



Analisis kinerja turbin air arus bawah bentuk sudu bengkok 45° dengan variasi material

Performance analysis of undershot 45° crooked blade water turbine with various materials

G.A. Duma^{*1}, L. Sule²

¹Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Jl. Poros Malino km 6, Bontomarannu, Gowa, Indonesia.

²Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Jl. Poros Malino km 6, Bontomarannu, Gowa, Indonesia.

*E-mail: gantoniniduma@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received 11 June 2022

Accepted 28 August 2022

Available online 01 October 2022

Keywords:

Energy

Water turbine

Blade material

Efficiency

Power



ABSTRACT

A water turbine is a device used to convert the potential energy of water into mechanical energy. This mechanical energy is then converted into electrical energy by a generator. This test was carried out experimentally using a crooked blade type with six blades and the type of water turbine used was undershoot. Various types of blade materials are plastic, aluminium, and iron. As well as varying the opening of fluid flow, namely the valve opening of 25%, 50%, 75%, and 100%. The results obtained indicate that variations in turbine blade material have an effect on turbine power and turbine efficiency. The highest turbine power and efficiency was obtained at 100% valve opening with a load of 0.7 kg on plastic, iron and aluminium material. The highest turbine power is 1.16 watts for the plastic blade, the aluminium blade is 1.22 watts, and for the iron, the blade is 1.1 watts. The highest efficiency obtained for plastic blades is 50.14 % for experiment and theoretical is 5.67%, aluminium blades are 52.77% for experiment and 54.41% for theoretical, iron blades are 47.5% for experiment and 48.97% for theoretical.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu elemen terpenting bagi kehidupan makhluk hidup yang ada di permukaan bumi dengan begitu banyak hal yang dapat diberikan terutama bagi manusia untuk bisa memenuhi kebutuhannya sehari-hari, Irwansyah (2017). Secara nasional, ketersediaan air di Indonesia mencapai 694 milyar meter kubik per tahun. Jumlah ini pada dasarnya adalah potensi yang dapat dimanfaatkan, namun faktanya saat ini baru sekitar 23 % yang sudah dimanfaatkan, dimana hanya sekitar 20 % yang dimanfaatkan tersebut digunakan untuk memenuhi kebutuhan air baku rumah tangga, kota dan industri, 80 % lainnya dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan irigasi, Budiarmo (2020).

Indonesia dengan keadaan alamnya yang memiliki banyak sungai dan pegunungan, sumber tenaga air dengan head yang tinggi maupun rendah dan debit air yang tinggi, semuanya itu memiliki potensi yang cukup besar untuk pembangunan PLTMh, Syafriyudin (2017). Energi air dengan head rendah juga banyak dijumpai di

desa-desa seperti aliran sungai dan saluran irigasi yang selama ini banyak dimanfaatkan untuk pengairan sawah, Mahmuddin, dkk, (2019). Energi air dapat dimanfaatkan sebagai energi pembangkit listrik. Hal ini dilakukan dengan merubah energi potensial dan energi mekanik, diubah menjadi energi kinetik dan selanjutnya menjadi energi listrik, Debby (2021).

Kincir air merupakan salah satu teknologi yang sudah ada sejak lama untuk menghasilkan listrik dan irigasi. Prinsip kerjanya dengan cara memanfaatkan energy kinetic pada air kemudian menabrak sudu sehingga menyebabkan poros kincir berputar selanjutnya dihubungkan ke generator untuk menghasilkan energy listrik maupun untuk irigasi, Syafriyudin (2018).

Kincir air dibagi menjadi 3 jenis berdasarkan arah alirannya yaitu overshoot, breastshot dan undershot, Setwayan (2019). Kincir air overshoot memanfaatkan berat air karena arah alirannya dari atas menimpa sudu dan menghasilkan energy mekanis. Kincir air Breastshot memanfaatkan energy kinetik air dan berat air untuk memutar sudu dan menghasilkan energy mekanis. Kincir air undershot mempunyai arah aliran dibawah kincir, memanfaatkan energy kinetic air untuk menabrak sudu sehingga menghasilkan energy mekanis pada kincir Efisiensi terbesar diperoleh pada kincir air breastshot karena memanfaatkan energy kinetik air dan berat jenis air, Gerard (2021).

Berdasarkan penelitian sebelumnya terlihat jelas bahwa penggunaan turbin air arus bawah dengan jenis bentuk plat berbeda untuk jumlah sudu yang sama yaitu sebanyak 6 sudu menghasilkan nilai efisiensi yang paling tinggi. Maka dari itu perlu adanya riset yang lebih dalam terkait turbin air arus bawah dengan jumlah sudu 6 untuk jenis variasi bentuk plat dan material yang digunakan, Luther (2020).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen. Sudu yang digunakan berbentuk bengkok dengan sudut 45°. Roda turbin berdiameter 30 cm dan panjang sudu 14 cm dan lebar 12 cm. Pengambilan data dilakukan mulai dengan beban 0,1 kg sampai 1 kg yang digantung secara vertikal atau tegak lurus dengan menggunakan kelereng. menggunakan variasi material yaitu besi, plastic dan aluminium dengan bukaan katup dimulai dari 25%, 50%, 75% dan 100% untuk setiap jenis material. Hasil percobaan dihitung kecepatan air, debit air, torsi, kecepatan sudu, daya air, daya kincir dan efisiensi kincir air

Nama	Spesifikasi
Pompa	Daya 1000 watt
Sudu	Besi, aluminium dan plastik
Tachometer	Pipa PVC
Pipa Saluran	Pipa PVC
Katup	<i>Globe valve</i>
Turbin	Plastik
Beban	Kelereng
Newtonmeter	

Persamaan Rumus yang Digunakan

Debit air (Q) adalah banyaknya air yang mengalir melalui penampang (m³) saluran terbuka tiap satuan waktu (s). Debit aliran dapat dihitung dalam bentuk persamaan:

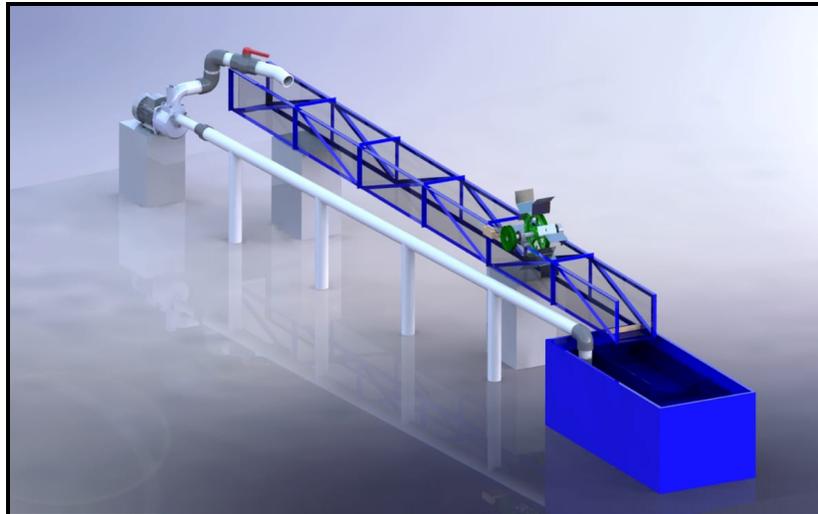
$$Q = \frac{V}{t} \quad (1)$$

Debit air thompson (Q_{tho}) adalah debit yang dihitung dengan sekat ukur berbentuk segitiga sama kaki dengan sudut 90°, h_t adalah tinggi saluran dengan metode Thompson (m),

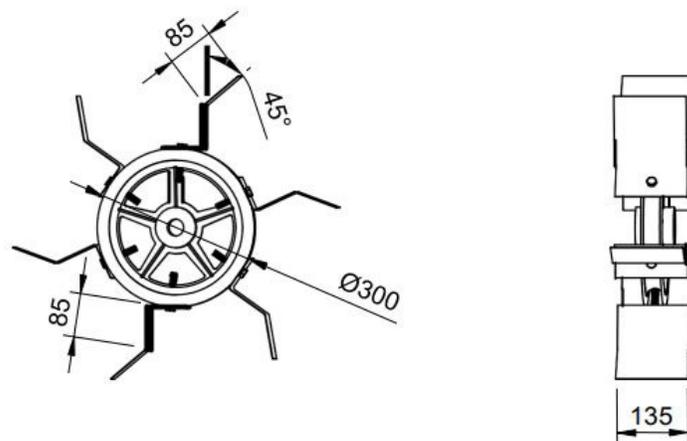
$$Q_{tho} = 0.0186 \cdot h_t^{5/2} \quad (2)$$

Kecepatan aliran (m/s) Jumlah air yang melewati suatu titik pada saluran aliran (m³/s) selama waktu tertentu adalah fungsi kecepatan dan luas penampang air (m²) yang mengalir,

$$v = \frac{Q}{A} \quad (3)$$



Gambar 1. Instalasi Pengujian Turbin Air



Gambar 2. Desain Turbin Air Sudu Bengkok 45°

Daya air (P_{air}) yang diterima oleh roda air adalah daya aliran horizontal sehingga roda air menghasilkan momen putar pada poros. Daya keluaran yang dihasilkan oleh kincir air tergantung pada kecepatan aliran air dan debit aliran air. Sehingga daya keluaran tersebut dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{\text{air}} = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v^3 \quad (4)$$

Proses perubahan energi kinetik menjadi energi mekanik akan membuat kincir berputar. Sehingga kincir akan bergerak secara berotasi, hal ini dinamakan dengan momen putar yang diterima poros kincir. Maka daya yang dapat dihasilkan kincir dapat dituliskan dengan persamaan:

$$\omega = 2\pi n/60 \quad (5)$$

$$\tau = F \cdot r_k \quad (6)$$

$$P_{\text{kincir}} = \tau \times \omega \quad (7)$$

Proses perubahan energi mekanik menjadi energi listrik merupakan fungsi generator. Sehingga generator akan menghasilkan listrik dari hasil putaran kincir yang terhubung dengan generator. Maka daya listrik yang dapat dihasilkan oleh generator dapat dituliskan dengan persamaan :

$$P_{\text{listrik}} = V \times I \quad (8)$$

Secara umum, unjuk kerja (*performance*) suatu peralatan konversi energi termasuk kincir air dapat dinyatakan dengan efisiensi (η) dan dapat dituliskan dalam persamaan:

$$\eta_{\text{kincir}} = \frac{P_{\text{kincir}}}{P_{\text{air}}} \times 100\% \tag{9}$$

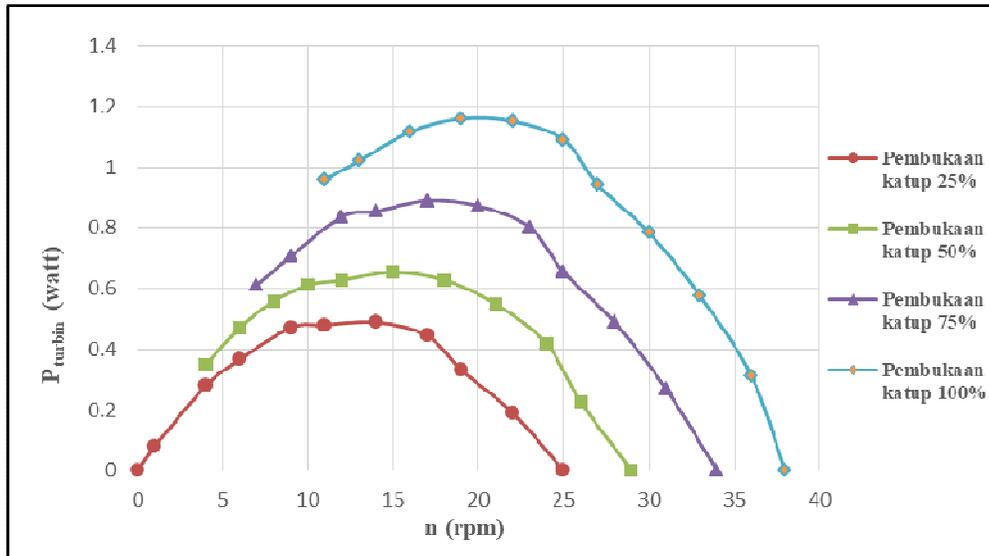
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hubungan daya turbin terhadap putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu plastik, aluminium, dan besi yang diperoleh dari perhitungan pada pengujian turbin air arus bawah sudu bengkok 45° dengan variasi material sudu diperlihatkan pada tabel dibawah:

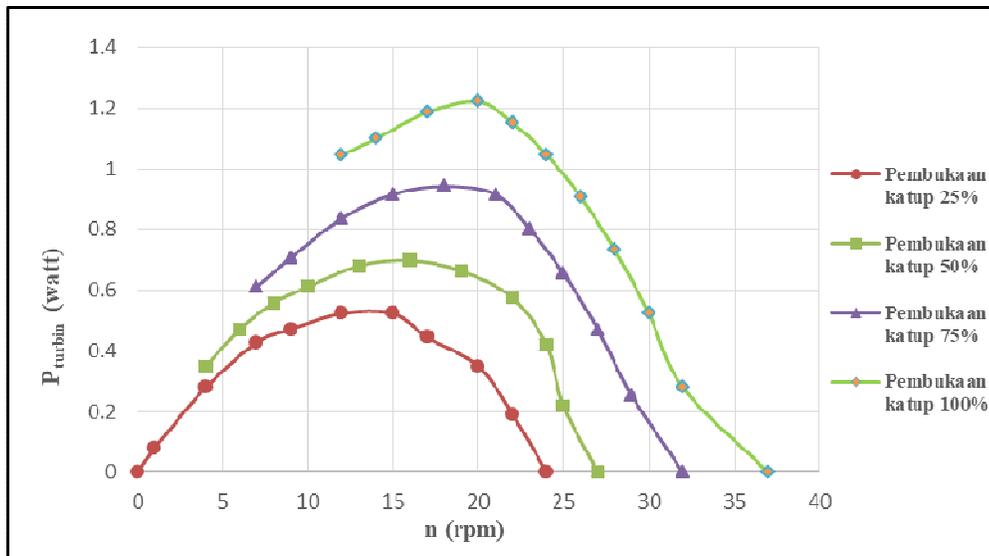
Tabel Data hubungan daya turbin dengan putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu plastik, aluminium, dan besi.

Material	Bukaan katup 25 %		Bukaan katup 50 %		Bukaan katup 75 %		Bukaan katup 100 %		Beban (kg)
	n (rpm)	P _{turbin} (watt)	n (rpm)	P _{turbin} (watt)	n (rpm)	P _{turbin} (watt)	n (rpm)	P _{turbin} (watt)	
Plastik	25	0	29	0	34	0	38	0	0
	22	0,1920	26	0,2269	31	0,2706	36	0,3142	0,1
	19	0,3316	24	0,4189	28	0,4887	33	0,5760	0,2
	17	0,4451	21	0,5498	25	0,6546	30	0,7855	0,3
	14	0,4887	18	0,6284	23	0,8029	27	0,9426	0,4
	11	0,4800	15	0,6546	20	0,8728	25	1,0910	0,5
	9	0,4713	12	0,6284	17	0,8902	22	1,1520	0,6
	6	0,3666	10	0,6109	14	0,8553	19	1,1608	0,7
	4	0,2793	8	0,5586	12	0,8379	16	1,1171	0,8
	1	0,0785	6	0,4713	9	0,7069	13	1,0211	0,9
Aluminium	0	0	4	0,3491	7	0,6109	11	0,9600	1
	24	0	27	0	32	0	37	0	0
	22	0,1920	25	0,2182	29	0,2531	32	0,2793	0,1
	20	0,3491	24	0,4189	27	0,4713	30	0,5237	0,2
	17	0,4451	22	0,5760	25	0,6546	28	0,7331	0,3
	15	0,5237	19	0,6633	23	0,8029	26	0,9077	0,4
	12	0,5237	16	0,6982	21	0,9164	24	1,0473	0,5
	9	0,4713	13	0,6808	18	0,9426	22	1,1520	0,6
	7	0,4277	10	0,6109	15	0,9164	20	1,2219	0,7
	4	0,2793	8	0,5586	12	0,8379	17	1,1870	0,8
Besi	1	0,0785	6	0,4713	9	0,7069	14	1,0997	0,9
	0	0	4	0,3491	7	0,6109	12	1,0473	1
	25	0	29	0	33	0	37	0	0
	21	0,1833	26	0,2269	30	0,2618	34	0,2967	0,1
	18	0,3142	23	0,4015	27	0,4713	31	0,5411	0,2
	16	0,4189	21	0,5498	24	0,6284	28	0,7331	0,3
	14	0,4887	18	0,6284	21	0,7331	26	0,9077	0,4
	11	0,4800	15	0,6546	19	0,8291	24	1,0473	0,5
	8	0,4189	12	0,6284	16	0,8379	21	1,0997	0,6
	5	0,3055	9	0,5498	13	0,7942	18	1,0997	0,7
3	0,2095	7	0,4887	9	0,6284	15	1,0473	0,8	
0	0	5	0,3927	7	0,5498	12	0,9426	0,9	
0	0	3	0,2618	5	0,4364	10	0,8728	1	

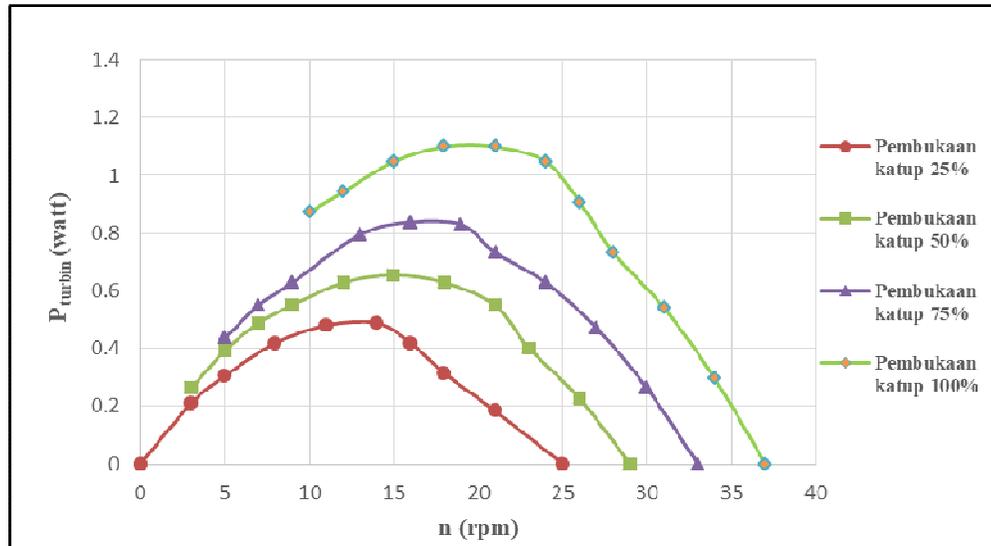
Hubungan antara daya turbin terhadap putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu plastik, aluminium, dan besi yang diperoleh dari pengujian turbin air arus bawah sudu bengkok 45° dengan variasi material sudu diperlihatkan pada gambar 3 sampai gambar 5.



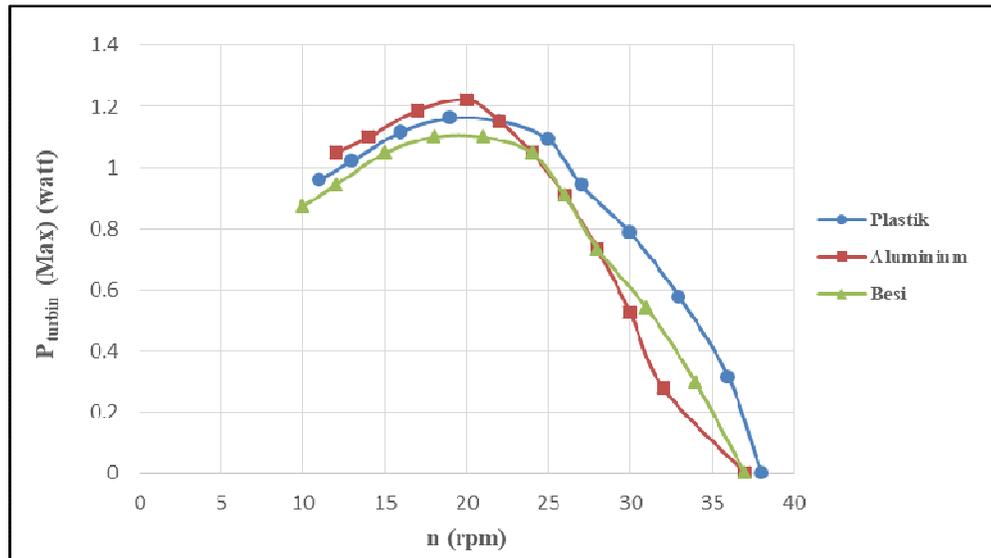
Gambar 3 Hubungan antara daya turbin dengan putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu plastik bentuk sudu bengkok 45°.



Gambar 4 Hubungan antara daya turbin dengan putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu aluminium bentuk sudu bengkok 45°.



Gambar 5 Hubungan antara daya turbin dengan putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu besi bentuk sudu bengkok 45°



Gambar 6 Hubungan antara daya turbin dengan putaran pada pembukaan katup 100% dengan variasi material sudu bentuk sudu bengkok 45°.

Pada gambar 3 sampai 5 terlihat bahwa hubungan antara daya turbin dengan putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu plastik, aluminium dan besi menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Daya turbin yang dihasilkan sangat bergantung dari pembebanan yang diberikan serta putaran yang dihasilkan serta pembukaan katup yang divariasikan. Hal ini disebabkan karena putaran turbin yang tinggi mampu menghasilkan daya turbin yang besar, putaran turbin ini dipengaruhi oleh pembukaan katup yang dilakukan karena pembukaan katup menentukan debit air yang akan memutar turbin dan menghasilkan putaran pada turbin. Oleh sebab itu, semakin besar pembukaan katup maka daya turbin menjadi besar pula karena debit air yang maksimal sehingga memutar turbin dan menghasilkan putaran tinggi, putaran tinggi inilah yang akan menghasilkan daya turbin yang besar daya turbin terbesar yaitu 1,1608 watt pada putaran 6 rpm untuk pembukaan katup 100% untuk sudu plastic, daya turbin terbesar yaitu 1,2219 watt pada putaran 7 rpm untuk pembukaan katup 100% untuk sudu aluminium, daya turbin terbesar yaitu 1,0997 watt pada putaran 8 rpm untuk pembukaan katup 100% untuk sudu besi, dari ketiga sudu tersebut, sudu aluminium adalah yang paling menghasilkan daya terbesar, kemudian sudu plastik an yang terkecil yaitu sudu besi karena aluminium mempunyai berat yang ideal sehingga mampu menghasilkan putaran lebih tinggi dibandingkan plastik dan besi. Plastik mempunyai berat yang ringan sehingga tidak mampu menghasilkan

momentum yang besar, sedangkan besi mempunyai berat yang besar sehingga debit air tidak mampu memutar turbin dengan maksimal.

Tabel 4.3 Hubungan efisiensi turbin dengan putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu plastik, aluminium, dan besi secara teori.

Material	Bukaan katup 25 %		Bukaan katup 50 %		Bukaan katup 75 %		Bukaan katup 100 %		Beban (kg)
	n (rpm)	η_{turbin} (%)	n (rpm)	η_{turbin} (%)	n (rpm)	η_{turbin} (%)	n (rpm)	η_{turbin} (%)	
Plastik	25	0	29	0	34	0	38	0	0
	22	12,9488	26	14,4257	31	14,6886	36	13,9911	0,1
	19	22,3661	24	26,6321	28	26,5342	33	25,6504	0,2
	17	30,0176	21	34,9546	25	35,5369	30	34,9778	0,3
	14	32,9605	18	39,9481	23	43,5919	27	41,9734	0,4
	11	32,3719	15	41,6126	20	47,3825	25	48,5803	0,5
	9	31,7834	12	39,9481	17	48,3301	22	51,3008	0,6
	6	24,7204	10	38,8385	14	46,4348	19	51,6895	0,7
	4	18,8346	8	35,5095	12	45,4872	16	49,7462	0,8
	1	5,2972	6	29,9611	9	38,3798	13	45,4712	0,9
0	0	4	22,1934	7	33,1677	11	42,7507	1	
Aluminium	24	0	27	0	32	0	37	0	0
	22	12,9488	25	13,8709	29	13,7409	32	12,4366	0,1
	20	23,5432	24	26,6321	27	25,5865	30	23,3186	0,2
	17	30,0176	22	36,6191	25	35,5369	28	32,6460	0,3
	15	35,3148	19	42,1675	23	43,5919	26	40,4188	0,4
	12	35,3148	16	44,3868	21	49,7516	24	46,6371	0,5
	9	31,7834	13	43,2771	18	51,1731	22	51,3008	0,6
	7	28,8404	10	38,8385	15	49,7516	20	54,4100	0,7
	4	18,8346	8	35,5095	12	45,4872	17	52,8554	0,8
	1	5,2972	6	29,9611	9	38,3798	14	48,9690	0,9
0	0	4	22,1934	7	33,1677	12	46,6371	1	
Besi	25	0	29	0	33	0	37	0	0
	21	12,3602	26	14,4257	30	14,2147	34	13,2138	0,1
	18	21,1889	23	25,5224	27	25,5865	31	24,0958	0,2
	16	28,2519	21	34,9546	24	34,1154	28	32,6460	0,3
	14	32,9605	18	39,9481	21	39,8013	26	40,4188	0,4
	11	32,3719	15	41,6126	19	45,0134	24	46,6371	0,5
	8	28,2519	12	39,9481	16	45,4872	21	48,9690	0,6
	5	20,6003	9	34,9546	13	43,1181	18	48,9690	0,7
	3	14,1259	7	31,0708	9	34,1154	15	46,6371	0,8
	0	0	5	24,9676	7	29,8510	12	41,9734	0,9
0	0	3	16,6451	5	23,6912	10	38,8643	1	

Tabel Hubungan efisiensi turbin dengan putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu plastik, aluminium, dan besi secara eksperimen

Material	Bukaan katup 25 %		Bukaan katup 50 %		Bukaan katup 75 %		Bukaan katup 100 %		Beban (kg)
	n (rpm)	η_{turbin} (%)	n (rpm)	η_{turbin} (%)	n (rpm)	η_{turbin} (%)	n (rpm)	η_{turbin} (%)	
Plastik	25	0	29	0	34	0	38	0	0
	22	12,2215	26	13,1497	31	13,7816	36	13,5707	0,1
	19	21,1099	24	24,2764	28	24,8958	33	24,8795	0,2
	17	28,3317	21	31,8628	25	33,3425	30	33,9266	0,3
	14	31,1094	18	36,4146	23	40,9002	27	40,7120	0,4
	11	30,5538	15	37,9319	20	44,4567	25	47,1203	0,5
	9	29,9983	12	36,4146	17	45,3458	22	49,7591	0,6

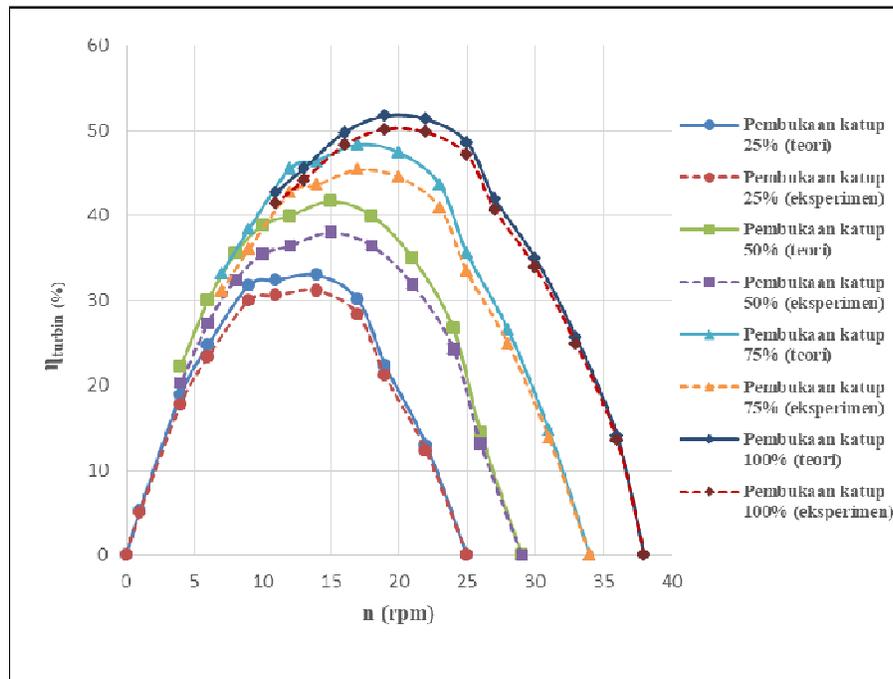
	6	23,3320	10	35,4031	14	43,5676	19	50,1360	0,7
	4	17,7768	8	32,3685	12	42,6784	16	48,2512	0,8
	1	4,9997	6	27,3109	9	36,0099	13	44,1046	0,9
	0	0	4	20,2303	7	31,1197	11	41,4659	1
	24	0	27	0	32	0	37	0	0
	22	22,2210	25	12,6440	29	12,8924	32	12,0628	0,1
	20	28,3317	24	24,2764	27	24,0066	30	22,6178	0,2
	17	33,3315	22	33,3800	25	33,3425	28	31,6649	0,3
	15	33,3315	19	38,4376	23	40,9002	26	39,2041	0,4
Aluminium	12	29,9983	16	40,4607	21	46,6795	24	45,2355	0,5
	9	27,2207	13	39,4491	18	48,0132	22	49,7591	0,6
	7	17,7768	10	35,4031	15	46,6795	20	52,7748	0,7
	4	4,9997	8	32,3685	12	42,6784	17	51,2669	0,8
	1	22,2210	6	27,3109	9	36,0099	14	47,4973	0,9
	0	0	4	20,2303	7	31,1197	12	45,2355	1
	25	0	29	0	33	0	37	0	0
	21	11,6660	26	13,1497	30	13,3370	34	12,8167	0,1
	18	19,9989	23	23,2649	27	24,0066	31	23,3717	0,2
	16	26,6652	21	31,8628	24	32,0088	28	31,6649	0,3
	14	31,1094	18	36,4146	21	37,3436	26	39,2041	0,4
Besi	11	30,5538	15	37,9319	19	42,2339	24	45,2355	0,5
	8	26,6652	12	36,4146	16	42,6784	21	47,4973	0,6
	5	19,4433	9	31,8628	13	40,4556	18	47,4973	0,7
	3	13,3326	7	28,3225	9	32,0088	15	45,2355	0,8
	0	0	5	22,7591	7	28,0077	12	40,7120	0,9
	0	0	3	15,1727	5	22,2284	10	37,6963	1

Hubungan antara efisiensi turbin terhadap putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu plastik, aluminium, dan besi yang diperoleh dari pengujian turbin air arus bawah sudu bengkok 45° dengan variasi material sudu diperlihatkan pada gambar 7-10. Pada gambar 7 terlihat bahwa hubungan antara efisiensi turbin dengan putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu plastik baik itu secara teori dan eksperimen, sedangkan pada gambar 8 menunjukkan hubungan antara efisiensi turbin dengan putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu aluminium baik itu secara teori dan eksperimen. Pada gambar 9 menunjukkan hubungan antara efisiensi turbin dengan putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu besi baik itu secara teori dan eksperimen.

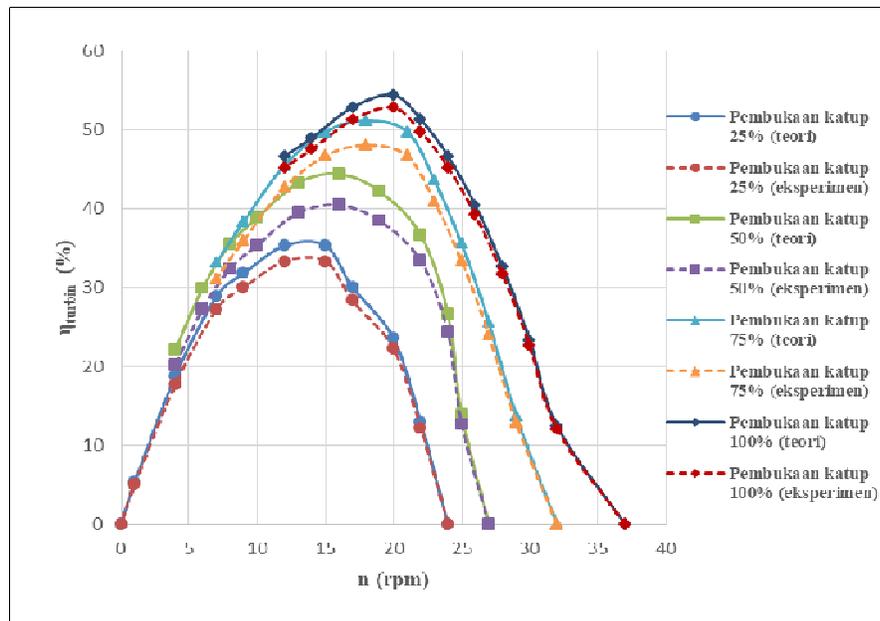
Nilai efisiensi teoritis lebih besar dibanding efisiensi secara eksperimen, perbedaan nilainya 1-2% untuk setiap pembukaan katup 25%, 50% 75% dan 100%. Efisiensi terbaik untuk setiap pembukaan katup terjadi pada putaran 19-21 rpm. Efisiensi sangat dipengaruhi pada pembukaan katup karena pada pembukaan katup maksimal menghasilkan debit air yang besar sehingga menghasilkan daya turbin yang besar pula. Daya turbin ini menentukan efisiensi turbin yang di peroleh karena semakin besar daya turbin diperoleh akan membuat peningkatan efisiensi pada turbin.

Pada pembukaan katup 100% untuk setiap sudu plastik, aluminium dan besi terjadi efisiensi maksimal baik secara teoritis dan eksperimen. Pada sudu plastik menghasilkan efisiensi terbesar secara teoritis adalah 51,69% dan secara eksperimen yaitu 50,14% untuk putaran 19 rpm, pada sudu aluminium menghasilkan efisiensi turbin terbesar secara teori yaitu 54,41% dan secara eksperimen yaitu 52,77% untuk putaran 20 rpm, pada sudu besi menghasilkan efisiensi turbin terbesar secara teori yaitu 48,97% dan secara eksperimen yaitu 47,5% untuk putaran 21 rpm.

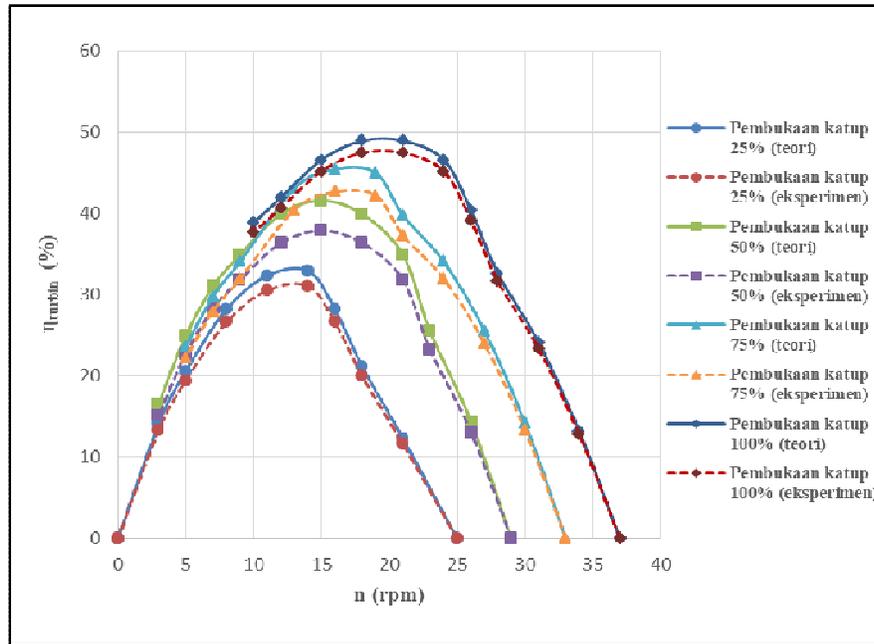
Sehingga pada gambar 10 dapat dilihat bahwa efisiensi turbin yang paling tinggi ialah material sudu aluminium dengan efisiensi turbin terbesar secara teori yaitu 54,4100% dan secara eksperimen yaitu 52,7748% untuk putaran 20 rpm. Jadi efisiensi terbesar dihasilkan oleh sudu aluminium, kemudia sudu plastik, dan terkecil dihasilkan sudu besi. Penelitian yang dilakukan oleh Luther Sule (2020) mengenai kinerja kincir air sudu mangkok dengan enam sudu diperloeh efisiensi kincir air 74,22% pada debit 0,01228 m³/s . Peneltian juga dilakukan Gerard Antonini Duma (2021) mengenai kinerja kincir air sudu plat datar dengan variasi sudu. Penelitian menunjukkan untuk sudu plastik daya kincir terbesar adalah 0.8553 watt dan efiaiensi terbesar 36,94%, sudu aluminum daya kincir terbesar adalah 0,9164 watt dan efiaiensi terbesar 39,58%, sudu besi daya kincir terbesar adalah 0,7942 watt dan efiaiensi terbesar 34,3%.



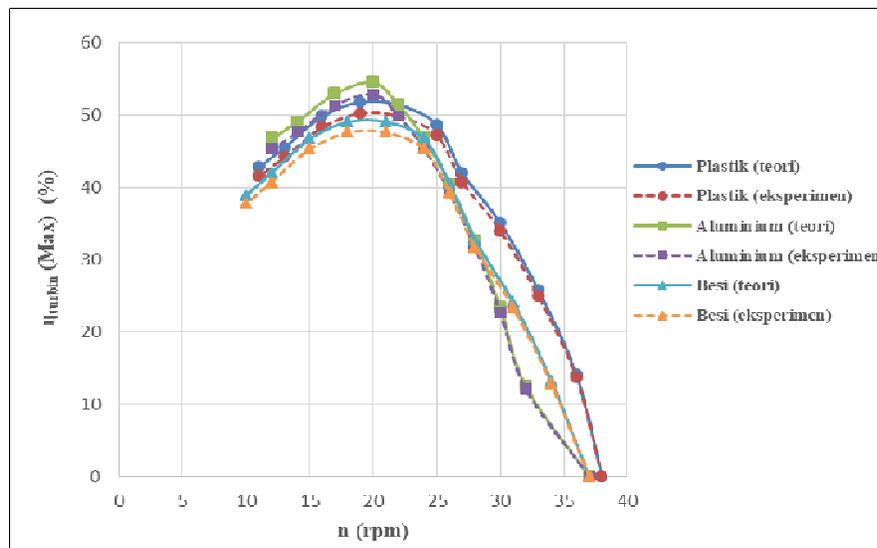
Gambar 7. Hubungan antara efisiensi turbin dengan putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu plastik bentuk sudu bengkok 45°.



Gambar 8. Hubungan antara efisiensi turbin dengan putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu aluminium bentuk sudu bengkok 45°.



Gambar 9. Hubungan antara efisiensi turbin dengan putaran pada variasi pembukaan katup untuk material sudu besi bentuk sudu bengkok 45°.



Gambar 10. Hubungan antara efisiensi turbin dengan putaran pada pembukaan katup 100% dengan variasi material sudu bentuk sudu bengkok 45°.

4. KESIMPULAN

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan diperoleh daya dan efisiensi turbin tertinggi di peroleh pada pembukaan katup 100% dan beban 0,7 kg pada setiap material plastik, besi dan aluminium. Daya turbin tertinggi diperoleh 1,16 watt untuk sudu plastik, sudu aluminium adalah 1,2 watt, sudu besi adalah 1,0997 watt. Efisiensi terbesar untuk sudu plastic secara teoritis adalah 51,67% dan secara eksperimen yaitu 50,14% untuk putaran 19 rpm, pada sudu aluminium menghasilkan efisiensi turbin terbesar secara teori yaitu 54,41% dan secara eksperimen yaitu 52,77% untuk putaran 20 rpm, pada sudu besi menghasilkan efisiensi turbin terbesar secara teori yaitu 48,97% dan secara eksperimen yaitu 47,5% untuk putaran 21 rpm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan khususnya kepada Laboratorium Mesin-mesin Fluida, Departemen Teknik Mesin, Universitas Hasanuddin.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiarso, Helmizar, Warjito, Agus, N., Wahyu, R., and Dendy, A.. Performance of breastshot waterwheel in run of river conditions. AIP Conference Proceedings 2227, 020014, 2020; <https://doi.org/10.1063/5.0000940>
- Debby, E., Ikhwanul, Q., and Gatut, R. Tingkat kekasaran permukaan sudu dan sudut input air terhadap unjuk kerja turbin vortex, JUSTE (Journal of Science and Technology), 1(2), 182-194, 2021.
- Setyawan, E.Y., Djiwo, S., Praswanto, D.H., Suwandono, P., Siagian, P., Design of low flow undershot type water turbine, Journal Of Science And Applied Engineering (JSAE), 2(2), 50-55, 2019.
- Gerard, A.D., Analisis kinerja kincir air sudu plat dengan variasi sudu material, Universitas Hasanuddin, 2021.
- Irawansyah, H., Mesin konversi energy, Mesin Konversi Energi, 91, 399–404, 2017.
- Luther, S., Andi, A.M., Onny, S., Performance of undershot water wheel with bowl-shaped blades model, International Journal of Technology, 11(2), 278-287, 2020.
- Mahmuddin, M., Sulaiman, S., Honeng, J., Analisis prestasi roda air sudu plat miring dinamis, J-Move: Jurnal Teknik Mesin, 1(1), 1–10, 2019.
- Syafriyudin, B., Fajar, Winoto, S.H., Facta, M., Early analysis of jumping water effect on breastshot waterwheel for microhydro power plant, The 2nd International Joint Conference on Science and Technology (IJCST) 2017. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series, 953, 012039, 2018.
- Syafriyudin, Beny, F., Prabudya, B.W., Jumping water method on microhydro power plant for water channel, Advances in Social Science, Education and Humanities Research, volume 102. 1st International Conference on Technology and Vocational Teachers (ICTVT 2017), 2017.