

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN JUMLAH BLADE DAN SUDUT KEMIRINGAN BLADE TURBIN ARCHIMEDES SCREW PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKOHIDRO

Rizdaudi Khalifa Perdana; Rizki Nurilyas Ahmad

**Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Surakarta**

Abstrak

Pembangkit listrik tenaga pikohidro adalah pembangkit listrik kecil yang menggunakan air sebagai tenaganya, pembangkit listrik tenaga pikohidro biasanya dipasang di dekat sungai, saluran irigasi, atau air terjun, dan dirancang untuk menghasilkan limpasan air dan perubahan ketinggian (*head*). Untuk menggerakkan turbin. Pembangkit listrik tenaga pikohidro merupakan salah satu energi listrik alternatif yang memiliki beberapa keunggulan seperti biaya produksi yang murah, sumber energi gratis dan tidak terpengaruh oleh kenaikan harga bahan bakar. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengukur daya yang dihasilkan turbin dengan menggunakan kincir air atau turbin ulir berulir *Archimedes*, dengan memvariasikan jumlah dan sudut kemiringan turbin. Uji coba akan dilakukan di sungai-sungai di wilayah Karanganyar, Jawa Tengah. Beberapa alat pengukur pendukung untuk pengukuran pada turbin satu dan dua *blade* serta sudut kemiringan turbin 10 derajat, 20 derajat, dan 30 derajat. Sudut kemiringan pada turbin sangat mempengaruhi kinerja putaran turbin dikarenakan saat turbin pada sudut kemiringan tinggi, debit air yang keluar pada turbin semakin deras. Puncaknya pada saat turbin kemiringan 30° pada generator dengan 1 *blade* mendapatkan daya terbesar 14,407 watt, dan pada turbin generator dengan 2 *blade* mendapatkan daya terbesar 13,661 watt.

Kata Kunci: pikohidro, *Blade*, *Archimedes Screw*, Kemiringan *blade*.

Abstract

Picohydro power plants are small power plants that use water as their power. Picohydro power plants are usually installed near rivers, irrigation canals, or waterfalls, and are designed to produce water runoff and changes in height (*head*). To drive the turbine. Picohydro power generation is an alternative electrical energy that has several advantages such as low production costs, free energy sources and is not affected by rising fuel prices. The test aims to measure the power produced by a turbine using a water wheel or Archimedes screw turbine, by varying the number and tilt angle of the turbine. Trials will be carried out on rivers in the Karanganyar region, Central Java. Several supporting measuring tools for measurements on one and two blade turbines and turbine tilt angles of 10 degrees, 20 degrees and 30 degrees. The tilt angle of the turbine greatly influences the rotational performance of the turbine because when the turbine is at a high tilt angle, the water discharge coming out of the turbine becomes heavier. The peak is when the turbine tilts 30°, the generator with 1 blade gets the greatest power of 14,407 watts, and the turbine generator with 2 blades gets the greatest power of 13,661 watts.

Keywords: Picohydro, *Blade*, *Archimedes Screw*, *Blade tilt*.

1. PENDAHULUAN

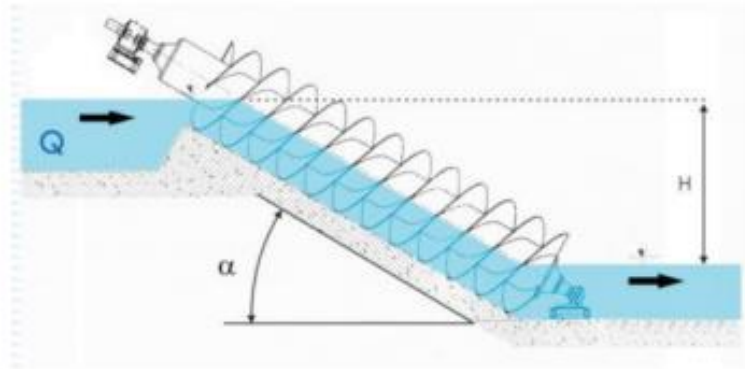
Saat ini, dengan semakin banyaknya masyarakat yang menggunakan perangkat elektronik, maka kebutuhan akan energi listrik pun semakin meningkat. Hal ini juga diperkuat dengan kebijakan pemerintah Indonesia yang menggalakkan penggunaan kendaraan listrik. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka diperlukan pembangkit-pembangkit listrik baru dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan. Sumber energi terbarukan dapat dengan mudah ditemukan bahkan di lingkungan rumah tangga. Sumber energi terbarukan dapat ditemukan dalam bentuk energi air, energi angin, energi tenaga surya, dan lain sebagainya (Ahmad et al., 2022).

Pembangkit listrik yang boleh dipasang di Indonesia antara lain PLTA, PLTS, PLTU, pembangkit listrik tenaga angin dan hidro. Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro merupakan pembangkit listrik yang paling mudah dipasang di daerah yang memiliki banyak sungai, baik kecil maupun sedang, serta dapat memanfaatkan seluruh sungai. Pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin dan generator untuk mengubah energi mekanik air yang mengalir menjadi listrik. Turbin yang digunakan bergantung pada kondisi aliran air, untuk kondisi aliran air yang tidak terlalu sulit, turbin ulir *Archimedes* dapat digunakan. Turbin ulir *Archimedes* mudah dirakit dan dirawat, sehingga sangat ramah pengguna bagi masyarakat umum (Nugraha et al., 2022).

Pembangkit listrik tenaga pikohidro adalah sumber daya energi terbarukan. Pembangkit listrik tenaga pikohidro merupakan sistem pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Pembangkit listrik tenaga pikohidro merupakan pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan air sebagai sumber energinya. Pembangkit listrik tenaga pikohidro biasanya terletak di dekat sungai, saluran irigasi, atau air terjun dan dirancang untuk menimbulkan limpasan air dan perubahan ketinggian (*head*) untuk menggerakkan turbin. Pembangkit listrik tenaga pikohidro merupakan salah satu energi listrik alternatif yang menawarkan beberapa manfaat seperti biaya produksi rendah, sumber energi gratis, dan tidak terpengaruh kenaikan harga bahan bakar. Prinsipnya energi listrik dapat digunakan dimana saja yang terdapat air mengalir dengan tinggi minimal 2,5 meter dan debit aliran 250 liter per detik. Selain itu, pembangkit listrik tenaga pikohidro juga tidak memerlukan pembangunan waduk yang besar. Sayangnya teknologi ini masih belum dikenal masyarakat dan pertumbuhannya bisa dibilang lambat (Almanda & Kartono, 2020).

Perubahan jumlah *blade* pada turbin menyebabkan terjadinya distribusi gaya yang dihasilkan dan pelampiasan dari dinding *blade*. Besarnya distribusi gaya yang terjadi bergantung pada jumlah *blade* yang digunakan pada turbin (Maulana et al., 2018).

Pengujian tersebut bertujuan untuk mengukur daya yang dihasilkan generator dengan menggunakan kincir air atau turbin ulir, dengan memvariasikan jumlah dan sudut kemiringan turbin. Pengujian dilakukan di sungai wilayah Karanganyar Jawa Tengah yang terdapat turbin dengan jumlah 1 dan 2 serta dipasang beberapa alat ukur bantu untuk melakukan pengukuran pada sudut kemiringan turbin 10 derajat, 20 derajat dan 30 derajat.



Gambar 1. Turbin *Archimedes Screw* pada Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (Nur Karim et al., 2021).

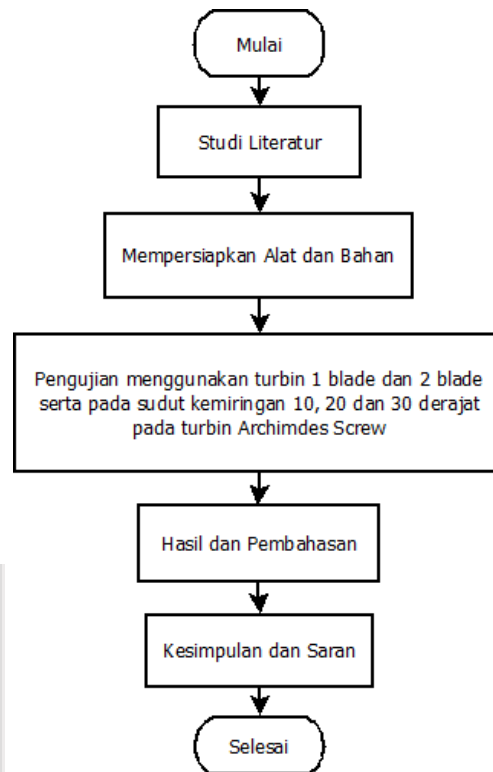
2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mengamati langsung keluaran yang dihasilkan oleh generator pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan menggunakan alat ukur *multimeter*. Beberapa parameter yang diamati adalah tegangan dan arus serta kecepatan turbin itu sendiri. Pengumpulan data dilakukan dengan membandingkan hasil kinerja yang dihasilkan putaran turbin dengan alat ukur. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

2.1 Flowchart

Dalam Berjalannya penelitian ini memiliki beberapa tahapan, sesuai dengan gambar yang telah tertera beberapa tahapan untuk proses dalam dilakukannya penelitian ini.

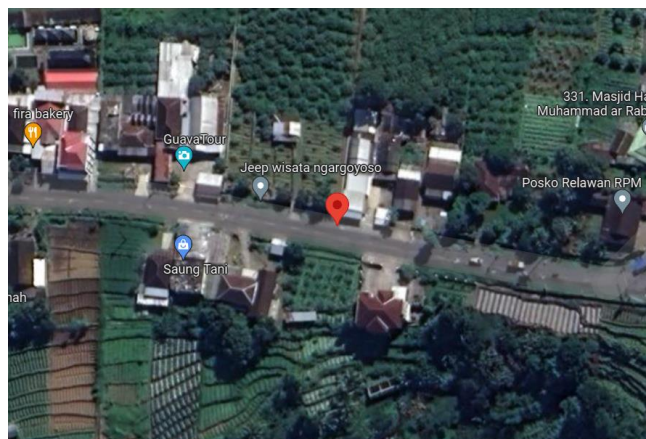
Pada *flowchart* penelitian gambar 2, untuk dilakukannya penelitian ini tahap pertama yang dilakukan adalah melakukan membuat rangkaian pengujian. Rangkaian pengujian untuk penelitian ini menggunakan generator DC dengan rating daya 30 watt, *solar charge controller*, dan beban. Menggunakan *clampmeter* untuk mengetahui besaran *output* yang dikeluarkan.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.2 Survei Lokasi

Langkah selanjutnya adalah menentukan lokasi yang cocok untuk menguji tugas akhir ini. Oleh karena itu, perlu dilakukan survei lapangan untuk mengetahui kondisi sebenarnya dari lokasi yang digunakan dalam proyek penelitian akhir ini. Lihat Gambar 3. Lokasi penelitian menggunakan saluran drainase Jl. Karampandan - Ngargoyoso, Sidi, Nugregok, Kechi. Ngargoyoso, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah 57793.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

2.3 Prosedur Penelitian

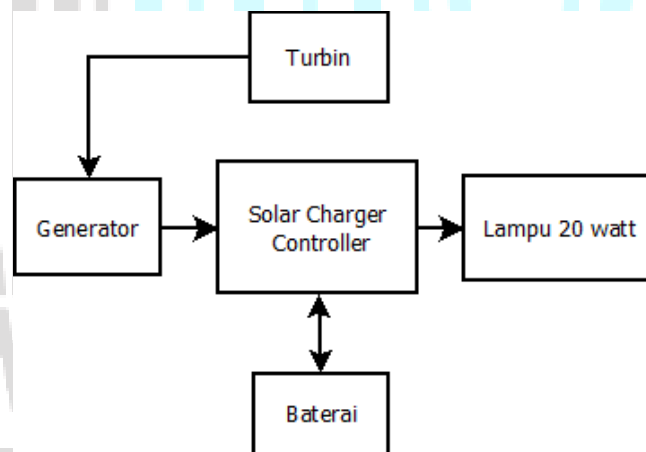
Penelitian ini dilakukan dengan dua jumlah *blade* berbeda yaitu turbin dengan 1 *blade* dan turbin dengan 2 *blade*, penelitian akan dilakukan dengan 3 kondisi sudut kemiringan berbeda setiap jumlah *blade* yang berbeda. Adapun urutan dari penelitian yang dilakukan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Kondisi turbin 1 *blade* dengan kemiringan 10° , 20° dan 30° .
2. Kondisi turbin 2 *blade* dengan kemiringan 10° , 20° dan 30° .

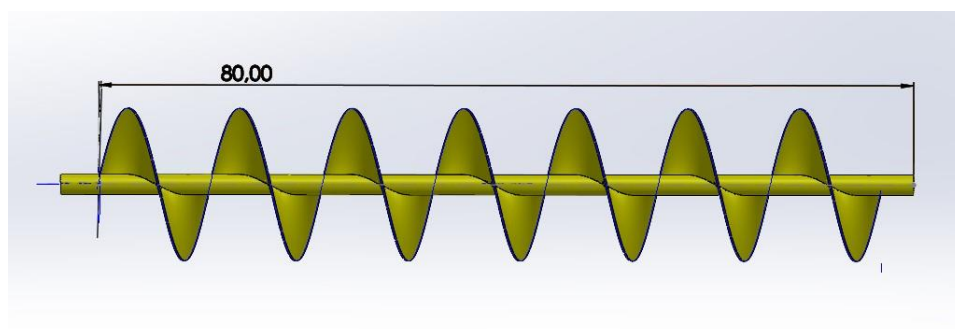
Adapun urutan dari penelitian yang akan dilakukan dapat diuraikan sebagai berikut:

2.3.1 Rangkaian pengujian

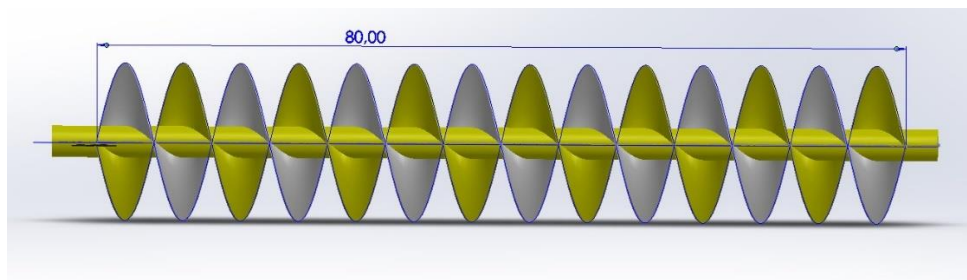
Penelitian ini akan menguji kinerja dari generator dengan kondisi turbin dengan *blade* berbeda. Rangkaian yang digunakan yaitu rangkaian tipe *Off-Grid* dengan komponen generator, *solar charge controller*, baterai, dan beban lampu 20 watt.



Gambar 4. Blok Diagram Rangkaian



Gambar 5. Desain Turbin 1 *blade*



Gambar 6. Desain Turbin 2 *blade*

2.3.2 Pengukuran arus dan tegangan *output* generator.

Pada dua jumlah turbin berbeda akan diuji untuk pembacaan arus dan tegangan pada generator. Pengukuran dilakukan setiap keluaran *output* generator dengan sudut kemiringan dan jumlah *blade* yang berbeda.

2.3.3 Perhitungan

Berikut merupakan beberapa persamaan yang berkaitan dengan penelitian ini. Dengan menggunakan rumus/persamaan berikut:

1. Menghitung daya listrik

$$P = V \cdot I \quad (1)$$

Dimana:

P = Daya listrik dengan satuan watt (W)

V = Tegangan listrik dengan satuan volt (V)

I = Arus listrik dengan satuan ampere (A)

2. Menghitung debit air

$$Q = \frac{V}{t} = v \cdot A \quad (2)$$

Dimana:

Q = Debit air (m^3/s)

V = Volume (m^3)

t = Waktu (*second*)

v = Kecepatan aliran air (m/s)

A = Luas penampang (m^2)

3. Hubungan putaran rotor dengan tegangan terbangkit

$$E = c n \phi \quad (3)$$

Dimana:

E = Tegangan terbangkit (V)

n = Putaran rotor (RPM)

c = Konstanta

ϕ = *Flux magnet*

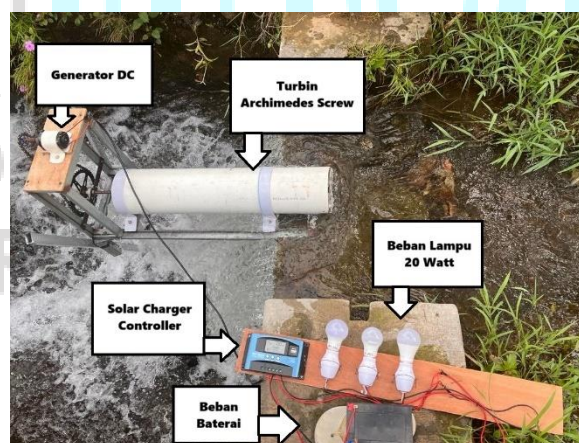
2.3.4 Analisis

Setelah dilakukannya perhitungan dan telah memperoleh hasil yang diperlukan selanjutnya yaitu Analisa. Dengan cara melakukan banding dari hasil yang didapatkan dari kedua kondisi jumlah *blade* pada turbin, karena pada dasarnya sebuah turbin jika jumlah *blade* ditambahkan maka putaran pada turbin semakin melambat dan keluaran yang dihasilkan oleh generator tidak efisien.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Realisasi Alat

Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro di sini menggunakan turbin *Archimedes Screw* dan menggunakan generator DC dengan *rating* daya 30 Watt. Dengan beban tiga buah lampu DC dengan total spesifikasi daya sebesar 20 watt, keluarannya nantinya akan dialirkan ke *solar charge controller* untuk mengontrol sistem pengisian baterai. Realisasi alat pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Realisasi alat

Tabel 1. Spesifikasi generator

Parameter Spesifikasi	Keterangan
<i>type</i>	DC Generator

Model	ZYT3424
Rating Daya	30 watt
Rating Tegangan	24 volt
Rating Arus	1,5 ampere
Rating Kecepatan	500 rpm
Shaft/Poros	8 mm

Generator yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah generator DC model ZYT3424 yang tegangan tipikalnya berkisar dari 24 V dan *rating* arusnya sebesar 1,5 ampere ketika mencapai kecepatan tinggi.

Tabel 2. Spesifikasi Turbin 1 *blade*

Parameter Spesifikasi	Keterangan
Jenis Turbin	<i>Archimedes Screw</i>
Panjang Turbin	80 cm
Diameter Poros	12 mm
<i>Blade</i>	11 cycle / ulir
Lebar Blade	6 inch (15,24 cm)
Jumlah Blade	1

Jenis turbin yang digunakan pada penelitian ini adalah turbin ulir *Archimedes* berbilah tunggal, karena cocok untuk kondisi lapangan dan mempunyai keunggulan karena tidak memerlukan head yang terlalu tinggi. Turbin 1 bilah ini memiliki panjang 80 cm, lingkaran turbin 15,24 cm (6 inch), diameter poros 12 mm, dan 11 ulir *blade*.

Tabel 3. Spesifikasi Turbin 2 *blade*

Parameter Spesifikasi	Keterangan
Jenis Turbin	<i>Archimedes Screw</i>
Panjang Turbin	80 cm
Diameter Poros	12 mm

Blade	11 cycle / ulir
Lebar Blade	6 inch (15,24 cm)
Jumlah Blade	2

Archimedes screw dengan 2 *blade* ini dengan menambahkan ulir pada turbin lainnya. Turbin ini memiliki panjang 80 cm, diameter lingkaran turbin 6 inch, diameter poros 12 mm dan jumlah ulir pada masing-masing *blade* yaitu 11 ulir.

3.2. Hasil Pengukuran Keluaran Generator Pada Turbin 1 *blade*

Tabel 4. Hasil pengukuran keluaran generator pada turbin 1 *blade*

Sudut Kemiringan	Debit air (m³/s)	Rpm	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10°	0,00042	161,4	10,41	1,247	12,981
20°	0,00048	165,7	10,64	1,29	13,725
30°	0,00051	204,4	10,89	1,323	14,407

Tabel 4. Merupakan hasil pengukuran keluaran turbin dengan 1 *blade* Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro menggunakan alat ukur *clampmeter* untuk mengukur tegangan dan arus, lalu mengukur debit air menggunakan ember dan *timer*. Sebagai contoh turbin saat kondisi kemiringan 10° diukur lama waktu ember 2000 ml/2 l bisa terisi penuh dengan waktu 4,7 detik, maka 2 l / 4,7 detik hasilnya 0,42 l/s lalu dikonversikan menjadi 0,00042 m³/s, serta *Tachometer* untuk mengukur rpm dari turbinnya. Daya dapat dihasilkan dari perkalian antara tegangan dan arus. Dari tabel diatas dapat dilihat semua puncak tertinggi dari tegangan, arus, debit air, rpm, dan daya berada pada saat sudut kemiringan turbin 30° dikarenakan sudut kemiringan sangat berpengaruh pada nilai ukurnya yang dimana mendapat tegangan sebesar 10,89 volt, arus sebesar 1,323 A, daya yang didapatkan 14,4 W, debit air bernilai 0,51 m³/s, dan rpm sebesar 204,4 rpm.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Beban Pada Turbin 1 *Blade*

Sudut Kemiringan	Beban Baterai			Beban Lampu		
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10°	9,46	0,583	5,515	10,34	0,613	6,338
20°	9	0,58	5,22	10,52	0,645	6,785
30°	9,11	0,581	5,292	10,73	0,651	6,985

Tabel 5. Merupakan hasil dari pengukuran beban yang dihasilkan oleh generator ke *Solar Charge Controller*. Menggunakan *multimeter clampmeter* untuk mengukur tegangan dan arus. Dari tabel diatas dapat dilihat puncak nilai tertinggi tegangan dari beban baterai pada saat sudut kemiringan 10° yaitu 9,46 volt, dan puncak tertinggi pada arus dan daya terdapat pada saat sudut kemiringan 10° dengan mendapatkan nilai arus 0,583 ampere dan daya sebesar 5,51 watt. Untuk beban lampu bisa dilihat puncak nilai tertinggi dari tegangan, arus dan daya terdapat pada saat sudut kemiringan 30° dimana mendapat tegangan sebesar 10,73 volt, arus sebesar 0,651 ampere dan daya bernilai 6,985 watt.

3.3. Hasil Pengukuran Turbin 2 *blade*

Tabel 6. Hasil pengukuran keluaran generator pada turbin 2 *blade*

Sudut Kemiringan	Debit air (m ³ /s)	Rpm	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10°	0,00039	159,9	10,26	1,217	12,486
20°	0,00043	161	10,38	1,254	13,016
30°	0,00048	163,7	10,59	1,29	13,661

Tabel 6. Merupakan hasil yang didapatkan dari pengukuran dari turbin 2 *blade* Pembangkit Listrik Pikohidro menggunakan *multimeter clampmeter* untuk mengukur tegangan dan arus, lalu mengukur debit air menggunakan ember dan *timer*, serta *tachometer* untuk mengukur rpm

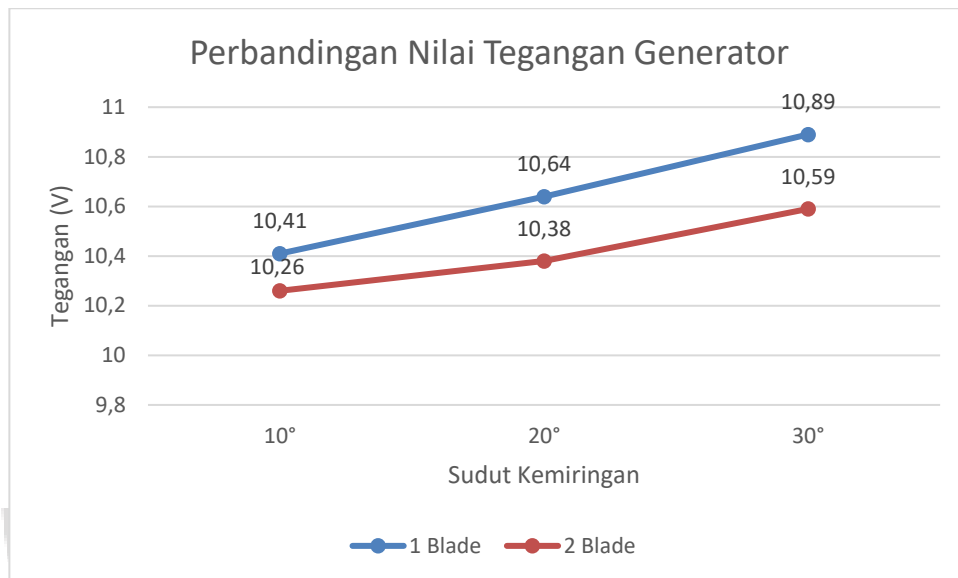
dari turbinnya. Daya dapat dihasilkan dari perkalian antara tegangan dan arus. Dari tabel diatas dapat dilihat semua puncak tertinggi dari tegangan, arus, debit air, rpm, dan daya berada pada saat sudut kemiringan turbin 30° dikarenakan sudut kemiringan sangat berpengaruh pada nilai ukurnya yang dimana mendapat tegangan sebesar 10,59 volt, arus sebesar 1,29 ampere, daya yang didapatkan 13,661 watt, dengan debit air bernilai 0,48 m³/s, dan rpm sebesar 163,7 rpm.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Beban Pada Turbin 2 *Blade*

Sudut Kemiringan	Beban Baterai			Beban Lampu		
	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
10°	9,32	0,532	4,958	10,2	0,675	6,885
20°	8,9	0,514	4,574	10,33	0,677	6,993
30°	9,15	0,549	5,023	10,46	0,682	7,133

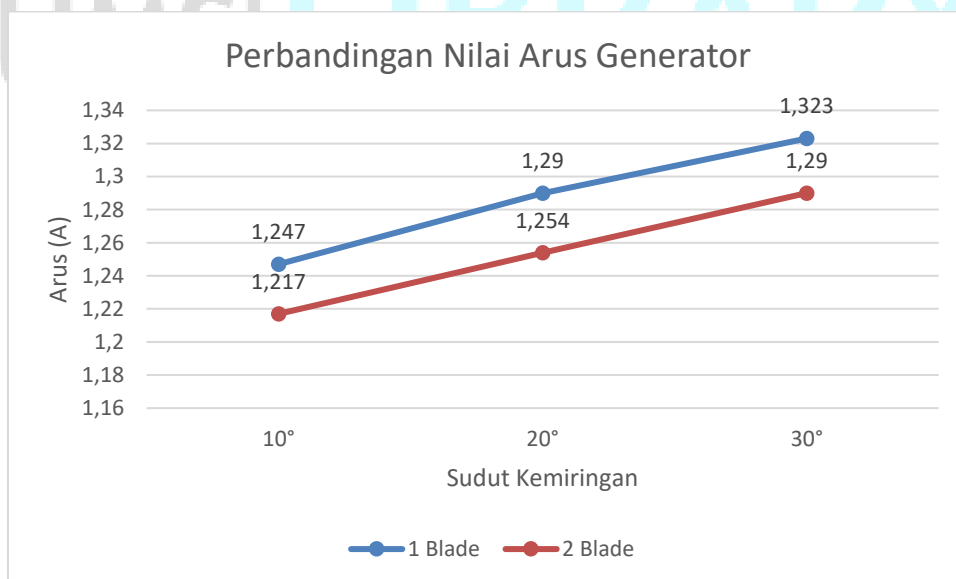
Tabel 7. Merupakan hasil dari pengukuran beban yang dihasilkan oleh generator ke *Solar Charge Controller*. Menggunakan *multimeter clampmeter* untuk mengukur tegangan dan arus pada beban baterai dan beban lampu. Dari tabel diatas dapat dilihat puncak nilai tegangan, arus dan daya tertinggi dari beban baterai terdapat pada sudut kemiringan 10° dengan mendapatkan tegangan 9,32 volt, arus sebesar 0,532 ampere dan nilai daya sebesar 4,958 watt. Untuk beban lampu nilai puncak tertinggi terdapat pada sudut kemiringan 30° dimana nilai yang didapat tegangan sebesar 10,46 volt, arus sebesar 0,682 ampere dan daya terbesar bernilai 7,133 watt.

3.4. Perbandingan Hasil Pengukuran 1 dan 2 *blade*



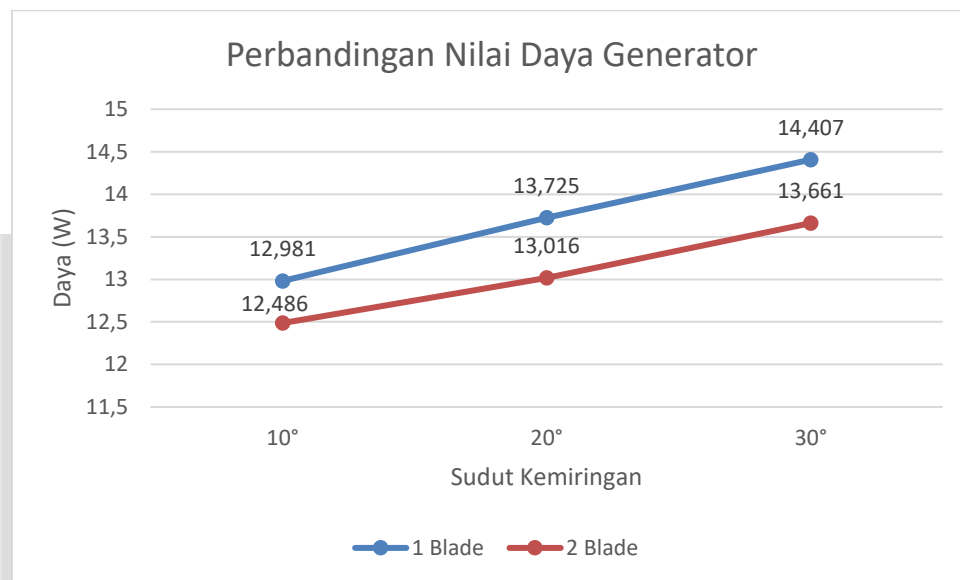
Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai Tegangan Generator

Hasil perbandingan tegangan dari generator dengan jumlah 1 *blade* dan 2 *blade* bisa dilihat bahwa nilai tegangan tertinggi terdapat pada turbin dengan jumlah 1 *blade* bernilai sebesar 10,89 volt dengan kondisi sudut kemiringan turbin 30°. Pada turbin dengan 2 *blade* mendapatkan nilai tertinggi 10,59 volt dengan kondisi sudut kemiringan 30°. Bisa dikatakan bahwa semakin besar sudut kemiringan maka nilai tegangan yang dihasilkan semakin besar dikarenakan debit air yang terhitung lebih besar dan juga semakin tinggi putaran turbin semakin tinggi juga tegangan yang dihasilkan oleh generator.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Nilai Arus Generator

Hasil perbandingan arus dari generator dengan jumlah 1 *blade* dan 2 *blade* bisa dilihat bahwa nilai puncak arus terdapat pada saat sudut kemiringan turbin 30° di jumlah turbin 1 *blade* sebesar 1,323 ampere, lalu untuk puncak tertinggi nilai arus turbin dengan jumlah 2 *blade* berada saat kondisi sudut kemiringan 30° juga bernilai sebesar 1,29 ampere. Nilai arus yang didapat pada kedua jumlah turbin semakin tinggi karena pada dasarnya semakin tinggi nilai tegangan maka nilai arus yang didapatkan semakin tinggi juga.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Nilai Daya Generator

Hasil perbandingan daya dari generator dengan jumlah 1 *blade* dan 2 *blade* bisa dilihat bahwa nilai puncak daya terdapat pada sudut kemiringan 30° di kedua jumlah turbin yang berbeda, dengan nilai puncak pada turbin dengan 1 *blade* mendapatkan nilai sebesar 14,407 watt, dan turbin dengan jumlah 2 *blade* mendapatkan nilai sebesar 13,661 watt. Turbin dengan jumlah 1 *blade* memiliki keunggulan dalam semua perbandingan, dikarenakan turbin dengan jumlah 1 *blade* memiliki beban yang lebih kecil dan lebih mudah untuk menggerakkan generator yang menghasilkan energi listrik.

4. PENUTUP

Kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian tugas akhir ini dapat ditarik kesimpulannya bahwa jumlah *blade* dan sudut kemiringan pada turbin sangat berpengaruh terhadap efisiensi pembangkit listrik tenaga pikohidro, semakin bertambahnya jumlah *blade* maka putaran pada turbin semakin melambat dikarenakan jumlah debit air yang masuk pada turbin semakin mengecil dan tergantung pada kondisi sudut kemiringan turbin. Jumlah *blade* pada turbin mempengaruhi kinerja turbin saat berputar. Turbin dengan jumlah *blade* 1 memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan saat turbin dengan 2 *blade* dikarenakan saat turbin dengan 2

blade memiliki bobot lebih berat dan beban menjadi lebih kasar. Untuk sudut kemiringan pada turbin sangat mempengaruhi kinerja putaran turbin dikarenakan saat turbin pada sudut kemiringan tinggi, debit air yang keluar pada turbin semakin deras. Puncaknya pada saat turbin kemiringan 30° pada generator dengan 1 blade mendapatkan daya terbesar 14,407 watt, dan pada generator dengan 2 blade mendapatkan daya terbesar 13,661 watt.

Saran untuk pemilihan tempat pemasangan turbin *Archimedes screw* harus benar benar tepat, supaya kinerja pada turbin bisa maksimal. Untuk pertimbangan dari sistem mekanika penggerak generator harus diperhitungkan dengan baik, misalkan memakai *coupling* generator dengan turbin menggunakan *gear box* atau bisa dengan menggunakan *v-belt*. *Intake* dari pembangkit listrik tenaga pikohidro harus dipastikan bebas dari penghalang sehingga air yang masuk ke ruang turbin dapat maksimal.

PERSANTUNAN

Alhamdulillah puji syukur atas segala Rahmat dan Hidayah Allah SWT yang telah diberikan kepada penulis untuk bisa menyelesaikan Tugas Akhir ataupun penelitian ini sampai berada di titik ini, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada ayah,ibu dan saudara-saudara saya karena sudah memberi semangat dan penuh kasih sayang disaat penulis sedang merasa kurang yakin dengan diri sendiri. Penulis juga berterimakasih kepada bapak dan ibu dosen Teknik Elektro UMS terutama bapak Rizki Nurilyas Ahmad, S. T., M. T. selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dan telah memberikan ilmu yang bermanfaat untuk penulis dalam mengerjakan tugas akhir selama ini, lalu untuk teman-teman Teknik Elektro telah membantu memberi semangat serta masukan untuk penulis sehingga bisa mengerjakan tugas akhir hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R. N., Hardianto, D. L., Abimanyu, A., & Rahmawati, L. E. (2022). Screw Turbine in In-pipe Hydroelectric Power Generation. *E3S Web of Conferences*, 359, 0–5. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202235901003>
- Almanda, D., & Kartono, R. (2020). Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Menggunakan Sistem Distribusi Air di P.T. Astra Honda Motor Plant 5 Karawang. *RESISTOR (ElektRONika KEndali TelekomunikaSI Tenaga LiSTrik KOmputeR)*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.24853/resistor.3.1.1-8>
- Maulana, M. I., Syuhada, A., & Nawawi, M. (2018). Blade number impact on pressure and performance of Archimedes screw turbine using CFD. *AIP Conference Proceedings*, 1931(August). <https://doi.org/10.1063/1.5024096>
- Nugraha, A., Ramadhan, M. N., Syarief, A., & Adianto, D. S. (2022). Analisis Kinerja Turbin Archimedes Screw Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. *Elemen : Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 48–56. <https://doi.org/10.34128/je.v9i1.183>

Nur Karim, M. W., Widyartono, M., Hermawan, A. C., & Haryudo, subuh I. (2021). Kajian kemiringan blade dan head turbin archimedes screw terhadap daya keluaran generator AC 1 Phase 3 kW. *Jurnal Teknik*, 10(1), 1–10. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/37410?articlesBySameAuthorPage=5>

