0,57980	579,800
12	0,007	6,809	42	0,15605	156,047	72	0,60043	600,432
13	0,008	8,317	43	0,16550	165,502	73	0,62150	621,498
14	0,010	10,010	44	0,17529	175,293	74	0,64300	643,001
15	0,012	11,895	45	0,18542	185,423	75	0,66494	664,945
16	0,014	13,978	46	0,19590	195,897	76	0,68733	687,332
17	0,016	16,265	47	0,20672	206,717	77	0,71016	710,165
18	0,019	18,763	48	0,21789	217,889	78	0,73345	733,447
19	0,021	21,479	49	0,22942	229,415	79	0,75718	757,182
20	0,024	24,418	50	0,24130	241,300	80	0,78137	781,371
21	0,028	27,585	51	0,25355	253,547	81	0,80602	806,018
22	0,031	30,988	52	0,26616	266,159	82	0,83113	831,126
23	0,035	34,630	53	0,27914	279,140	83	0,85670	856,698
24	0,039	38,518	54	0,29249	292,494	84	0,88274	882,735
25	0,043	42,656	55	0,30622	306,224	85	0,90924	909,242
26	0,047	47,051	56	0,32033	320,334	86	0,93622	936,221
27	0,052	51,706	57	0,33483	334,826	87	0,96367	963,675
28	0,057	56,628	58	0,34971	349,705	88	0,99161	991,606
29	0,062	61,820	59	0,36497	364,974	89	1,02002	1020,017
30	0,067	67,288	60	0,38064	380,637	90	1,04891	1048,911

Gambar.3 Data Pengukuran debit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi pembuatan PLTMH di PT.JORONG BARUTAMA GRESTON yaitu berada di waduk atau void yang bernama Void UC_W, lokasi tersebut adalah bekas aktivitas penambangan yang berakhir pada tahun 2008, setelah selesai penambangan lubang bekas tambang di biarkan terbuka hingga pada tahun 2014 lubang tersebut penuh terisi air yang akhirnya membentuk menjadi waduk atau void, air di void atau waduk tersebut sudah melimpas atau terjadi overflow yang mana air limpasannya masuk ke WWM-16 untuk di Treatment agar air yang akan di buang ke badan sungai memenuhi baku mutu, pada outlet WWM-16 berdekatan dengan sungai yang Namanya Sungai Katal-katal, di dekat sungai Katal-katal tersebut di buat PLTMH, Lokasinya dapat di lihat pada gambar berikut



Gambar 4. Lokasi Waduk Atau Void UC-W

Analisa Volume Air Voild UC-W

Volume Void UC_W dapat di peroleh dari data Survey dan Geologi PT.JBG yang

mana data-data tersebut adalah hasil dari pengukuran Topografi luas dan kedalamannya Void

Tabel 1 Elevasi dan volume Waduk

Water volume in non active pit, update until 07 December 2020					
Pit	Sump Area	DATE	Elevation (M.msl.)	Water Volume (m3)	Remark
West Block					
M4W		7-Dec-20	0,98	1.420.491,00	Lake
M4SC		7-Dec-20	5,49	31.094.155,00	Pumping
UC WEST		7-Dec-20	14,83	9.863.119,00	Lake
M2W	East				Reclaimed
	West				Reclaimed
Total water in Lake				42.377.765,00	
Eastern Block					
M1E E			16,95	-	Reclaimed
M1E W			13,58	-	Reclaimed
UEE	East	7-Dec-20	6,33	433.693,00	Lake
UEE	West	7-Dec-20	7,18	220.908,00	Lake
M23E W		20-Dec-18			Illegal Mine
M23E C				-	Reclaimed
M4E C		7-Dec-20	16,41	4.723.779,00	Lake
M4E W		9-Aug-19			Belum Update Topo
M5E	East	10-Aug-19	23,46		Lake
UEC	East	7-Dec-20	11,00	210.883,00	Lake
	West	7-Dec-20	12,95	881.222,00	Lake
M23E E		7-Dec-20	12,68	1.204.732,00	Lake
M4E E		7-Dec-20	12,56	5.434.570,00	Lake
M5T		7-Jan-18		782.548,00	
M23E X		26-Mar-16			
Total water in Lake				13.109.787,00	
Grand total water in Lake				55.487.552,00	

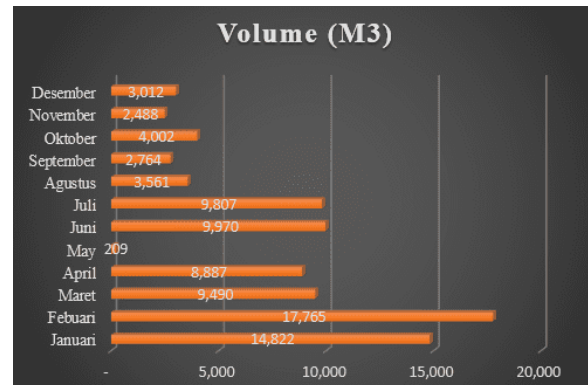
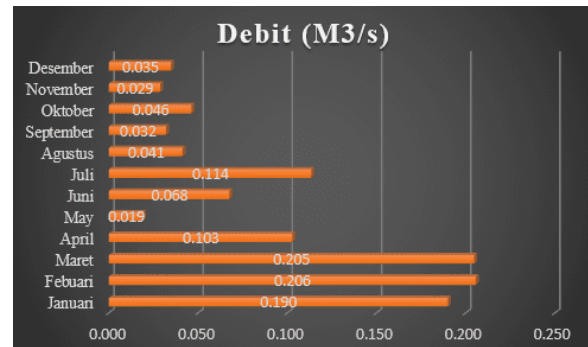


Gambar 5 denah lokasi

Analisa Debit Aliran air

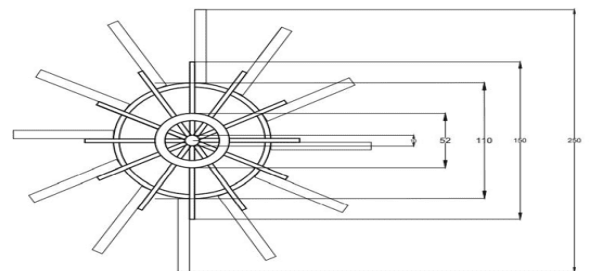
Tabel 2. Data debit aliran

Bulan	Debit (M ³ /s)	Bulan	Volume (M ³)
Januari	0.190	Januari	14.822
Febuari	0.206	Febuari	17.765
Maret	0.205	Maret	9.490
April	0.103	April	8.887
May	0.019	May	209
Juni	0.068	Juni	9.970
Juli	0.114	Juli	9.807
Agustus	0.041	Agustus	3.561
September	0.032	September	2.764
Oktober	0.046	Oktober	4.002
November	0.029	November	2.488
Desember	0.035	Desember	3.012
Total		Total	86.777
Rata-rata	0.091	Rata-rata	7.231

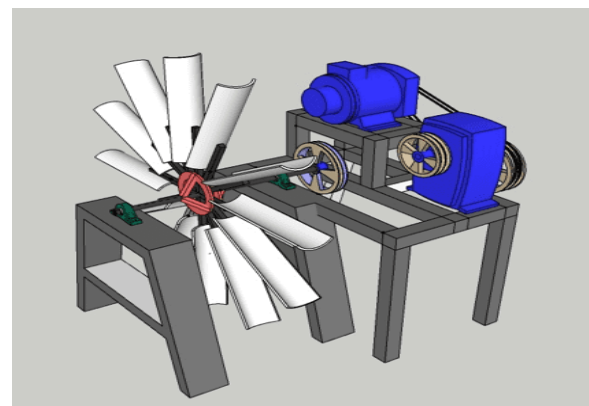


Gambar 6 grafik debit aliran air

Perancangan



Gambar 7. Desain PLTMH



Gambar 8. Desain PLTMH 3d

Pembuatan PLTMH



Gambar 8 sudu



Gambar 9. Proses pembuatan

Pengujian



Gambar 10. Pengujian



Gambar 11. Pengujian kinerja

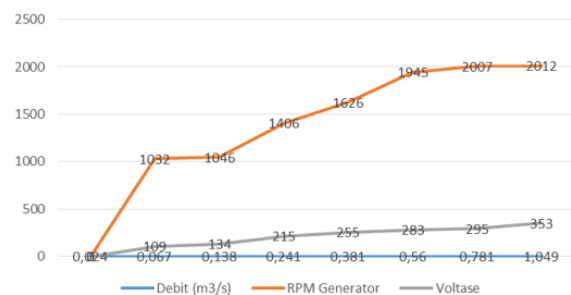
Pengujian

Tabel 2. Data hasil Pengujian

Ketinggian V-Notch (m)	Debit (m ³ /s)	Ketinggian Air mengenai Sudu (m)	RPM Kincir
0,2	0,024	0,1	16,4
0,3	0,067	0,17	18,2
0,4	0,138	0,2	20,2
0,5	0,241	0,25	23,2
0,6	0,381	0,3	25,6
0,7	0,56	0,35	26,9
0,8	0,781	0,4	27
0,9	1,049	0,5	28

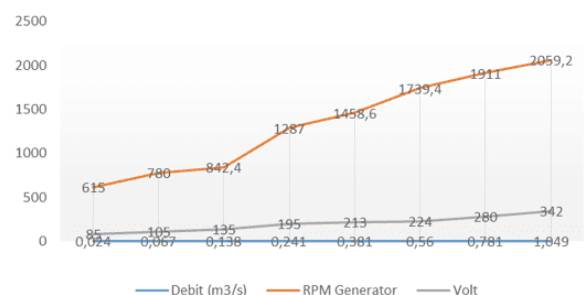
Ketinggian V-Notch (m)	Debit (m ³ /s)	Ketinggian Air mengenai Sudu (m)	RPM Kincir	RPM Transmisi	RPM Generator	Volt	Beban Lampu 20 Watt x 15
0,2	0,024	0,2	8	312	615	85	300
0,3	0,067	0,25	10	385	780	105	300
0,4	0,138	0,3	10,8	420,2	842,4	135	300
0,5	0,241	0,35	16,5	641,5	1287	195	300
0,6	0,381	0,4	18,7	722,3	1458,6	213	300
0,7	0,56	0,5	22,3	865,7	1739,4	224	300
0,8	0,781	0,55	24,5	935,5	1911	280	300
0,9	1,049	0,6	26,4	1025,6	2059,2	342	300

Pengukuran PLTMH beban Transmisi & Generator



Gambar 12. Pengukuran dengan beban tranmisi

Pengukuran RPM dengan Beban Lampu



Gambar 13. Pengukuran dengan beban lampu

KESIMPULAN

Dalam rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Air yang berkapasitas 220 volt, daya 3000 Watt dengan jenis kincir Undershot Whell di waduk atau Void PT. Jorong Barutama Greston, maka dapat diambil kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Ketersediaan sumber daya air waduk atau void di PT. Jorong Barutama Greston sebagai energy terbarukan adalah cukup, hal ini dapat dilihat pada perhitungan di pembahasan Bab IV, yang mana diketahui Volume air waduk pada elevasi - 47,71 MSL sampai elevasi +14,83 MSL adalah 9.863.119 m³, dengan volume air yang di buang di WWM-16 rata-rata sebesar 86777 m³ / tahun, maka sumber daya air dengan data tersebut dapat dialirkan untuk mengoperasikan PLTMH selama 8,8 Tahun, dapat dikatakan dengan waktu tersebut PLTMH dapat beroperasi secara terus menerus tanpa kekurangan sumber daya air mengingat musim hujan di wilayah Indonesia lebih panjang di bandingkan dengan musim kemarau.
2. Pengaruh debit air terhadap kecepatan Kincir air dapat dikatakan memiliki pengaruh yang besar, kalau dilihat dari persamaan 2.1. yang mana Debit dapat dihitung dengan perkalian kecepatan Air dengan luas Penampang saluran, hal ini dapat di buktikan dengan data eksperimen langsung, dimana Variabel debit sangat mempengaruhi kecepatan Kincir air.
3. Pengaruh penampang sudu terhadap daya Kincir Air juga dapat disimpulkan sangat berpengaruh, hal ini dapat dilihat pada persamaan 2.5 yaitu menghitung daya air yang mengenai sudu ($F = \rho \times A \times v^2$), dimana semakin besar penampang maka semakin besar juga Daya Kincir yang dihasilkan.
4. Pengaruh kecepatan Kincir terhadap Output Daya Generator, hal ini dapat di

simpulkan sangat berpengaruh, dimana semakin tingginya kecepatan putaran pada kincir air maka semakin tinggi keluaran listrik pada Generator, pernyataan itu dapat dilihat langsung dari data eksperimen pengukuran RPM dan daya listrik yang dihasilkan, seperti yang ditunjukkan pada table 4.5.

REFERENSI

- [1]. Harmaini, 2008, Model Fisik Pembangkit Listrik Tenaga Mini-mikrohidro, Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.
- [2]. Hendarto P, Aryo (2012) Pemanfaatan Pemandian Umum Untuk Pembangkit Tenaga Listrik Mikrohidro (PLTMH) Menggunakan Kincir Tipe Overshot. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [3]. Junaidi Akhiar (2014) Model Fisik Kincir Air Sebagai Pembangkit Listrik. Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Riau
- [4]. Maali, Nashrul (2017) Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Kepung Kabupaten Kediri. Diploma thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5]. Sampurno, Carolus Borromeus Krishna (2012) Unjuk kerja kincir air undershot dengan sudu setengah lingkaran. Skripsi thesis, Sanata Dharma University.
- [6]. Rendi, R., Arifin, J., Mujiburrahman, M. and Trianiza, I., 2020. Potensi pembangkit listrik tenaga air mikrohidro di sungai Pintab dan sungai Amandit Kalimantan Selatan. Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material, 4(2), pp.46-52.
- [7]. Saputra, I.WB (2017) Rancang Bangun Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Menggunakan Kincir Air Overshot Wheel. Skripsi, Universitas Udayana.
- [8]. Hartadi, B., 2018. Pengaruh Penambahan Nozzle Guide Vane Pada Rotor Savonius Modifikasi untuk Turbin Air. Al Jazari: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 3(1).

- [9]. Sukri Himran. 2019. Turbin Air dan Dasar Perencanaan. Penerbit. Andi. Yogyakarta.
- [10]. Rendi, R., Hartadi, B., Firman, M. and Irfansyah, M., 2022. Peningkatan Kinerja Rotor Savonius Dengan Mengembangkan Sudu Baru Berbasis Airfoil. Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material, 6(2), pp.08-15.
- [11]. Victor L. Streeter & E. Benjamin Wylie. 2020. Mekanika Fluida. Edisi ke-8. Jilid 2. Terjemahan Arleo Prijono. Penerbit. Erlangga. Jakarta
- [12]. Mafruddin, M. and Irawan, D., 2014. Pembuatan Turbin Mikrohidro Tipe Cross-Flow Sebagai Pembangkit Listrik Di Desa Bumi Nabung Timur. Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 3(2).
- [13]. Setiawan, E., Sujana, I. and Ivanto, M., 2021. Evaluasi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Untuk Mengetahui Efisiensi Turbin Pada Desa Rirang Jati Kecamatan Nanga Taman Kabupaten Sekadau. JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin, 2(2), pp.90-96.
- [14]. Hatradi, B., Irfansyah, M. and Puteri, P., 2021. Desain Underwater Rotor Untuk Memanfaatkan Laju Aliran Sungai Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air. Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material, 5(2), pp.77-82.