

Analisis Transmisi pada Turbin Air Tipe *Cross-Flow* terhadap Efisiensi Turbin

Eme Isura Karina Perangin-Angin^{1,*}, Eko Yohanes Setyawan¹.

¹ Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang

Kata kunci

Transmisi
Rasio Puli
Efisiensi Turbin

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh model transmisi dan perbandingan ukuran puli terhadap efisiensi turbin dan daya generator. Penelitian ini menggunakan dua model transmisi yakni model transmisi rangkaian terbuka tunggal dan model transmisi terbuka ganda dimana masing masing model akan diberikan dua variasi rasio puli (PR). Pada model transmisi rangkaian terbuka tunggal terdapat variasi 1 dan variasi 2 sedangkan pada model transmisi rangkaian ganda terdapat variasi 3 dan variasi 4. Rasio puli pada variasi 1 adalah 2,5, variasi 2 adalah 6, variasi 3 adalah 12 dan variasi 4 adalah 0,9. Melalui metode eksperimental, hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah dengan meningkatnya nilai PR maka efisiensi yang dihasilkan turbin akan semakin-menurun, dimana pada model transmisi rangkaian terbuka tunggal, penurunan nilai efisiensinya tidak terlalu signifikan atau cenderung stabil sedangkan pada model terbuka ganda mempengaruhi penurunan efisiensi turbin yang signifikan. Efisiensi pada variasi 1, variasi 2, variasi 3 dan variasi 4 masing-masing yakni 14,63%,14,33%,0,5% dan 20,95%. Nilai PR juga mempengaruhi hambatan dimana semakin besar PR maka hambatan juga akan semakin besar. Tegangan yang dihasilkan pada model transmisi terbuka tunggal lebih besar daripada model transmisi terbuka ganda. Melalui perhitungan daya generator, variasi 1, variasi 2, variasi 3 dan variasi 4 masing-masing diperoleh 1,9 Kw,9,8 Kw,0,03 Kw dan 0,58 Kw.

* Corresponding author:

Eme Isura Karina Perangin Angin (email: emeisurakarina1605@gmail.com)

Diterima: 7 Februari 2024

Disetujui: 27 Februari 2024

Dipublikasikan: 31 Maret 2024

1 Pendahuluan

Pertumbuhan konsumsi energi listrik Indonesia dibidang industri,transportasi,rumah tangga dan sektor komersial diperkirakan mencapai 772TWH pada tahun 2025 dan 2,373TWH pada tahun 2050 [1]. Penggunaan energi fosil (seperti minyak bumi,batu bara dan gas bumi) sebagai sumber pengadaan energi listrik di Indonesia sampai dengan tahun 2025 diperkirakan masih akan mendominasi,sementara energi ini sangatlah terbatas jumlahnya serta dalam pemanfaatannya menghasilkan emisi karbon yang berdampak pada perubahan iklim.[1].

Indonesia menargetkan peran energi baru dan terbarukan paling sedikit 31% serta tercapainya pengurangan peran minyak bumi, batu bara serta gas bumi masing-masing minimal 20%,25% dan 24% pada tahun 2050. (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, n.d.). Dalam hal ini pembangkit listrik tenaga air (PLTA) cukup mendapatkan banyak perhatian sebagai energi *alternative* yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi serta terbukti mampu menghasilkan 66 % dari total 7 GW pembangkit listrik energi baru dan terbarukan. Potensi air Indonesia diperkirakan mencapai 75 GW [3] namun hingga tahun 2020 pemanfaatannya baru sekitar 8,1% [4]. Untuk mengembangkan pembangkit listrik, pemerintah Indonesia mengupayakan pengembangan tenaga air sebesar 51 % dari potensi tenaga air yang ada pada tahun 2050.[5].

Meskipun potensi air untuk membangkitkan energi listrik cukup besar, namun pemanfaatannya masih belum efisien, seberapa faktor penyebabnya adalah harga peralatan dan perangkat yang mahal serta pengetahuan masyarakat yang masih terbatas [6]. Pembangkit Listrik Tenaga Picohidro (PLTPH) merupakan alternatif yang tepat karena memiliki konstruksi sederhana yang mudah dipasang serta harganya yang relative murah.

Komponen utama dari PLTPH yakni air, turbin serta *generator*. Pemilihan turbin tergantung pada *head*, untuk *head* rendah, turbin *cross-flow* banyak digunakan karena desain dan perawatannya yang sederhana [7]. Sistem puli dan sabuk digunakan sebagai transmisi daya yang menghubungkan turbin dan *generator*. Efisiensi dari sistem untuk mengkonversikan energi mekanik menjadi energi listrik sangatlah tergantung pada desain dari transmisi mekanik sabuk. [8], selain itu diameter puli memiliki pengaruh terhadap rpm yang dihasilkan [9].

Berdasarkan penelitian sebelumnya maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh diameter puli dan sistem transmisi terhadap efisiensi turbin dan generator, untuk itu judul yang dibawakan dalam penelitian ini adalah “Analisa Transmisi Pada Turbin *cross-flow* Terhadap Energi Listrik yang Dihasilkan”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi tertinggi turbin dan generator yang disebabkan oleh diameter puli serta sistem transmisi.

Rumus Yang Digunakan

Tabel 1 Tabel rumus

1	Perhitungan <i>Ratio</i> (PR)	<i>Pulley</i>	Rangkaian Tunggal $PR = \frac{d1}{d2}$ Rangkaian Ganda $PR = \frac{d1 \times d3}{d2 \times d4}$	PR adalah <i>Pulley Ratio</i> [10]
2	Perhitungan Air	Daya	$Ph = \rho g Q h$	Ph adalah potensi/daya air (Kw) ρ adalah percepatan gravitasi (m/s^2) Q adalah debit aliran air (m^3/s) H adalah <i>Head</i> /tinggi jatuh air (m) [11]
3	Perhitungan pada shaft turbin	daya	$P_t = N_{shaft} \left(\frac{d_{shaft}}{150}\right)^3$	P_t adalah daya turbin (Kw) d_{shaft} adalah diameter <i>shaft</i> turbin (mm) N_{shaft} adalah jumlah putaran shaft turbin (rpm) [7]
4	Daya generator		$Pg = \frac{V^2}{R}$	Pg Daya generator (watt) V Tegangan listrik (volt) R Hambatan (Ω)
5	Efisiensi Turbin		$\eta_t = \frac{P_{turbin}}{P_{air}} 100 \%$	η_t adalah efisiensi turbin P_{turbin} adalah daya turbin (Kw) P_{air} adalah daya air (Kw) [12]

2 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboraturium Energi Terbarukan Institut Teknologi Nasional Malang Jalan. Raya Karanglo Km.2 Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur, 65145, Indonesia dengan waktu penelitian yakni 3 bulan, dari bulan Oktober 2023 hingga Desember 2023.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode ekperimental dengan terlebih dahulu melakukan studi literatur, desain transmisi, persiapan alat dan bahan, instalasi transmisi sesuai desain, melakukan pengujian serta analisa dan pembahasan.

2.1 Alat

Mesin Bubut, Turbin *Cross-flow*, Pompa, Generator, Avometer, Tachometer, Kunci Ring Pas, Mesin Bor Tangan

2.2 Bahan Penelitian

Puli, Sabuk V tipe A, Mur dan Baut

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Realisasi Rangkaian Transmisi

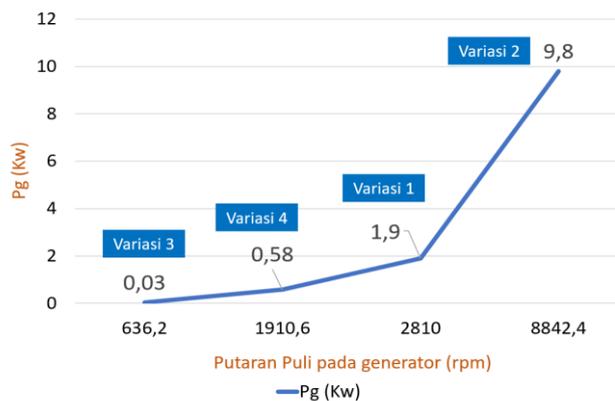


Gambar 1 Realisasi Rangkaian Transmisi

Tabel 2 Data Hasil Pengujian

	Puli				Generator		PR	Pa (kW)	Pt (kW)	Pg (kW)	η_t (%)
	N1 (rpm)	N2 (rpm)	N3 (rpm)	N4 (rpm)	R (Ohm)	V (Volt)					
Variasi 1	1433,6	2810			5	98,4	2,5	78,4	11,47	1,9	14,63
Variasi 2	1404	8842,4			6,1	244,6	6	78,4	11,23	9,8	14,32
Variasi 3	48,8	107,8	107,8	636,2	8,7	16,9	12	78,4	0,39	0,03	0,5
Variasi 4	2053,2	551,9	551,9	1910,6	4,6	51,5	0,93	78,4	16,43	0,58	20,96

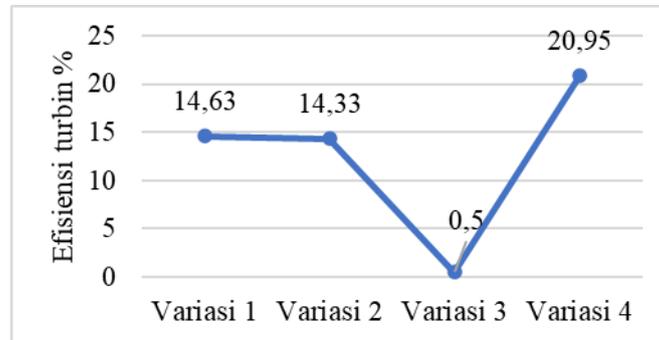
Nilai daya yang dihasilkan pada pembangkit listrik sangat tergantung pada jumlah putaran yang dihasilkan oleh generator sehingga dapat dinyatakan bahwa semakin besar putaran yang dihasilkan maka semakin besar pula daya listrik yang dihasilkan oleh generator. Pengujian menunjukkan bahwa daya generator tertinggi terdapat pada variasi 2 yakni 9,8 kw dimana pada variasi ini juga menunjukkan nilai putaran yang paling tinggi yaitu 8842,4 rpm. Sebaliknya, semakin kecil nilai putaran maka semakin kecil pula daya yang dihasilkannya, hal ini ditunjukkan pada variasi 3 yakni 0,03 kw dengan jumlah putaran terkecil yakni 636,2 rpm.



Gambar 2 Grafik hubungan daya generator dengan putaran puli generator

Berdasarkan hasil pengujian, rangkaian transmisi terbuka tunggal pada variasi 1 dan 2 menunjukkan nilai efisiensi yang tidak jauh berbeda dengan nilai efisiensi masing-masing sebesar 14,63% dan 14,33% hal ini dikarenakan jumlah putaran puli((N1) pada *shaft* turbin pada kedua variasi ini menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda dengan nilai masing masing yakni 1433,6 rpm dan 1404 rpm. Sedangkan pada rangkaian transmisi

terbuka ganda pada variasi 3 dan 4 menunjukkan perbedaan nilai efisiensi yang jauh berbeda dengan nilai efisiensi masing-masing yakni 0,5% dan 20,95% hal ini dikarenakan jumlah putaran puli (N1) pada *shaft* turbin pada kedua variasi ini menunjukkan nilai yang jauh berbeda yakni masing-masing dengan nilai 48,8 rpm dan 2053,2 rpm. Dalam hal ini dapat dilihat bahwa rangkaian transmisi terbuka tunggal (variasi 1 dan variasi 2) tidak begitu mempengaruhi jumlah putaran puli pada *shaft* turbin sedangkan rangkaian transmisi terbuka ganda (variasi 3 dan variasi 4) sangat mempengaruhi jumlah putaran puli pada *shaft* turbin sehingga akan berpengaruh juga pada transmisi yang dihasilkannya.



Gambar 3 Grafik hubungan variasi transmisi dengan efisiensi turbin

4 Kesimpulan

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah dengan meningkatnya nilai SR maka efisiensi yang dihasilkan turbin akan semakin-menurun, dimana pada model transmisi rangkaian terbuka tunggal, penurunan nilai efisiensinya tidak terlalu signifikan atau cenderung stabil sedangkan pada model terbuka ganda mempengaruhi penurunan efisiensi turbin yang signifikan. Efisiensi pada variasi 1, variasi 2, variasi 3 dan variasi 4 masing-masing yakni 14,63%,14,33%,0,5% dan 20,95%. Nilai SR juga mempengaruhi hambatan dimana semakin besar SR maka hambatan juga akan semakin besar. Tegangan yang dihasilkan pada model transmisi terbuka tunggal lebih besar daripada model transmisi terbuka ganda. Melalui perhitungan daya generator, variasi 1, variasi 2, variasi 3 dan variasi 4 masing-masing diperoleh 1,9 Kw,9,8 Kw,0,03 Kw dan 0,58 Kw.

5 Refrensi

- [1] A. P. Tampubolon, "National Energy General Plan," pp. 1–48, 2020.
- [2] "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia."
- [3] EBTKE, "Peta Potensi Energi Hidro Indonesia."
- [4] "Statistik Ketenagalistrikan," 2021.
- [5] "RUEN," 2017.
- [6] A. A. Lahimer, M. A. Alghoul, K. Sopian, N. Amin, N. Asim, and M. I. Fadhel, "Research and development aspects of pico-hydro power," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, no. 8. pp. 5861–5878, Oct. 2012. doi: 10.1016/j.rser.2012.05.001.
- [7] W. S. Ebhota and P. Y. Tabakov, "Simplified and Precise Design of Crossflow Turbine Power Transmission Components," *Int J Eng Adv Technol*, vol. 10, no. 3, pp. 227–232, Feb. 2021, doi: 10.35940/ijeat.C2136.0210321.
- [8] M. Dudziak and G. Domek, "Design and selection of a belt drive for an electric generator," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1199, no. 1, p. 012042, Nov. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1199/1/012042.
- [9] F. P. Diharja, M. A. Irfa'i, and M. M. Rosadi, "Analisis Pengaruh VariasiDiameter Driven Pulleyterhadap OutputKecepatan Putar dan Torsi Akhir pada Trainer Transmisi Toyota Kijang Innova E 2.0 M/T," May 2022.
- [10] R. S. Khurmi and J. K. Gupta, "A Textbook of Machine Design."
- [11] H. Ramos, A. Betâmio De Almeida, M. M. Portela, and H. Pires De Almeida, "Guideline For Design Of Small Hydropower Plants A. Carvalho Quintela," 2000.
- [12] V. Quaschnig, *Understanding Renewable Energy Systems*. Routledge, 2016. doi: 10.4324/9781315769431.