

ANALISIS KINERJA TURBIN AIR ARCHIMEDES DENGAN MENGGUNAKAN *RESPON SURFACE METHODOLOGY*

Muhamad Azmi Awaludin¹, Heri Irawan², Muhammad Firman³

¹Prodi Teknik Mesin, 21201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB, NPM 18620164

²Prodi Teknik Mesin, 21201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB, NIDN 1130078801

³Prodi Teknik Mesin, 21201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB, NIDN 1130078801

Email : Azmiawaludin55@gmail.com

ABSTRAK

Turbin ulir merupakan salah satu jenis turbin air yang sedang dikembangkan untuk pembangkit listrik skala kecil dan menengah di masa depan. Turbin ulir berfungsi untuk mengubah energi potensial atau kinetik air menjadi energi mekanik yang dapat menghasilkan putaran poros. Prinsip kerja turbin ulir ini merupakan kebalikan dari fungsi pompa ulir yang juga ditemukan oleh Archimedes lebih dari 21 abad yang lalu. Pada awalnya, Archimedes menciptakan pompa ulir untuk memindahkan air dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Prinsipnya adalah dengan menggunakan selubung ulir, ketika ulir diputar secara manual, air yang berada di antara sudut-sudut ulir akan dipindahkan ke bagian atas selubung melalui outlet. Dalam penelitian Tugas Akhir ini, akan dibuat turbin ulir dengan variasi sudut kemiringan poros Turbin Archimedes. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu pengujian langsung di lapangan. Hasil perhitungan daya turbin menunjukkan bahwa pada sudut kemiringan poros 25° didapatkan nilai daya rata-rata sebesar 6,89 Watt. Pada sudut 35° , nilai daya rata-rata adalah 7,56 Watt, sedangkan pada sudut kemiringan poros 45° didapatkan nilai daya rata-rata sebesar 7,76 Watt. Dari data ini, dapat disimpulkan bahwa daya pada sudut kemiringan poros turbin 45° lebih besar dibandingkan dengan sudut kemiringan 25° dan 35° .

Kata Kunci : Turbin Archimedes, Sudut Kemiringan, Unjuk Kerja

PENDAHULUAN

Potensi alam Indonesia cukup kaya dengan berbagai sumber energi alternatif yang dapat diubah menjadi sumber energi pembangkit listrik. Sumber energi tersebut dapat berupa energi air, energi angin, energi surya, energi panas bumi, dan energi laut. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia penggunaan energi alternatif sebagai pembangkit listrik masih tergolong rendah. Potensi sumber air di Indonesia yang ada kebanyakan memiliki head rendah maka pembangkit listrik tenaga

mikrohidro perlu di kembangkan lebih lanjut. Salah satunya telah di kembangkan turbin ulir (*Archimedes Turbine*) yang mampu memanfaatkan sumber-sumber air yang memiliki head yang rendah sebagai penggerak awal dari sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Turbin ulir merupakan turbin air dengan model cukup baru dan masih dalam tahap pengembangan untuk pembangkit listrik skala kecil dan menengah di masa depan yang akan datang. Turbin ulir adalah alat untuk mengubah energi potensial atau

energi kinetik air menjadi energi mekanik untuk menghasilkan kerja berupa putaran poros. Menurut (Bambang, 2012) turbin ulir merupakan pembalikan dari fungsi pompa ulir. Pompa ulir sendiri ditemukan oleh seorang ilmuwan Yunani, Archimedes, lebih dari 21 abad yang lalu sampai saat ini pompa ini masih diakui. Pada awalnya Archimedes menciptakan pompa ulir ini untuk mengalirkan air dari bagian yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Prinsipnya adalah dengan membuat selubung ulir, maka ketika ulir diputar secara manual, maka air yang berkumpul di antara sudu ulir kemudian dipindahkan ke outlet selubung dibagian atas (C. Rorres, 1998). Sudu ulir yang berputar akan membentuk pergerakan relatif dari ujung ke ujung. (M. Abdulkadir, 2017) melaporkan bahwa salah satu turbin yang mampu beroperasi pada head sangat rendah adalah turbin ulir, akan tetapi turbin jenis ini masih tergolong baru di Indonesia. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh (A. Havendri, I. Amif, 2010) bahwa turbin ulir merupakan turbin air yang sangat spesial di bandingkan dengan turbin air yang lain karena dapat bekerja pada daerah dengan head yang relatif rendah dan debit aliran yang relatif cukup besar. (C. Z. Rosly, 2016) mengkaji dan mengidentifikasi berbagai parameter yang berpotensi meningkatkan efisiensi turbin. Mereka menemukan bahwa pemakaian 3 sudu dengan 3 putaran dapat meningkatkan efisiensi. (A. Havendri, I. Amif, 2010) telah mengembangkan Prototype turbin ulir memiliki sudut ulir 23° dan sudut ulir 26° . penelitian awal sudah dilakukan terhadap prototype turbin ulir ini, namun hanya membahas perancangan dan pengaruh sudut ulir terhadap daya mekanik turbin. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan dimana penelitian ini difokuskan membahas tentang pengaruh variasi kemiringan poros terhadap kinerja mekanik turbin.

METODE PENELITIAN

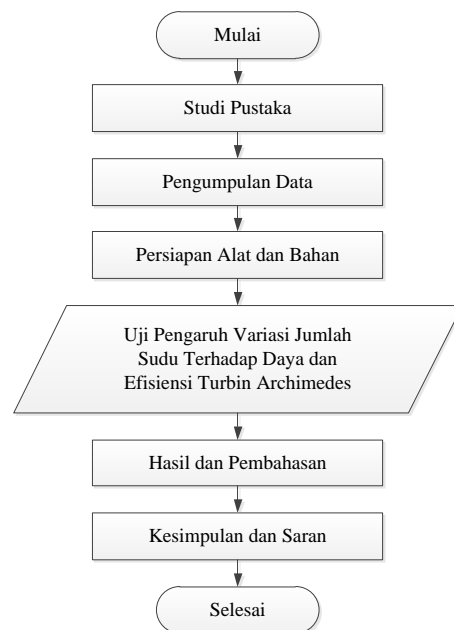
1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Turbin Air Archimedes
- 2) Meteran
- 3) Alat Tulis
- 4) Kalkulator
- 5) Busur Derajat
- 6) Pelampung
- 7) Stopwatch
- 8) Tachometer
- 9) Multimeter

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, pengujian ini untuk mengetahui kinerja dari turbin air Archimedes, adapun hasil pengujian akan disajikan dalam bentuk Tabel dan Grafik..



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Proses Pengambilan Data

Proses pengambilan data pada turbin Archimedes langkah pertama adalah mempersiapkan alat dan bahan yaitu alat tulis, turbin archimedes, meteran, penggaris busur, tachometer, multimeter, stopwatch, pelampung, dan penggaris sudut.

Proses selanjutnya menghitung debit aliran, langkah pertama yaitu menghitung luas penampang dengan menggunakan meteran dan menghitung kecepatan dengan menggunakan pelampung sehingga menghasilkan waktu. Langkah selanjutnya yaitu menghitung potensi daya hidrolis, kemudian langkah selanjutnya menghitung potensi daya turbin dan torsi lalu langkah terakhir akan menghitung efisiensi daya yang dihasilkan dari keseluruhan data di atas.

Sebelum menghitung debit air yang masuk ke turbin adalah langkah pertama yaitu menghitung luas penampang, kecepatan aliran dan tinggi aliran dengan menggunakan rumus di atas lalu ketika semuanya sudah mendapatkan hasil dan luas penampang, kecepatan aliran dan tinggi aliran selanjutnya menghitung debit air yang masuk ke turbin dengan rumus di bawah ini.

2) Menghitung Debit Aliran

Debit aliran adalah volume air yang masuk pada turbin dalam satuan waktu. Namun debit aliran juga dapat dihitung menggunakan luas alas penampang dengan kecepatan aliran air yang mengalir. Debit aliran dapat dihitung apabila variabel yang menunjang sudah didapatkan dalam pengambilan data. Berikut ini data pengujian untuk menghitung debit aliran.

Tabel 1 Tabel Pengujian Untuk Menghitung Debit

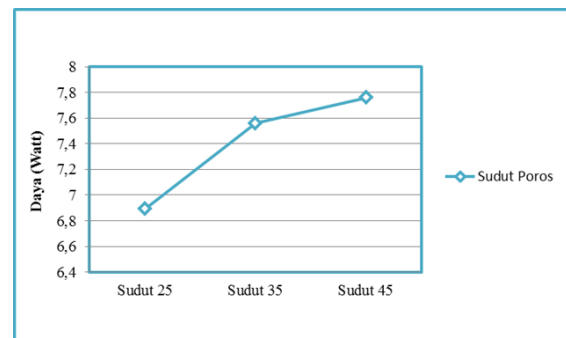
Pengujian	Diameter (d)	Lebar Persegi (l)	Phi	Waktu (t)	Panjang Lintasan (L)
Satuan	(m)	(m)	(rad)	(s)	(s)
1	0,19	0,015	3,14	0,3	0,32
2	0,19	0,015	3,14	0,3	0,32
3	0,19	0,015	3,14	0,3	0,32
Rata-Rata	0,19	0,015	3,14	0,3	0,32

3) Hasil Pengujian dan Perhitungan Turbin Air Archimedes

Tabel 2 Data Pengujian dan Perhitungan Turbin Air Archimedes

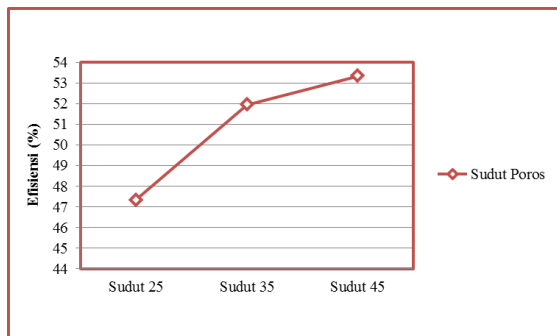
No	Variabel	Debit	Putaran (Rpm)	Torsi (Nm)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (Watt)	Daya Hidrolis (Watt)	Efisiensi (%)
1	Sudut 25°	0,00594	229,8	0,3	9,81	0,68	6,67	14,55	45,85
2			259,4	0,3	10,2	0,69	7,04	14,55	48,37
3			228,7	0,3	9,93	0,72	7,15	14,55	49,14
Rata-Rata			239,3	0,3	9,98	0,69	6,89	14,55	47,33
1	Sudut 35°	0,00594	204,4	0,3	9,26	0,86	7,96	14,55	54,73
2			214,9	0,3	9,21	0,77	7,09	14,55	48,74
3			217,9	0,3	9,53	0,82	7,81	14,55	53,71
Rata-Rata			212,3	0,3	9,33	0,81	7,56	14,55	51,94
1	Sudut 45°	0,00594	224,4	0,3	9,86	0,79	7,79	14,55	53,54
2			259,6	0,3	9,89	0,78	7,71	14,55	53,02
3			224,5	0,3	10,1	0,79	7,98	14,55	54,84
Rata-Rata			236,1	0,3	9,95	0,78	7,76	14,55	53,34

Dari data Tabel 2 di atas kemudian dijadikan dalam bentuk grafik efisiensi. Hubungan antara putaran, daya dan efisiensi pada ketiga variasi jumlah sudut seperti ditunjukkan pada gambar 1 di bawah.



Gambar 1 Hubungan Sudut Poros Terhadap Daya Turbin

Berikut adalah hasil perhitungan daya turbin pada sudut kemiringan poros yang berbeda. Pada sudut kemiringan poros 25°, nilai daya rata-rata yang diperoleh adalah 6,89 Watt. Pada sudut kemiringan poros 35°, nilai daya rata-rata adalah 7,56 Watt. Sedangkan pada sudut kemiringan poros 45°, nilai daya rata-rata yang didapatkan adalah 7,76 Watt. Dari data ini, dapat disimpulkan bahwa daya pada sudut kemiringan poros turbin 45° lebih besar dibandingkan dengan sudut kemiringan 25° dan 35°.



Gambar 2 Hubungan Sudut Poros Terhadap Efisiensi Turbin

Berikut adalah hasil perhitungan efisiensi pada sudut kemiringan poros yang berbeda. Pada sudut kemiringan poros 25° , didapatkan nilai efisiensi rata-rata sebesar 47,33%. Pada sudut kemiringan poros 35° , efisiensi rata-rata yang diperoleh adalah 51,94%. Sedangkan pada sudut kemiringan poros 45° , nilai rata-rata efisiensi yang didapatkan adalah 53,34%. Dari data ini, dapat disimpulkan bahwa efisiensi pada sudut kemiringan poros 45° lebih besar dibandingkan dengan sudut kemiringan poros 25° dan 35° .

KESIMPULAN

Hasil perhitungan daya turbin dan efisiensi pada sudut kemiringan poros yang berbeda. Pada sudut kemiringan poros 25° , diperoleh nilai daya rata-rata sebesar 6,89 Watt dan nilai efisiensi rata-rata sebesar 47,33%. Pada sudut kemiringan poros 35° , diperoleh nilai daya rata-rata sebesar 7,56 Watt dan nilai efisiensi rata-rata sebesar 51,94%. Sedangkan pada sudut kemiringan poros 45° , diperoleh nilai daya rata-rata sebesar 7,76 Watt dan nilai rata-rata efisiensi sebesar 53,34%. Dari data ini, dapat disimpulkan bahwa daya dan efisiensi pada sudut kemiringan poros 45° lebih besar dibandingkan dengan sudut kemiringan poros 25° dan 35° .

REFERENSI

Achmad Adiarso, Sudargana. 2014. Uji Karakteristik Turbin Darrieus Pada HydrofoilNaca 0021 Dengan Memanfaatkan Arus Air Di Cokro Tulung. Jurnal Teknik Mesin

Universitas Diponegoro. S-1, Vol. 2, No. 1. ISSN: 2303-1972

Adia Cahya P., Ridho H., dan Gunawan N. 2013. Rancang Bangun Turbin Air Sungai Poros Vertikal Tipe Savonius dengan Menggunakan Pemandu Arah Aliran. Jurnal Teknik POMITS Vol. 2, No. 2. ISSN: 2337-3539.

Arismunandar Wiranto. 2004. Penggerak Mula Turbin. ITB Press, Bandung

Bono dan Indarto. 2008. Karakterisasi Daya Turbin Pelton Mikro Dengan Variasi Bentuk Sudu. Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi. IST AKPRIND, Yogyakarta.

Dietzel Fritz. 1993. Turbin Pompa Dan Kompresor. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Diliph Singh. 2009. Micro Hydro Power Resource Assesment HandBook. APCTT.

Hari Siswoyo, Teguh Utomo, Hari Santoso, dan Rini Nur Hasanah. 2011. Upaya Mewujudkan Desa Mandiri Energi Melalui Pengembangan PLTM Tipe Kincir Air. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.

Heri Irawan, Mujiburrahman, 2018. Kajian Eksperimental Pengaruh Jumlah Sudu *Runner* Turbin Air *Crossflow* Terhadap Unjuk Kerja Dengan Metode Taguchi. Vol 03. No. 02. Hal 80-85. ISSN 2502-4922.

Heri Irawan, Mujiburrahman, 2019. Perancangan Turbin Air Tipe Crossflow Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro. Vol. 04 No. 01. Hal 46-50. ISSN 2502-4922

Sahid. 2010. Kajian Eksperimental Optimasi Tipe Lekuk Sudu Turbin Pelton SuduBasis Konstruksi Elbow Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. ProsidingSeminar Nasional Sains dan Teknologi. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.

Sahid. 2012. Kaji Eksperimental Kinerja Turbin Crossflow Berbasis KonstruksiSilinder (Drum) Poros Vertikal Untuk Potensi Arus Sungai. Prosiding SNST ke3. Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang. ISBN 978602-99334-1-3

Sahid, Gatot S. 2006. Peningkatan Kinerja Melalui Optimasi Jumlah Sudu Pada Turbin Crossflow Untuk PLTMh. Rekayasa mesin vol III nomor 3. hal 133-144. ISSN 1411-6863.

Sutomo, Arief Budiman. 2014. Eksperimental Bentuk Sudu Turbin Pelton Setengah Silinder Pada Variasi Sudut Keluaran Air Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro. Jurnal Agri-tek Volume 15 Nomor 1.

Suyanto. 2010. Kajian Modifikasi Desain Turbin Uap Menjadi Turbin Hidrokarbon untuk PLTP Siklus Biner Daya 100 kW. Pusat Teknologi Konversi dan Konservasi Energi BPPT, Jakarta.

Vardar Ali and Bulent Eker. 2006. Principle of Rotor Design for Horizontal Axis Wind Turbines. Journal of applied sciences 6(7):1527-1533.

Yesung Allo Padang, I Dewa Ketut Okariawan, dan Mundara Wati. 2014. Analisis Variasi Jumlah Sudu Berengsel Terhadap Unjuk Kerja Turbin Cross Flow Zero Head.