

## ANALISA KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT SKALA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN SUDU NACA 6414 DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU 5, 7, DAN 9

Arya Nendra Nico F<sup>[1]</sup>, Eko Yohanes Setyawan<sup>[2]</sup>  
Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Email : [yohanes@lecturer.itn.ac.id](mailto:yohanes@lecturer.itn.ac.id)

### ABSTRACT

Pembangkit listrik tenaga pikohidro merupakan salah satu energy alternatif dalam skala kecil dimana cukup dengan sungai yang memiliki debit air yang kontinu dan tinggi jatuhnya air yang cukup rendah untuk bisa menggerakkan turbin yang dapat menghasilkan sumber daya listrik. Dapat di lihat pada grafik diatas bahwa pengaruh variasi jumlah sudu dapat mempengaruhi efisiensi yang dihasilkan, seperti pada jumlah sudu 5 menghasilkan efisiensi sebesar 2,986 %, untuk jumlah sudu 7 mendapatkan efisiensi paling besar yaitu 5,111 % dan pada jumlah sudu 9 mengalami penurunan yaitu menghasilkan efisiensi sebesar 2,629 %. Akan tetapi pada penelitian kali ini terdapat penurunan pada jumlah sudu 9 yang mengakibatkan Daya Turbin dan Daya Air Yang berarti jumlah sudu mempengaruhi nilai efisiensi, karena pengaruh dari Daya Air (Pa) dan pengaruh dari nilai daya turbin (Pt). Akan tetapi dalam pengujian penelitian ini ada penurunan pada jumlah sudu 7 yang diakibatkan dari Daya turbin dan daya air dengan beberapa kendala pada waktu pengujian, seperti penggunaan model sudu NACA 6414 kurang efisiensi pada penggunaan Turbin Tipe Undershot. Hasil data dari pengujian turbin type undershot dengan menggunakan sudu Naca 6414 ini yang paling optimal pada turbin ini menggunakan sudu 7 dengan torsi sebesar 1,5868 Nm, Daya Air 0,90378 Hp, Momen Putar 1,834 rad/s, Daya Turbin 0,00462 Hp, dan Efisiensi sebesar 5,111%. Perbedaan daya yang dihasilkan turbin type undershot menggunakan beberapa variasi jumlah sudu dipengaruhi oleh beberapa factor seperti flowrate air yang cenderung tidak stabil, dan pada berat sudu yang mempengaruhi gerakan putar turbin, yang mana pada saat menggunakan 5 sudu turbin cenderung tidak berputar dengan maksimal dikarenakan pemasangan antar sudu yang jauh. Optimalnya nilai kinerja turbin type undershot ini yang menggunakan sudu Naca 6414 memiliki efisiensi tertinggi pada penggunaan sudu 7 dengan nilai efisiensi sebesar 5,111%, sedangkan efisiensi terendah terdapat pada penggunaan sudu 9 dengan nilai efisiensi 2,629%.

**Kata Kunci :** PLTPH, Kincir Air, Pikohidro, Undershot

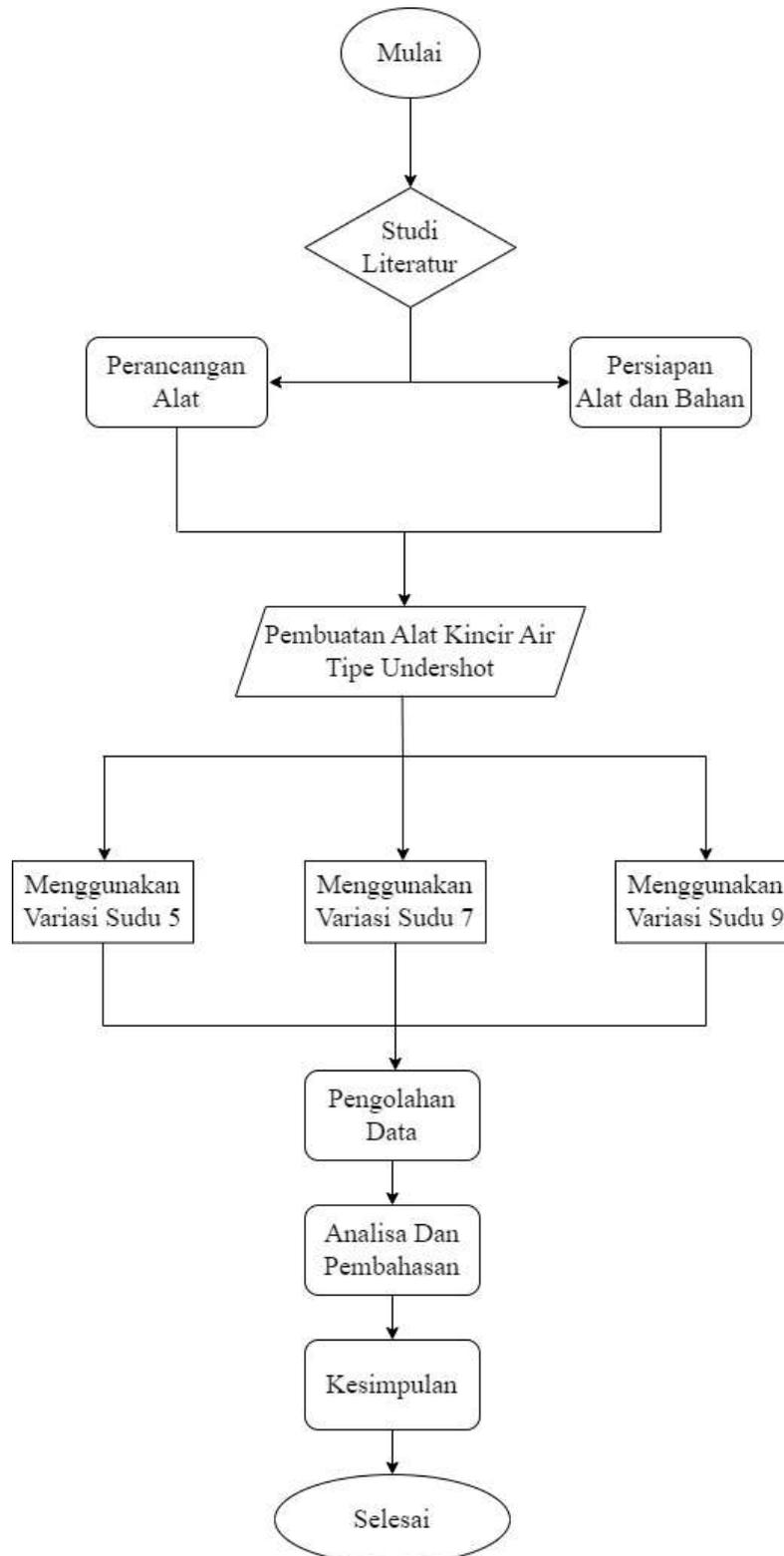
### PENDAHULUAN

Penggunaan energy saat ini masih berasal dari energy fosil dimana energy tersebut merupakan energy yang tidak dapat diperbarui dan seakan dengan seiringnya waktu energy tersebut akan perlahan habis. Pemanfaatan energy fosil yang terus menerus sendiri dapat berdampak pada bumi, karena penggunaan bahan bakar energy fosil sendiri sangat berkontribusi terhadap kelebihan karbon pada atmosfer yang mana dapat menyebabkan pemanasan global. (J, et al., 2019). Oleh karena itu, perlu adanya energy terbarukan untuk memenuhi kebutuhan listrik dengan memanfaatkan energy yang ada disekitar kita. Pemanfaatan energy alternatif tidak mengharuskan dalam skala besar tetapi juga dapat dilakukan dengan skala kecil.

Pembangkit listrik tenaga pikohidro merupakan salah satu energy alternatif dalam skala kecil dimana cukup dengan sungai yang memiliki debit air yang kontinu dan tinggi jatuhnya air yang cukup rendah untuk bisa menggerakkan turbin yang dapat menghasilkan sumber daya listrik. (Nahkoda, et al., 2018). Pikohidro sendiri memiliki tiga komponen utama yaitu air (sumber energi), turbin (energi potensial), dan generator (energy kinetic). Energi yang dihasilkan dari Pikohidro berasal dari pemanfaatan energi potensial dari jatuhnya air (head). Energi listrik yang dihasilkan dari energi potensial air berbanding lurus dengan tinggi jatuhnya air. (Givan, et al., 2020)

**METHOD**

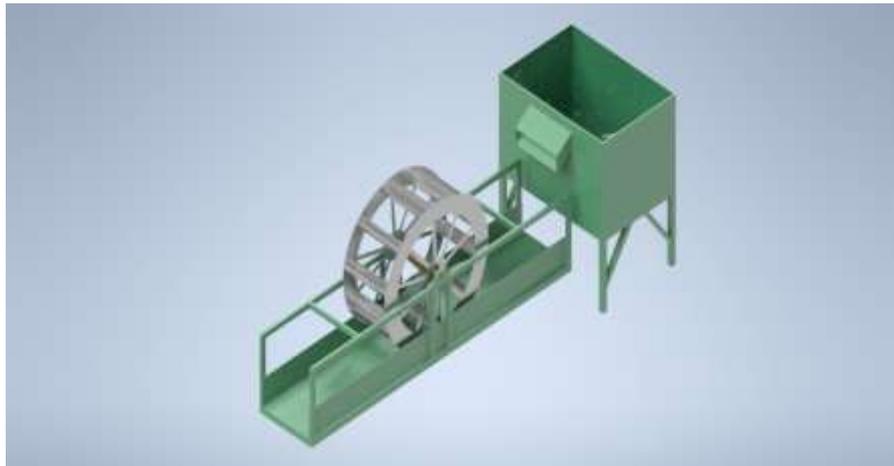
Diagram Alir



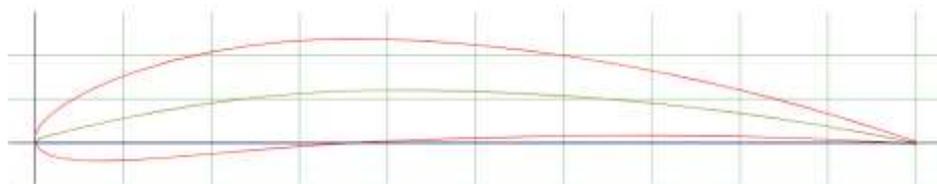
Gambar 1 Diagram Alir Penelitian  
(Sumber : Arya Nendra NF, 2023)

# ANALISA KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT SKALA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN SUDU NACA 6414 DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU 5, 7, DAN 9

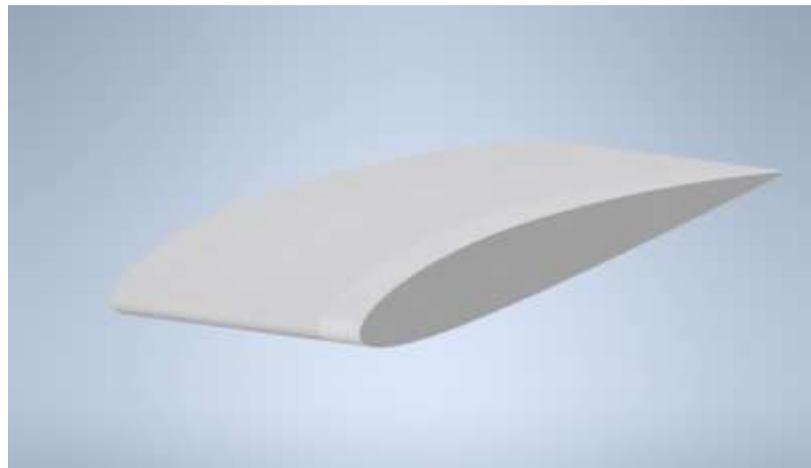
---



Tampak tiga dimensi turbin air tipe undershot



Desain Sudu NACA 6414



Desain 3D Sudu Naca 6414

## ➤ Alat dan Bahan

### 1. Alat

- Mesin Las
- Prony Break
- Generator
- Pompa Air
- Meteran
- Tachometer
- Gerinda
- Flowmeter
- Avometer
- Mesin Bor Tangan
- Kunci Pas, Ring dan Obeng
- Selang Spiral

2. Bahan
  - Plat Galvanis
  - Baja Siku
  - Poros
  - Bearing
  - Baut, Ring dan Mur
  - Pulley
  - Belt
  - Sealant
  - Akrilik
  - Pelat Besi

### Rumus Yang Digunakan

1. Kecepatan air

$$v = \frac{s}{t} \text{ (m/s)}$$

Dimana:

$v$  = Kecepatan air

$s$  = Jarak (meter)

$t$  = Waktu (detik)

(Wiludjeng, 2017)

2. Debit Air

$$Q = v \times A \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

Dimana:

$Q$  = Debit air ( $m^3/s$ )

$v$  = Kecepatan air ( $m/s$ )

$A$  = Luas penampang aliran air ( $m^2$ )

(Wibowo, 2007)

3. Kecepatan Putar

$$n = \frac{60v}{\pi d} \text{ (rpm)}$$

Dimana:

$v$  = Kecepatan air yang mengalir ( $m/s$ )

$d$  = Diameter kincir air ( $m$ )

4. Torsi

$$T = F \times r$$

Dimana:

$T$  = Torsi kincir ( $Nm$ )

$F$  = Gaya ( $N$ )

$r$  = Jari-jari kincir ( $m$ )

(Mafrudin, 2014)

5. Daya Air

$$P \text{ air} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

Dimana:

$\rho$  = Densitas air ( $Kg/m^3$ )

$A$  = Luas ( $m^2$ )

$V$  = Kecepatan ( $m/s$ )

**ANALISA KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT SKALA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN SUDU NACA 6414 DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU 5, 7, DAN 9**

6. Daya Kincir

$$P_{kincir} = T \times \left(\frac{\pi n}{30}\right) \text{ (watt)}$$

Dimana:

$T$  = Torsi (Nm)

$n$  = Putaran kincir (rpm)

7. Daya Listrik

$$P_e = V \times I \text{ (watt)}$$

Dimana:

$P_e$  = Daya listrik (Watt)

$V$  = Tegangan (V)

$I$  = Arus (A)

8. Efisiensi

$$\eta = \frac{P_{kincir}}{P_{air}} \cdot 100\%$$

Dimana:

$\eta$  = Efisiensi (%)

$P_{kincir}$  = Daya Kincir (Watt)

$P_{air}$  = Daya air (Watt)

(Mafrudin,2014)

**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan data hasil yang di dapat dengan jumlah sudu yang berbeda yakni; 5 sudu, 7 sudu, dan 9 sudu dengan bahan sudu dari plat besi dengan model sudu Naca 6414. Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan pengambilan data 1 kali setiap 10 menit seperti pada tabel dibawah ini :

➤ Data Hasil Pengujian Turbin Air Dengan Menggunakan 5 Sudu

Time	Flowrate (L/min)	Rotary Speed (rpm)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)
19,1	9,22	13,83	3,01	0,19	0,56
19,11	5,63	11,32	1,72	0,04	0,06
19,12	15,13	14,61	3,69	0,11	0,41
19,13	11,18	13,59	2,57	0,04	0,1
19,14	14,06	13,64	2,59	0,04	0,1
19,15	9,14	14,24	3,17	0,11	0,35
19,16	15,25	13,79	2,82	0,11	0,31
19,17	18,61	14,56	3,52	0,2	0,67
19,18	10,56	11,86	2,59	0,04	0,1
19,19	16,63	14,47	3,25	0,11	0,36
Rata-rata	12,541	13,591	2,893	0,099	0,302

Pada tabel diatas menjelaskan bahwa karakteristik dari banyaknya sudu yang digunakan dapat mempengaruhi putaran poros pada kincir air. Kincir air yang menggunakan 5 sudu Naca 6414 memiliki rata-rata rotary speed sebesar 13,591 rpm, serta daya rata-rata yang dihasilkan sebesar 0,302 W. Diuji 10 kali dalam kurun waktu 10 menit dengan pembebanan 2,495 kg. Alat pengukur menggunakan alat ukur dalam bentuk monitoring yang dapat terhubung ke berbagai alat ukur seperti tachometer (untuk mengukur RPM), flowmeter (untuk mengukur debit air) dan juga alat ini dapat mengukur Volt, Ampere, dan Watt yang mana nilai data yang masuk di tampilkan ke dalam LCD pada alat monitoring.

➤ Tabel Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Turbin dengan Menggunakan Jumlah 5 Sudu

Jumlah Sudu	Flowrate (L/min)	Rotary Speed (rpm)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)
5 Sudu	12,541	13,591	2,893	0,099	0,302

Dari data tabel dan Analisa dari Rotary Speed (rpm), Voltage, Current, Power memiliki nilai paling kecil dibandingkan dengan jumlah sudu 7 dan 9.

Bila melihat dari penelitian terdahulu seperti Benyamin, 2018 tentang pengaruh jumlah sudu terhadap kinerja turbin akan adanya pengaruh yang signifikan terhadap nilai daya, rpm, voltage, current/ampere. Lalu dalam pengujian penelitian ini sudu dengan jumlah 5 paling kecil dari jumlah 7, dan 9 jadi bisa disimpulkan pada penelitian ini sudah sesuai dengan mendapat nilai power sebesar 0,302 Watt, Putaran Poros dengan nilai 13,591 rpm, voltage dengan nilai 2,893 V, Current 0,099 A ini lebih kecil dibandingkan dengan jumlah sudu 7, dan 9.

Untuk nilai flowrate sendiri memiliki rata-rata 12,541 L/min yang mana lebih besar dibandingkan dengan jumlah sudu 7 dan lebih kecil dibandingkan dengan jumlah sudu 9.

➤ Data Hasil Pengujian Turbin Air Dengan Menggunakan 7 Sudu

Time	Flowrate (L/min)	Rotary Speed (rpm)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)
18,15	9,46	15,68	4,23	0,23	0,79
18,16	7,98	16,91	3,69	0,19	0,68
18,17	8,12	17,06	3,27	0,27	0,84
18,18	4,73	19,17	4,72	0,41	1,91
18,19	13,62	15,32	4,14	0,19	0,76
18,2	15,34	18,89	4,39	0,41	1,79
18,21	13,65	17,28	3,69	0,26	0,95
18,22	12,71	18,21	4,17	0,41	1,69
18,23	12,89	18,54	4,27	0,45	1,74
18,24	12,78	18,24	4,2	0,42	1,71
Rata-rata	11,128	17,53	4,077	0,324	1,286

Pada tabel diatas menjelaskan bahwa karakteristik dari banyaknya sudu yang digunakan dapat mempengaruhi putaran poros pada kincir air. Kincir air yang menggunakan 7 sudu Naca 6414 memiliki rata-rata rotary speed sebesar 17,53 rpm, serta daya rata-rata yang dihasilkan sebesar 1,286 W. Diuji 10 kali dalam kurun waktu 10 menit dengan pembebanan 2,955 kg. Alat pengukur menggunakan alat ukur dalam bentuk monitoring yang dapat terhubung ke berbagai alat ukur seperti tachometer (untuk mengukur RPM), flowmeter (untuk mengukur debit air) dan juga alat ini dapat mengukur Volt, Ampere, dan Watt yang mana nilai data yang masuk di tampilkan ke dalam LCD pada alat monitoring.

Dapat dilihat dari table 4.2 yang mana dari data yang didapatkan terlihat pengaruh menggunakan 7 sudu. Langkah berikutnya yang dapat dilakukan adalah dengan mencari torsi pada turbin air dengann 7 sudu Naca 6414 menggunakan metode prony break.

➤ Data Hasil Pengujian Turbin Air Dengan Menggunakan 7 Sudu

Jumlah Sudu	Flowrate (L/min)	Rotary Speed (rpm)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)
7 Sudu	11,128	17,53	4,077	0,324	1,286

Dari data tabel dan Analisa dari Rotary Speed (rpm), Voltage, Current, Power memiliki nilai paling besar dibandingkan dengan jumlah sudu 7 dan 9.

Bila melihat dari penelitian terdahulu seperti Benyamin, 2018 tentang pengaruh jumlah sudu terhadap kinerja turbin akan adanya pengaruh yang signifikan terhadap nilai daya, rpm, voltage, current/ampere. Lalu dalam pengujian penelitian ini sudu dengan jumlah 7 memiliki nilai rata-rata paling besar dibandingkan dengan jumlah sudu 5, dan 9. Jadi bisa disimpulkan pada penelitian ini sudah sesuai dengan mendapat nilai power sebesar 1,286 Watt, Putaran Poros dengan nilai 17,53 rpm, voltage dengan nilai 4,077 V, Current 0,324 A ini memiliki nilai paling besar

## ANALISA KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT SKALA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN SUDU NACA 6414 DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU 5, 7, DAN 9

dibandingkan dengan jumlah sudu 5, dan 9.

Untuk nilai flowrate sendiri memiliki rata-rata 11,128 L/min yang mana paling kecil dibandingkan dengan jumlah sudu 5 dan 9.

### ➤ Data Hasil Pengujian Turbin Air Dengan Menggunakan 9 Sudu

Time	Flowrate (L/min)	Rotary Speed (rpm)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)
18,41	12,31	12,19	2,31	0,07	0,28
18,42	16,67	12,24	2,45	0,1	0,31
18,43	18,41	13,42	3,41	0,19	0,63
18,44	15,13	13,33	3,19	0,11	0,35
18,45	16,42	15,82	4,51	0,41	1,84
18,46	16,36	13,25	3,14	0,11	0,35
18,47	12,98	13,46	3,44	0,11	0,38
18,48	14,67	15,23	4,16	0,26	1,08
18,49	18,35	12,48	2,84	0,19	0,53
18,5	12,91	15,67	4,39	0,33	1,46
Rata-rata	15,421	13,709	3,384	0,188	0,721

Pada tabel diatas menjelaskan bahwa karakteristik dari banyaknya sudu yang digunakan dapat mempengaruhi putaran poros pada kincir air. Kincir air yang menggunakan 9 sudu Naca 6414 memiliki rata-rata rotary speed sebesar 13,709 rpm, serta daya rata-rata yang dihasilkan sebesar 0,188 W. Diuji 10 kali dalam kurun waktu 10 menit dengan pembebanan 2,075 kg. Alat pengukur menggunakan alat ukur dalam bentuk monitoring yang dapat terhubung ke berbagai alat ukur seperti tachometer (untuk mengukur RPM), flowmeter (untuk mengukur debit air) dan juga alat ini dapat mengukur Volt, Ampere, dan Watt yang mana nilai data yang masuk di ditampilkan ke dalam LCD pada alat monitoring.

Dapat dilihat dari tabel 4.3 yang mana dari data yang didapatkan terlihat pengaruh menggunakan jumlah 9 sudu. Langkah berikutnya yang dapat dilakukan adalah dengan mencari torsi pada Turbin air dengan 9 sudu Naca 6414 menggunakan metode prony break.

### ➤ Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Turbin dengan Menggunakan 9 sudu

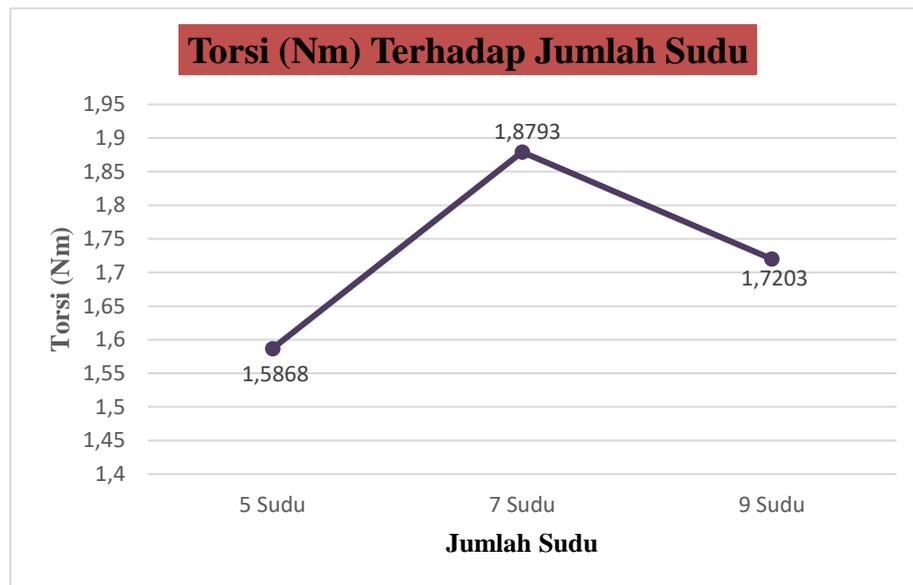
Jumlah Sudu	Flowrate (L/min)	Rotary Speed (rpm)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)
9 Sudu	15,421	13,709	3,384	0,188	0,721

Dari data tabel dan Analisa dari Rotary Speed (rpm), Voltage, Current, Power memiliki nilai rata-rata lebih besar dibandingkan dengan jumlah sudu 5 dan memiliki nilai rata-rata lebih kecil dibandingkan dengan jumlah sudu 9.

Bila melihat dari penelitian terdahulu seperti Benyamin, 2018 tentang pengaruh jumlah sudu terhadap kinerja turbin akan adanya pengaruh yang signifikan terhadap nilai daya, rpm, voltage, current/ampere. Lalu dalam pengujian penelitian ini sudu dengan jumlah 9 memiliki nilai rata-rata lebih besar dibandingkan dengan jumlah sudu 5, dan memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan jumlah sudu 9. Jadi bisa disimpulkan pada penelitian ini sudah sesuai dengan mendapat nilai power sebesar 0,721 Watt, Putaran Poros dengan nilai 13,709 rpm, voltage dengan nilai 3,384 V, Current 0,188 A ini memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan jumlah sudu 7, dan memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan jumlah sudu 5

Untuk nilai flowrate sendiri memiliki rata-rata 15,421 L/min yang mana paling besar dibandingkan dengan jumlah sudu 5 dan 7.

➤ Pengaruh Torsi (Nm) Terhadap Jumlah Sudu

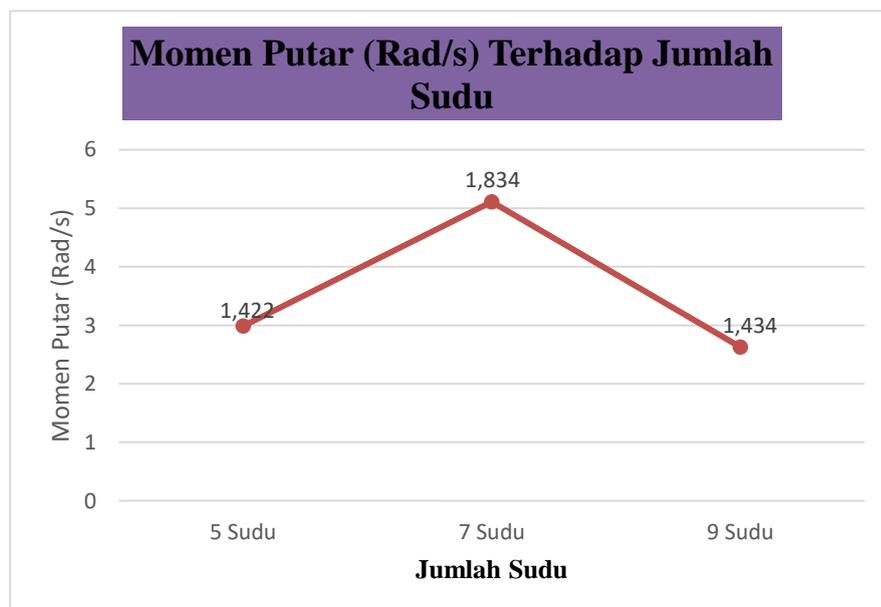


Pengaruh Torsi (Nm) Terhadap Jumlah Sudu

Dari grafik diatas kita bisa melihat pengaruh dari Torsi (Nm) dengan variasi jumlah sudu yang digunakan yaitu sudu 5 mempunyai nilai paling kecil dengan nilai 1,5868 Nm dan untuk jumlah sudu 7 memiliki nilai paling besar yaitu dengan nilai 1,8793 Nm sedangkan jumlah sudu menggunakan 9 mempunyai nilai 1,7203 Nm.

Yang artinya variasi jumlah sudu yang berbeda dapat mempengaruhi Torsi (Nm) yang dihasilkan turbin karena pengaruh dari nilai pembebanan yang di dapatkan dari prony break. Semakin besar nilai prony break maka semakin besar nilai torsi yang didapatkan. Dalam pengujian ini nilai pembebanan dengan menggunakan prony break berpengaruh terhadap aliran kecepatan air yang didapatkan dan variasi jumlah sudu yang setiap jumlah sudunya berbeda daya yang dihasilkan, maka besar nilai prony breaknya dipengaruhi oleh kecepatan aliran air dan jumlah sudu.

➤ Grafik Pengaruh Momen Putar (Rad/s) Terhadap Jumlah Sudu



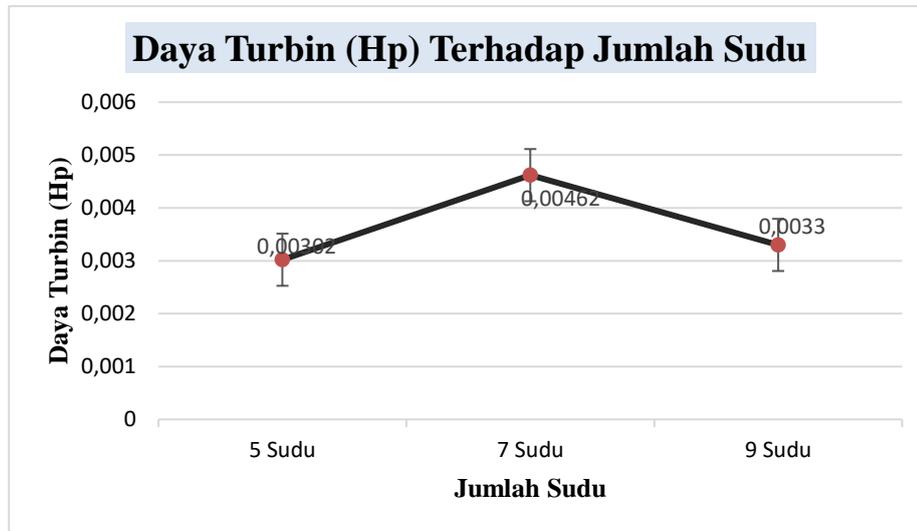
Grafik Pengaruh Momen Putar (Rad/s) Terhadap Jumlah Sudu

Pada grafik ini di dapatkan bahwa pengaruh dari variasi sudu terhadap momen putar dengan sudu 5 memiliki hasil momen putar (rad/s) sebesar 1,422 rad/s, untuk sudu 7 memiliki hasil momen putar sebesar 1,834 rad/s dan terakhir pada jumlah sudu 9 memiliki hasil momen putar 1,434 rad/s.

Yang artinya besar nilai momen putaran poros (Rpm) yang dihasilkan turbin dipengaruhi oleh variasi jumlah sudu, yang mana pada jumlah sudu 5 memiliki putaran poros (Rpm) paling kecil dan jumlah sudu 7 memiliki nilai putaran poros (Rpm) paling besar. Semakin besar nilai putaran poros (Rpm) maka semakin besar nilai momen putar (rad/s) yang dihasilkan.

# ANALISA KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT SKALA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN SUDU NACA 6414 DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU 5, 7, DAN 9

- Grafik Pengaruh Daya Turbin (Hp) Terhadap Jumlah Sudu

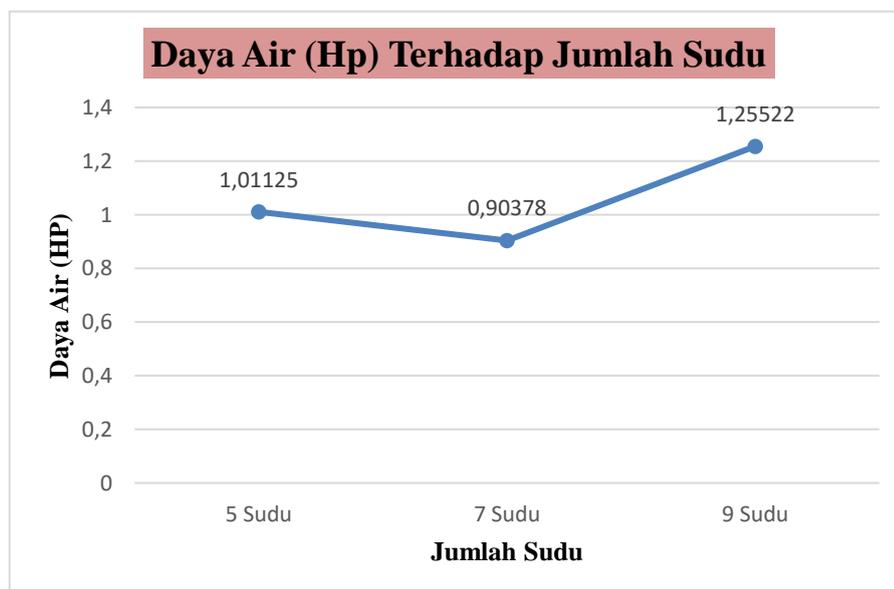


Grafik Pengaruh Daya Turbin (Hp) Terhadap Jumlah Sudu

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa jumlah sudu mempengaruhi daya turbin yang dihasilkan, bisa dilihat dengan jumlah sudu 5 dengan nilai 0,00302 Hp, untuk jumlah sudu 7 menghasilkan daya turbin dengan nilai 0,00462 Hp, sedangkan pada jumlah sudu 9 menghasilkan daya turbin 0,00330 Hp.

Berdasarkan Teori Benyamin Tangaran, 2019 semakin banyak jumlah sudu maka semakin besar pula daya turbin yang dihasilkan, akan tetapi dalam pengujian ini ada beberapa faktor jumlah sudu 5 dan 9 nilai menurun dikarenakan melihat dari nilai pembebanan, torsi dan momen putar yang berpengaruh dalam menghasilkan Daya turbin.

- Grafik Pengaruh Daya Air (Hp) Terhadap Jumlah Sudu



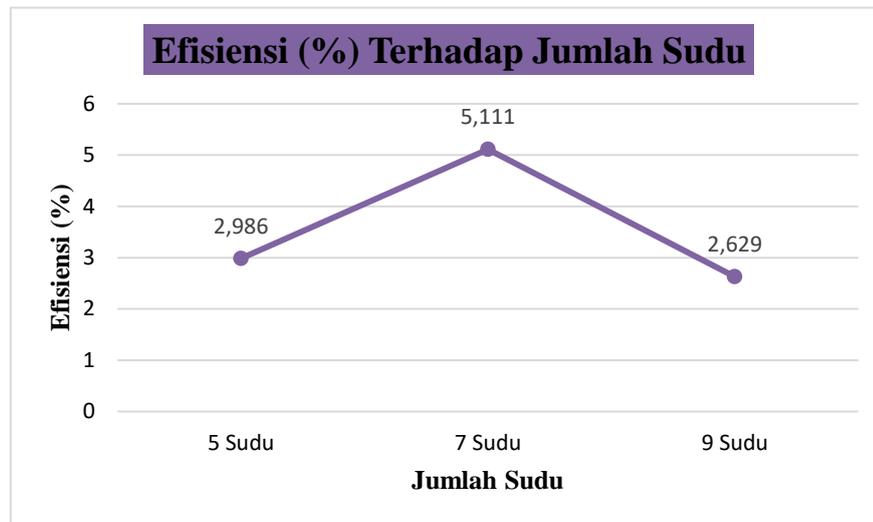
Grafik Pengaruh Daya Air (Hp) Terhadap Jumlah Sudu

Dari grafik diatas bisa dilihat bahwa variasi jumlah sudu dengan daya air (hp) dapat diketahui turbin air dengan variasi jumlah sudu yang berbeda dapat mempengaruhi daya air yang di hasilkan, seperti sudu dengan jumlah 5 menghasilkan daya air sebesar 1,01125 Hp, lalu pada sudu dengan jumlah 7 menghasilkan daya air sebesar 0,90378 Hp, Sedangkan pada sudu dengan jumlah 9 menghasilkan daya air sebesar 1,25522 Hp.

Bila melihat teori Sri Widodo, 2018 Semakin banyak jumlah sudu maka semakin besar nilai daya air yang dihasilkan karena jumlah sudu mempengaruhi kinerja turbin air. Dalam pengujian penelitian ini tidak sesuai dikarenakan ada beberapa faktor yang mempengaruhi flowrate pada saat pengujian seperti masuknya kotoran ke dalam flowrate yang menyebabkan terjadinya ketidakstabilan data yang dihasilkan oleh flowrate, selanjutnya pemasangan posisi flowrate dibelakang runner sehingga air yang melewati flowrate tidak setabil dikarenakan jatuhnya air pada saat menggunakan sudu 7 putaran turbin tergolong cepat sehingga putaran turbin yang menghantam

aliran air yang mengalir yang mana mengakibatkan air terpecah pada saat melewati flowrate yang mengakibatkan data dari flowrate itu sendiri tidak stabil dan terjadinya vortex pada aliran air yang menghantam sudu karena disebabkan dari pengaruh sudu naca itu sendiri.

➤ Grafik Pengaruh Efisiensi (%) Terhadap Variasi Jumlah Sudu



Grafik Pengaruh Efisiensi (%) Terhadap Variasi Jumlah Sudu

Dapat di lihat pada grafik diatas bahwa pengaruh variasi jumlah sudu dapat mempengaruhi efisiensi yang dihasilkan, seperti pada jumlah sudu 5 menghasilkan efisiensi sebesar 2,986 %, untuk jumlah sudu 7 mendapatkan efisiensi paling besar yaitu 5,111 % dan pada jumlah sudu 9 mengalami penurunan yaitu menghasilkan efisiensi sebesar 2,629 %.

Dapat disimpulkan bahwa jumlah sudu dapat mempengaruhi efisiensi karena pengaruh Daya Air (Pa) dan pengaruh dari nilai Daya Turbin (Pt). Jika melihat dari teori peneliti terdahulu seperti Mafrudin 2014, jumlah sudu mempengaruhi nilai efisiensi, yang mana semakin banyak jumlah sudu maka semakin besar pula nilai efisiensi yang dihasilkan. Akan tetapi pada penelitian kali ini terdapat penurunan pada jumlah sudu 9 yang mengakibatkan Daya Turbin dan Daya Air

Yang berarti jumlah sudu mempengaruhi nilai efisiensi, karena pengaruh dari Daya Air (Pa) dan pengaruh dari nilai daya turbin (Pt). Jika melihat dari teori peneliti terdahulu seperti Mafrudin, 2014 jumlah sudu mempengaruhi nilai efisiensi, semakin banyak jumlah sudu maka semakin besar nilai efisiensi yang dihasilkan. Akan tetapi dalam pengujian penelitian ini ada penurunan pada jumlah sudu 7 yang diakibatkan dari Daya turbin dan daya air dengan beberapa kendala pada waktu pengujian, seperti penggunaan model sudu NACA 6414 kurang efisiensi pada penggunaan Turbin Tipe Undershot.

## **ANALISA KINERJA KINCIR AIR TIPE UNDERSHOT SKALA PIKOHIDRO MENGGUNAKAN SUDU NACA 6414 DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU 5, 7, DAN 9**

---

### **Kesimpulan**

1. Hasil data dari pengujian turbin type undershot dengan menggunakan sudu Naca 6414 ini yang paling optimal pada turbin ini menggunakan sudu 7 dengan torsi sebesar 1,5868 Nm, Daya Air 0,90378 Hp, Momen Putar 1,834 rad/s, Daya Turbin 0,00462 Hp, dan Efisiensi sebesar 5,111%
2. Perbedaan daya yang dihasilkan turbin type undershot menggunakan beberapa variasi jumlah sudu dipengaruhi oleh beberapa factor seperti flowrate air yang cenderung tidak stabil, dan pada berat sudu yang mempengaruhi gerakan putar turbin, yang mana pada saat menggunakan 5 sudu turbin cenderung tidak berputar dengan maksimal dikarenakan pemasangan antar sudu yang jauh. Pada saat menggunakan 9 sudu turbin tidak dapat berputar dengan maksimal dikarenakan pemasangan antar sudu yang dekat sehingga turbin tidak dapat berputar dengan maksimal.
3. Optimalnya nilai kinerja turbin type undershot ini yang menggunakan sudu Naca 6414 memiliki efisiensi tertinggi pada penggunaan sudu 7 dengan nilai efisiensi sebesar 5,111%, sedangkan efisiensi terendah terdapat pada penggunaan sudu 9 dengan nilai efisiensi 2,629%.

### **Saran**

1. Pada penelitian harus memperhatikan beberapa aspek penting dalam menentukan karakteristik jenis sudu agar mendapatkan efisiensi turbin yang tinggi.
2. Pada saat penelitian harus memperhatikan alat sensor seperti flowmeter agar tidak bermasalah seperti terjadi pergeseran pada alat sensor, alat sensor kotor sehingga data yang didapat tidak maksimal, dan memperhatikan alat sensor lainnya agar tidak bermasalah pada saat pengujian.
3. Pada saat melakukan pengujian pemasangan antar sudu harus diperhatikan diameter pada turbin agar putaran turbin seimbang.

**REFRENSI**

- [1] Abd, M. L., & Asroni, M. (2021). ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN HYDROFOIL NACA 6515 DENGAN VARIASI SUDUT PENYEMPITAN ALIRAN AIR TERHADAP PERFORMA DAN EFISIENSI PADA TURBIN AIR FORTEX.
- [2] Alamsah, A., & Praswanto, D. H. (2021). Analisa Kincir Air Tipe FLoating Menggunakan Blade Angle Untuk Pihydro.
- [3] Arismunandar, Wiranto. (2002). Pengantar Turbin Gas Dan Motor Propulsi. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [4] Chamdareno, P. G., Almada, D., & Gunawan, H. (2019). Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Pihydro. Vol. 4.
- [5] Givan, D., & Mubarak, A. (2020). Implementasi Pengembangan Energi Baru Terbarukan Pembangkit Listrik Tenaga Mikohidro (PLTMH) Oleh Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sumatera Baratdi Solok Selatan. *Jurnal Mahasiswa Ilmu Administrasi Publik*, Vol. 2 nomor 4.
- [6] Hakim, M. R., & Adiwibowo, P. H. (2018). Uji Eksperimental Kinerja Turbin Reaksi Aliran Vortex Tipe Sudu Berpenampang Lurus Dengan Bervariasi Tinggi Sudu. Vol. 6, Nomor 1.
- [7] Hariadi, S. W. (2011, Desember 5). *Jenis - Jenis Turbin Air Dan Karakteristiknya*. Retrieved from Academia.Edu: [https://www.academia.edu/34833709/JENIS\\_JENIS\\_TURBIN\\_AIR\\_DAN\\_KARAKTERISTIKNYA](https://www.academia.edu/34833709/JENIS_JENIS_TURBIN_AIR_DAN_KARAKTERISTIKNYA)
- [8] J, S., FH, M., & MFK, A. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru dan Energi Terbarukan di Kota . *Jurnal Riptek*, Vol. 13 (2) 177 - 186.
- [9] Jafar, M. (2019). Analisa Pengaruh Penggunaan NACA 9410 Pada Sudu Turbin Air Vortex Tenaga Pihydro Terhadap Tinggi Jatuh Air Dan Penyempitan Aliran Air.
- [10] Lubis, M. (2012). Analisis Aerodinamika Airfoil NACA 2412 Pada Sayap Pesawat Model Tipe Glider dengan Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamics untuk Memperoleh Gaya Angkat Maksimum. pp.22-33. e-Dinamis.
- [11] Nahkoda, Y. I., Sulistiawati, I. B., & Soetedjo, A. (2018). Penerapan Tenaga Listrik Pihydro Menggunakan Komponen Bekas Dengan Pemanfaatan Potensi Energi Terbarukan di Desa Gelang Kecamatan Sumberbaru Kabupaten Jember. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks* , Volume 1 Nomor 2.
- [12] Purwantono, Lapisa, R., & Kurniawan, A. (2020). *Turbin Air Pengantar Dan Aplikasinya Di Lapangan*. Padang: UNP Press.
- [13] Widodo, S., Mujiarto, S., Rasyidi, N. R., & Suharno, K. (2018). Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Terhadap Daya Yang Dihasilkan. Vol.2, No.2(Journal of Mechanical Engineering).