

Analisa Kinerja Turbin Undershot Menggunakan Variasi Kemiringan Sudut Sudu 65°, 75°, dan 85° Pada Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro

Muhammad Afrianto^{1,*}, Eko Yohanes Setyawan¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Insititut Teknologi Nasional Malang

Kata kunci

Energi Air
Turbin Undershot
Kemiringan Sudut
Efisiensi

ABSTRAK

Indonesia memiliki banyak potensi energy baik energy konvensional (*Non Renewable*) maupun energy terbarukan (*Renewable Energy*). Pemanfaatan energy air yang memiliki potensi sangat besar untuk dikembangkan karena masih kurang dimanfaatkan. Memanfaatkan energy air menjadi energy listrik yang berskala kecil dapat dikembangkan dengan menggunakan turbin dan generator yang berskala kecil pula. Pada penelitian ini menggunakan turbin undershot dengan berbagai variasi yaitu 65°, 75° dan 85° untuk menguji seberapa besar daya turbin, daya listrik dan efisiensi turbin yang dihasilkan pada perbedaan kemiringan sudut sudu dari hasil pengujian yang dilakukan yaitu Turbin air tipe undershot dengan variasi kemiringan sudut sudu 65° memiliki daya turbin tertinggi dengan nilai 3,16 Watt sedangkan nilai daya turbin terendah dengan variasi kemiringan sudut 85° sebesar 1,09 Watt, lalu pada variasi kemiringan sudut sudu 75° memiliki daya turbin sebesar 1,95 Watt. Turbin air tipe underhot dengan variasi kemiringan sudut sudu 65° memiliki daya listrik yang paling besar dengan nilai 10,68 Watt sedangkan paling rendah dengan variasi 85° memiliki daya listrik sebesar 5,56 Watt, lalu pada variasi kemiringan sudut sudu 75° memiliki daya listrik sebesar 7,71 Watt. Turbin air tipe underhot dengan variasi sudut kemiringan sudu 65° memiliki efisiensi yang paling besar dengan nilai 23,4 % sedangkan paling rendah dengan variasi 85° memiliki efisiensi sebesar 8,07 %, lalu pada variasi kemiringan sudut sudu 75° memiliki efisiensi sebesar 14,51 %.

Muhammad Afrianto (email: muhammadafrianto1999@gmail.com)

Diterima: 24 April 2024

Disetujui: 21 Agustus 2025

Dipublikasikan: 11 November 2025

1 Pendahuluan

Energi listrik sudah menjadi kebutuhan pokok dan memainkan peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia sehari-hari. Tanpa disadari manusia hidupnya sudah tergantung pada energi listrik, baik itu untuk penerangan, hiburan, memasak, mencuci, dan sebagainya. Bila suatu ketika terjadi matinya aliran listrik, maka pada saat itu akan terasa betapa listrik merupakan suatu kebutuhan yang tidak bisa dilepaskan dari kehidupan manusia [1]

Air merupakan sumber energi yang mudah didapatkan, karena pada air terdapat energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Tenaga air adalah energi yang diperoleh dari energi air yang mengalir. Energi yang terdapat pada air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam bentuk energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air dengan memanfaatkan adanya suatu laju aliran air [2]

Pembangkit listrik tenaga air saat ini menjadi salah satu pilihan dalam memanfaatkan sumber energi terbaru, namun pemanfaatan yang ada masih menggunakan teknologi yang sederhana. Turbin air merupakan salah satu mesin konversi energi yang berperan untuk mengubah energi air (energi potensial, tekanan dan energi kinetik) menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Putaran poros turbin ini akan diubah oleh generator menjadi tenaga listrik. *Microhydro* ataupun *picohydro* yang dibuat biasanya memanfaatkan air terjun dengan head jatuh yang besar. Sedangkan untuk aliran sungai dengan head jatuh yang kecil belum dimanfaatkan

dengan optimal. Padahal di Indonesia terdapat 2 potensi air sungai yang berasal dari 5.590 aliran sungai yang tersebar diberbagai pulau di Indonesia [3]

Namun penelitian pembangkitan yang dibangun di alam bebas lebih susah dilakukan karena adanya beberapa faktor yang menghambat seperti faktor alam, faktor lingkungan, faktor ekonomi maupun faktor adat istiadat. Maka dari itu peneliti tertarik untuk membuat Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hydro dengan turbin undershot berskala laboratorium guna mengembangkan PLTPH dengan turbin undershot dan kepentingan tugas akhir. Turbin undershot memiliki beberapa keunggulan diantara turbin-turbin air yang lainnya seperti dapat dioperasikan pada *head* rendah [4]

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh kemiringan sudut sudu pada turbin air *undershot* terhadap daya turbin, daya listrik, efisiensi energy yang dihasilkan.

2 Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitan dilakukan di Laboratorium Konversi Energy dan pembuatan turbin air undershot ini dilakukan di Bengkel Kreativitas Himpunan Mahasiswa Mesin ITN Malang yang dimulai pada tanggal 26 September 2023, pengujian yang dilakukan uji Debit Air, Daya Turbin, Daya Listrik, Dan Efisiensi Energy .

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi plat besi, baja siku, poros, bearing, baut dan mur, pulley, belt, akrilik, sealant. Untuk alat yang digunakan diantaranya mesin las, prony break, generator, meteran, gerinda, flowmeter, mesin bor tangan, pompa air, tachometer, selang spiral, kunci pas dan obeng.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini penulis mendapatkan data hasil uji pada control modul dan ditransferkan ke computer untuk mengetahui data yang muncul seperti debit air, RPM, tekanan, kuat arus, daya dengan beban masing-masing setiap variasi kemiringan sudut 65° , 75° , 85° dengan melakukan 5 kali pengambilan data dalam 25 menit. Data yang diperoleh lalu membuat perhitungan dan selanjutnya dilakukan pemaparan data untuk analisis pada grafik hasil penelitian.

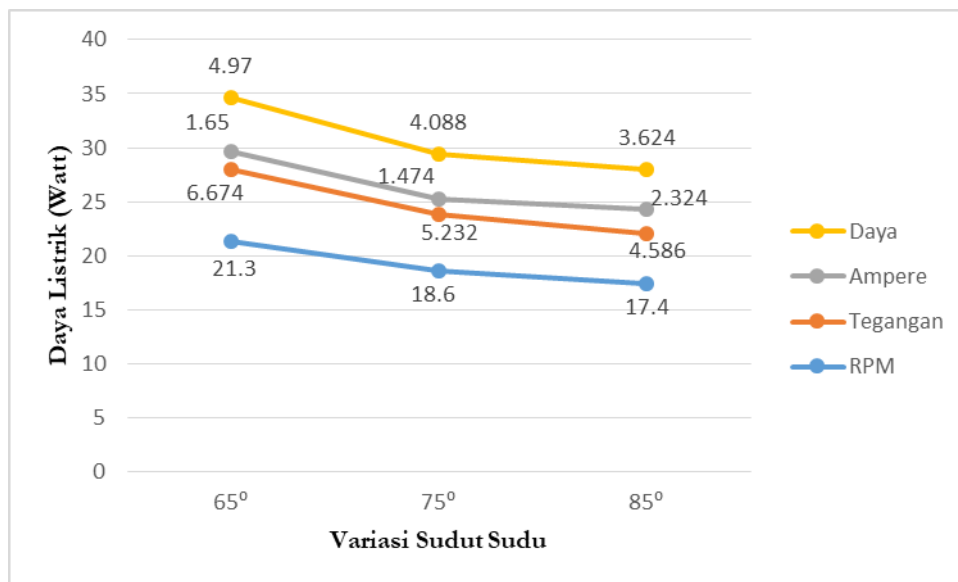
Prosedur penelitian ini yaitu dengan proses pengumpulan referensi terkait topik melibatkan pencarian berbagai sumber di perpustakaan Institut Teknologi Nasional Malang, perpustakaan online, dan buku yang berkaitan dengan material komposit. Langkah ini dianggap wajib karena berperan sebagai dasar pijakan untuk memperoleh dan membangun landasan teoritis, serta membentuk asumsi awal. Hal ini penting agar dapat mengklasifikasikan, mengorganisasi, dan menggunakan literatur-literatur yang relevan dalam bidangnya.

3 Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data hasil pengujian turbin undershot dengan variasi sudut sudu yang berbeda yakni 65° , 75° , 85° . Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan pengambilan data 5 kali dalam 25 menit setiap variasi sudut sudu lalu pada control modul dan ditransferkan ke komputer untuk mengetahui data yang muncul seperti table dibawah ini :

Table 1. Data Hasil Pengujian Turbin Undershot Variasi Kemiringan Sudut Sudu

Variasi SudutSudu	Debit Air	RPM	Tegangan	Ampere	Daya
65°	16,668	21,3	6,674	1,65	4,97
75°	16,668	18,6	5,232	1,474	4,088
85°	16,668	17,4	4,586	1,214	3,624



Gambar 1. Grafik Data Hasil Uji Turbin Air Undershot Variasi Kemiringan Sudut Sudu

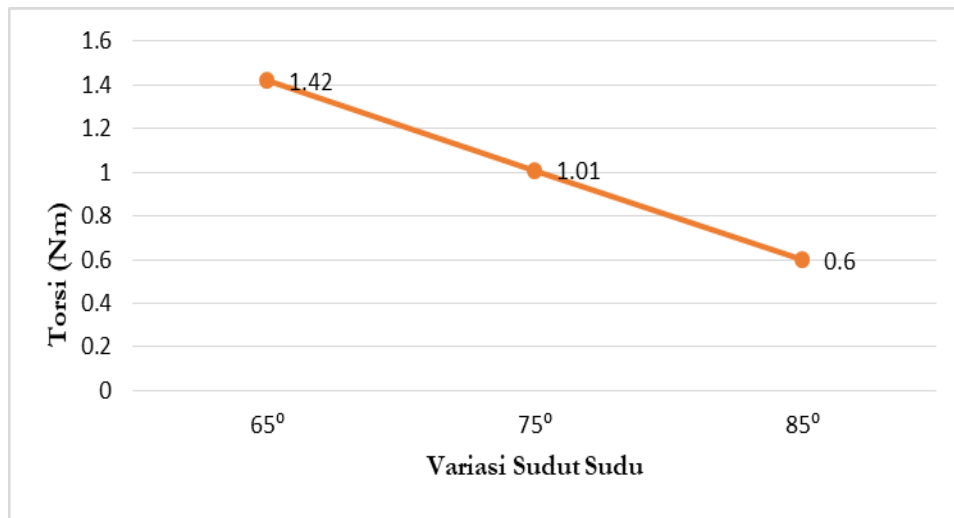
Dari hasil pengujian turbin undershot menggunakan control modul terhadap variasi kemiringan sudut sudu, diperoleh sebuah data dalam table yang mana dalam pengujian ini diperoleh nilai putaran poros sudut 65° memiliki rpm tertinggi dengan nilai sebesar 21,3 rpm, tegangan sebesar 6,674 volt, kuat arus sebesar 1,65 ampere dan daya sebesar 4,97 sedangkan pada variasi 75° memiliki rpm sedikit menurun dengan nilai sebesar 18,6 rpm, tegangan sebesar 5,232 volt, kuat arus sebesar 1,474 ampere, dan daya sebesar 4,088. lalu pada variasi sudut sudu 85° memiliki nilai terendah sebesar 17,4 rpm, tegangan sebesar 4,586 volt, kuat arus sebesar 1,214, dan daya sebesar 3,624 watt.

Penelitian ini berbanding lurus dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan [5] dengan menggunakan variasi kemiringan sudu 0°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°, 70°, 80°, dan 90°. didapatkan data hasil pengujian bahwa semakin kecil sudut pada sudu maka akan semakin cepat perputaran poros sudu tersebut dikarenakan sudu akan langsung berputar tanpa menunggu air mencapai ujung atas sudu untuk mendorong sudu tersebut.

Maka penelitian ini bisa disimpulkan bahwa setiap variasi sudut penyempitan energy dari daya potensi air yang semakin besar menyebabkan daya yang didapatkan oleh sudu lebih banyak dan menghasilkan putaran poros turbin mengalami kenaikan dengan lebih kecilnya variasi sudut sudu yang digunakan

Tabel 2. Data Hasil Daya Turbin Undershot Variasi Kemiringan Sudut Sudu

Sudut Sudu	Debit Air (L/min)	Daya Air (Watt)	RPM Turbin	Beban 1 (kg)	Beban 2 (kg)	Torsi Turbin (Nm)	Daya Turbin (Watt)
65°	16,668	1,35	21,3	0	3,5	1,42	3,16
75°	16,668	1,35	18,6	0	2,5	1,01	1,96
85°	16,668	1,35	17,4	0	1,5	0,60	1,09



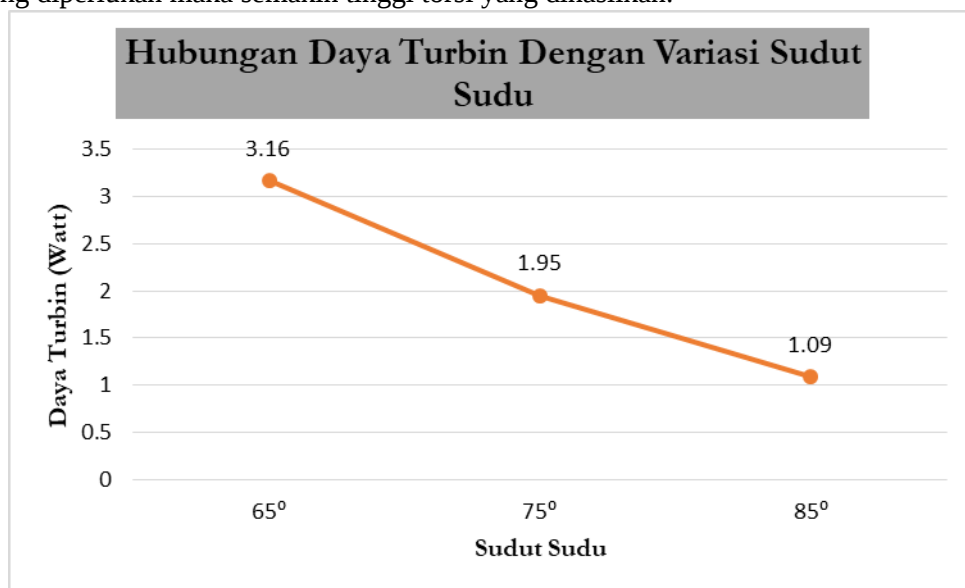
Gambar 2. Grafik hubungan Torsi dengan dengan variasi kemiringan sudut sudu turbin undershot

Berdasarkan pengolahan data penelitian melalui perhitungan secara matematis dan berupa grafik yaitu hubungan antara sudut sudu dan nilai torsi turbin undershot dengan variasi sudut sudu 65°, 75°, dan 85°, yaitu menunjukkan bahwa semakin tinggi sudut sudu, maka akan mengalami penurunan, dan diketahui bahwa nilai torsi pada sudut sudu 65° lebih tinggi dibandingkan dengan sudut sudu 85°

Dari grafik diatas dihasilkan untuk variasi sudut sudu 65° memiliki nilai torsi tertinggi sebesar 1,42 Nm, selanjutnya sudut sudu 75° mengalami penurunan dari sebelumnya dengan nilai sebesar 1,01 Nm, sedangkan sudut sudu 85° memiliki nilai terendah dengan nilai torsi 0,60 Nm.

Dari hasil yang didapatkan bahwa hubungan antara sudut sudu dengan nilai torsi berbanding lurus dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan [6] tentang penyempitan sudu akan mempengaruhi besar atau kecilnya nilai torsi yang dihasilkan, dikarenakan terjadinya besarnya gaya pada sudu (pembebanan), semakin tinggi sudut sudu maka pembebanannya yang diperlukan akan terus menurun, sehingga setiap variasi sudut sudu semakin besar gaya pada sudu akan terus menurun dan menyebabkan besarnya torsi mengalami penurunan.

Pada penelitian ini dapat disimpulkan juga bahwa torsi berbanding lurus dengan beban, semakin besar pembebanan yang diperlukan maka semakin tinggi torsi yang dihasilkan.



Gambar 3. Grafik hubungan Daya Turbin dengan dengan variasi sudut sudu turbin undershot

Berdasarkan pengolahan data penelitian melalui perhitungan secara matematis dan berupa grafik yaitu hubungan antara sudut sudu dan nilai daya turbin undershot dengan variasi sudut sudu 65° , 75° , dan 85° yaitu menunjukkan bahwa semakin tinggi sudut sudu, maka daya efektif turbin akan mengalami penurunan, dan diketahui bahwa nilai daya turbin pada sudut sudu 65° lebih tinggi dibandingkan dengan sudut sudu 85° .

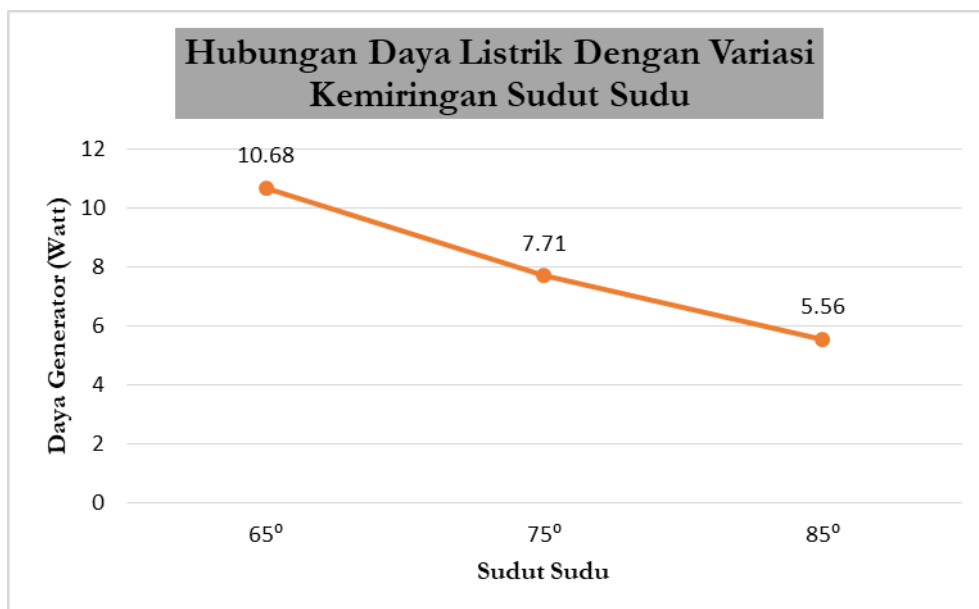
Dari grafik diatas dihasilkan untuk variasi sudut sudu 75° memiliki nilai daya turbin tertinggi sebesar 3,16 Watt, selanjutnya sudut sudu 75° mengalami penurunan dari sebelumnya dengan nilai sebesar 1,95 Watt, sedangkan sudut sudu 85° memiliki nilai terendah dengan nilai torsi 1,09 Watt.

Dari hasil yang didapatkan bahwa hubungan antara sudut sudu dengan nilai daya turbin berbanding lurus dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan [7] tentang penyempitan sudu akan mempengaruhi besar atau kecilnya nilai daya turbin yang dihasilkan, Hal ini terjadi sesuai dengan teori persamaan daya turbin bahwa factor yang mempengaruhi besarnya daya turbin adalah besarnya nilai torsi dan putaran poros. Dikarenakan semakin tinggi sudut sudu maka nilai torsi yang dihasilkan akan terus menurun, sehingga setiap variasi sudut sudu semakin tinggi maka daya turbin akan terus mengalami penurunan.

Pada penelitian ini dapat disimpulkan juga bahwa daya turbin berpengaruh pada torsi dan putaran poros. Maka semakin kecil sudut sudu pada turbin semakin besar daya turbin yang dihasilkan, dan resiko slip terhadap pulley ke belt masih terjadi karena semakin cepat putaran turbin semakin besar resiko slip terhadap belt.

Tabel 3. Data Hasil Daya Listrik Turbin Undershot Variasi Kemiringan Sudut Sudu

Sudut Sudu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
65°	6,674	1,65	4,97
75°	5,232	1,474	4,088
85°	4,586	1,214	3,624



Gambar 4. Grafik Hubungan Daya Listrik dengan variasi sudut sudu turbin air undershot

Berdasarkan pengolahan data penelitian melalui perhitungan secara matematis dan berupa grafik yaitu hubungan antara sudut sudu dan nilai daya listrik turbin undershot dengan variasi sudut sudu 65° , 75° , dan 85° yaitu menunjukkan bahwa semakin tinggi sudut sudu, maka daya listrik turbin yang dihasilkan akan mengalami

penurunan, dan diketahui bahwa nilai daya listrik pada sudut sudu 65° lebih tinggi dibandingkan dengan sudut sudu 85° .

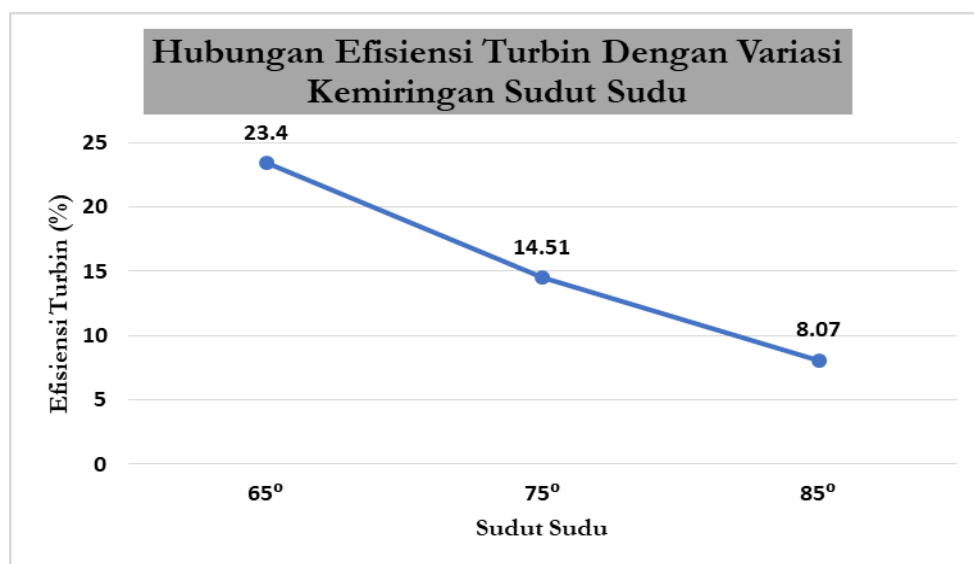
Dari grafik diatas dihasilkan untuk variasi sudut sudu 65° memiliki nilai daya listrik tertinggi sebesar 10,68 Watt, selanjutnya sudut sudu 75° mengalami penurunan dari sebelumnya dengan nilai sebesar 7,71 Watt, sedangkan sudut sudu 85° memiliki nilai terendah dengan nilai daya listrik sebesar 5,56 Watt.

Dari hasil yang didapatkan bahwa hubungan antara sudut sudu dengan nilai daya turbin berbanding lurus dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan [8] tentang penyempitan sudu akan mempengaruhi besar atau kecilnya nilai daya listrik yang dihasilkan, Hal ini terjadi sesuai dengan teori persamaan daya turbin bahwa factor yang mempengaruhi besarnya daya listrik adalah besarnya nilai tegangan dan kuat arus. Dikarenakan semakin tinggi sudut sudu maka nilai tegangan dan kuat arus yang dihasilkan akan terus menurun, sehingga setiap variasi sudut sudu semakin tinggi maka daya listrik akan terus mengalami penurunan.

Pada penelitian ini dapat disimpulkan juga bahwa daya listrik berpengaruh pada tegangan dan kuat arus. Dikarenakan sudu akan langsung berputar tanpa menunggu air mencapai ujung atas sudu untuk mendorong sudu tersebut.

Tabel 4. Data Hasil Penelitian Efisiensi Variasi Kemiringan Sudut Sudu

Sudut Sudu	Daya Air (Watt)	Daya Turbin (Watt)	Daya Listrik (Watt)	Efisiensi Turbin (%)	Efisiensi Generator (%)	Efisiensi Energi (%)
65°	1,35	3,16	10,68	23,4	15,7	2,08
75°	1,35	1,96	7,71	14,51	20,8	3,30
85°	1,35	1,09	5,56	8,07	33,2	3,71



Gambar 5. Grafik Hubungan Efisiensi dengan variasi sudut sudu turbin air undershot

Berdasarkan pengolahan data penelitian melalui perhitungan secara matematis dan berupa grafik yaitu hubungan antara sudut sudu dan efisiensi turbin undershot dengan variasi sudut sudu 65° , 75° , dan 85° yaitu menunjukkan bahwa semakin tinggi sudut sudu, maka akan mengalami penurunan efisiensi turbin, dan diketahui bahwa nilai efisiensi turbin pada sudut sudu 65° lebih tinggi dibandingkan dengan sudut sudu 85° .

Dari grafik diatas dihasilkan untuk variasi sudut sudu 65° memiliki nilai efisiensi tertinggi sebesar 23,4 %, selanjutnya sudut sudu 75° mengalami penurunan efisiensi dari sebelumnya dengan nilai sebesar 14,51 %, sedangkan sudut sudu 85° memiliki nilai efisiensi terendah dengan nilai sebesar 8,07 %.

Dari hasil yang didapatkan bahwa hubungan antara sudut sudu dengan efisiensi turbin berbanding lurus dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan [9] tentang penyempitan sudu akan mempengaruhi besar atau kecilnya nilai efisiensi yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan teori persamaan efisiensi bahwa factor yang mempengaruhi besarnya efisiensi adalah besarnya daya turbin dan daya potensi air .pada penelitian ini nilai daya turbin mengalami perbedaan pada setiap kenaikan besar variasi sudut sudu sehingga bisa disimpulkan bahwa efisiensi akan naik jika besarnya kenaikan daya turbin lebih besar dari pada besarnya kenaikan daya potensi air.

4 Kesimpulan

Dengan hasil data pengujian turbin air undershot dengan variasi kemiringan sudut sudu dan penentuan nilai-nilai menggunakan rumus perhitungan matematis maka bisa disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengaruh variasi kemiringan turbin air undershot sudut sudu 65° memiliki daya turbin tertinggi dengan nilai 3,16 Watt sedangkan nilai daya turbin terendah dengan variasi kemiringan sudut 85° sebesar 1,09 Watt , lalu pada variasi kemiringan sudut sudu 75° memiliki daya turbin sebesar 1,95 Watt.
2. Pengaruh variasi kemiringan turbin air undershot variasi kemiringan sudut sudu 65° memiliki daya listrik yang paling besar dengan nilai 10,68 Watt sedangkan paling rendah dengan variasi 85° memiliki daya listrik sebesar 5,56 Watt, lalu pada variasi kemiringan sudut sudu 75° memiliki daya listrik sebesar 7,71. Watt
3. Pengaruh variasi kemiringan turbin air undershot n air tipe underhot dengan variasi sudut kemiringan sudu 65° memiliki efisiensi yang paling besar dengan nilai 23,4 % sedangkan paling rendah dengan variasi 85° memiliki efisiensi sebesar 8,07 % , lalu pada variasi kemiringan sudut sudu 75° memiliki efisiensi sebesar 14,51 %.

5 Referensi

- [1] Mulqi, R. T. M., PERMANA, M. S., & Supriyono, T. (2019). PENGUJIAN TURBIN AIR (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Unpas).
- [2] Efriyasika, D. (2021)., Tingkat Kekasaran Permukaan Sudu Dan Sudut Input Air Terhadap Unjuk Kerja Turbin Vortex, Jurnal Of Science And Technology, 183- 194
- [3] Fachruddin, F., Syuriadi, A., Nidhar, A., Ramdhan, F., & Candra, R. A. (2015). Pengujian Variasi Jumlah Dan Sudut Bilah Turbin Air Tipe Breastshot. Jurnal Poli-Teknologi, 14(3).
- [4] Rizky, M. (2021). Studi Eksperimental Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Terhadap Unjuk Kerja Turbin Pelton Skala Mikro (Doctoral dissertation).
- [5] Novrianto, N., Syafriyudin, S., & Pambudi, P. E. (2019). EFISIENSI TURBIN AIR TIPE BREASTSHOT PADA PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO. Jurnal Elektrikal, 6(1), 26-34.
- [6] Simamora, B. H. (2022). Analisis Kinerja Turbin Air Tipe Undershot (Vitruvian) Bahan Aluminium dengan Jumlah 10 Sudu pada Sudut (°) 200 (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- [7] Su'udy, A. H., Priyoatmojo, S., & Sumarno, F. G. (2021, December). RANCANG BANGUN TURBIN AIR TIPE UNDERSHOT DENGAN VARIASI JUMLAH SUDU DATAR. In Prosiding Seminar Nasional NCIET (Vol. 2, No. 1, pp. 64-72).
- [8] Hartadi, R. (2018)., Pengaruh Gerak Bebas Sudu Pada Rotor Savonius Modifikasi Untuk Turbin Air, Jurnal Teknik Mesin Uniska, 70-73
- [9] Harwan Ahyadi, D. A. (2022)., Analisa Rancang Bangun Turbin Cross-Flow Saluran Terbuka Dengan Debit Air 14 Liter/Menit Skala Laboratorium, Program Studi Mesin, Fakultas Teknologi Industri, 1-10
- [10] Idris, M., Hermawan, I., & Simamora, B. H. (2022). Analisis Kinerja Turbin Air Tipe Undershot Bahan Aluminium Dengan Jumlah 10 Sudu dan Sudut 20°. IRA Jurnal Teknik Mesin dan Aplikasinya (IRAJTMA), 1(3), 37-43.
- [11] Khurmi, R. S. (1980). "Fluid Mechanics". Ram Nagar, New Delhi: S, Chand & Company Ltd.
- [12] Kurniawan Hudan, Achmad. (2017). " Pengaruh Sudut Inlet Notch Pada Turbin Reaksi Aliran Vortex Terhadap Daya dan Efisiensi ". Surabaya: Unesa.
- [13] Mahendra, B., Priyo Heru, A. (2017). " Uji Eksperimental Pengaruh Sudut Basin Cone Terhadap Kinerja Turbin Air Aliran Vortex. Surabaya: Unesa
- [14] Nikita, R. A., Priyo, H, A. (2017). " Uji Eksperimental Pengaruh Variasi Jumlah Sudu Terhadap Kinerja Turbin Reaksi Aliran Vortex dengan Sudu Berpenampang Plat Datar. Surabaya: Unesa.
- [15] Prasetyo, Wahyu Didik. (2018). " Rancang Bangun Turbin Vortex Skala Kecil dan Pengujian Pengaruh Bentuk Penampang Sudu Terhadap Daya". Yogyakarta: UII.