

Analisis Perbedaan Generator Dan Effisiensi Gear Ratio PLTMH Vortex Turbine Di Waduk Desa Bujel

¹Karimatun Nisa, ²Muh Qidam Agwalul Santoso

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan

Jl. Veteran No. 53A Lamongan

¹ karimatunnisa@unisla.ac.id ² muhammadqidam0036@gmail.com

Article Info

Article history:

Received Mei 12th, 2022

Revised Juni 20th, 2022

Accepted July 26th, 2022

Keyword:

PLTMH analysis
Vortex Turbin
Ratio Gear
Generator Efficiency

ABSTRACT

Energy requirements are needed by modern society in this digital era. Today the most widely used energy is fossil energy. It makes fossil energy can run out at any time. Therefore, alternative energy is needed, especially energy from nature. Indonesia has a lot of potential for the development of hydroelectric power plants. It happens because Indonesia has a tropical climate with very high rainfall and many of rivers with a fairly swift flow. The study done at Bujel village in Ngimbang Sub-District, Lamongan. DC generator is superior because the DC generator used is a low rpm generator, so by low rpm can have a higher voltage level of 25V, while AC generator has a maximum voltage of 11V. Based on the standard level of water turbine efficiency of 70%-90%, it means that the second generator can be said to be efficient because the load used is only a 50 Ω . [1] The selection of gear ratios also affects the efficiency value of a water turbine because therefore in this study will examine the difference in gear ratios, namely 46:16, 46:18, 46:20. Considering the test results of the three gears, the gear with a ratio of 46:16 has a high rpm level of 468 rpm

Copyright © 2022 Jurnal JEETech.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Karimatun Nisa

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan

Address. Jl. Veteran No. 53A Lamongan

Email: karimatunnisa@unisla.ac.id

Abstrak— Kebutuhan energi sangat diperlukan oleh masyarakat modern di era digital seperti saat ini. Energi yang sangat banyak digunakan saat ini adalah energi fosil, hal ini membuat energi fosil bisa habis kapan saja. Oleh karena itu energi alternatif sangat dibutuhkan terutama energi dari alam. Indonesia sangat berpotensi untuk dikembangkan pembangkit listrik tenaga air, hal itu terjadi karena Indonesia mempunyai iklim tropis dengan curah hujan yang sangat tinggi dan mengakibatkan banyaknya sungai dengan aliran yang cukup deras. Tempat penelitian berada di desa Bujel yang ada di kecamatan Ngimbang kabupaten Lamongan. Generator DC lebih unggul ini dikarenakan generator DC yang digunakan adalah generator low rpm jadi dengan rpm rendah bisa mempunyai tingkat tegangan yang lebih tinggi yaitu 25V, sedangkan untuk generator AC mempunyai tegangan maksimal 11V. Jika dilihat dari tingkat standar effisiensinya turbin air sebesar 70-90% maka kedua generator bisa dikatakan efisien karena beban yang digunakan cuma resistor 50 Ω . [1] Pemilihan rasio gear juga mempengaruhi nilai effisiensi dari sebuah turbin air karena itu penelitian ini akan meneliti tentang perbedaan rasio gear yaitu 46:16, 46:18, 46:20. Dari hasil uji coba ketiga gear tersebut gear dengan rasio 46 : 16 mempunyai tingkat rpm yang tinggi sebesar 468 rpm.

I. Pendahuluan

Kebutuhan energi sangat diperlukan oleh masyarakat modern di era digital seperti saat ini. Energi yang sangat banyak digunakan saat ini adalah energi fosil, hal ini membuat energi fosil bisa habis kapan saja. Oleh karena itu energi alternative sangat dibutuhkan terutama energi dari alam.

Indonesia mempunyai potensi sangat besar dengan sumber daya alam yang melimpah seperti energi panas bumi, energi air, energi angin dan lain-lain. Seiring berkembangnya zaman inovasi untuk membuat alat yang memanfaatkan energi alternative banyak di kembangkan, contohnya seperti turbin air. Pemanfaatan sebuah sungai yang diberi bendungan dan diberi turbin air menjadi inovasi efektif untuk penyuplai tegangan listrik terutama masyarakat yang berada dipinggiran sungai. Ini karena kelebihan utama turbin air yaitu memiliki effisiensi rata-rata lebih tinggi mencapai 82% dan dapat menghemat biaya. [2]

Indonesia sangat berpotensi untuk dikembangkan pembangkit listrik tenaga air, hal itu terjadi karena Indonesia

mempunyai iklim tropis dengan curah hujan yang sangat tinggi dan mengakibatkan banyaknya sungai dengan aliran yang cukup deras.[3] Desa Bujel yang ada di kecamatan Ngimbang kabupaten Lamongan adalah salah satu contoh karena adanya sungai yang cukup bagus untuk dipasang sebuah turbine air, dengan adanya sebuah bendungan yang mempunyai dam membuat pemasangan turbin jadi lebih mudah dan bisa lebih efisien untuk kebutuhan energi listrik, yang nantinya akan menyuplai lampu jalan. Pemilihan vortex turbin. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis mengambil tema tentang “analisis perbedaan generator dan efisiensi gear ratio pltmh vortex turbine di waduk desa bujel” bisa dijadikan acuan untuk melakukan pengembangan dan bisa berguna bagi masyarakat sekitar.

II. Kajian Teori

Pada tahun 2021 wido Alif Alfatic memaparkan bahwa waktu yang dibutuhkan dalam pengisian aki 12Vdc,7,5Ah dalam rata-rata tiap 5 menit yaitu ada kenaikan tegangan sebesar 0,074 Vdc, sedangkan dalam pengisian aki dari kondisi kosong hingga penuh diperlukan waktu selama 14 jam 30 detik. Dengan beban lampu 12v/15W. arus 0,33 A serta sensor cahaya dengan arus 0,02 A tegangan aki penuh 12,9 Vdc maka aki dapat digunakan selama 21 jam 24 menit.[4]

Turbin vortex adalah salah satu jenis turbin mikrohidro yang menggunakan pusaran air sebagai penggerak sudunya. Turbin vortex memiliki head yang relatif rendah 0,7 m – 3m dengan debit 50 L/s . Turbin jenis ini sangat cocok digunakan untuk aliran sungai, karena kebanyakan sungai memiliki head yang rendah. [5][6]

Aditya Pratama dan Rendi mengatakan dengan variasi kemiringan 0° memperoleh rata rata putaran turbin sebesar 62,25 (Rpm) ,pembebanan rata rata sebesar 0,825 (kg), torsi sebesar 0,27 (Nm), daya turbin sebesar 1.759 (watt) dan pada efisiensi turbin sebesar 65,155 (%) . Dan variasi tertinggi ada pada kemiringan 450 memperoleh rata rata putaran turbin sebesar 80,575 (Rpm) , pembebanan rata rata sebesar 0,975 (kg), torsi sebesar 0,27 (Nm), daya turbin sebesar 2,277 (watt) dan pada efisiensi turbin sebesar 79,841 (%).[7]

Pada penelitian ini dijelaskan semakin besar nilai kapasitas air, maka efisiensi yang dihasilkan cenderung mengalami kenaikan. Dalam hal ini daya turbin yang besar tidak selalu menghasilkan efisiensi yang besar pula. Dengan tinggi sudu 21 cm dengan kapasitas 7,998 L/s memiliki nilai efisiensi terendah pada pembebanan 10000 gram dengan efisiensi yang dihasilkan sebesar 29,276 %.[3]

Efisiensi turbin terbesar menggunakan turbin dengan 8 sudu pada beban 20000 gr dengan kapasitas air sebesar 6.94 L/s diperoleh efisiensi turbin sebesar 44.3% sedangkan Daya mekanik terbesar menggunakan turbin sudu 8 pada beban 25000 gr dengan kapasitas air sebesar 8.89 L/s diperoleh Daya mekanik 21,84 watt.[8][9]

Perhitungan Gear Dan Efisiensi :

1. Perhitungan Gear Ratio[6]

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (2.2)$$

N_1 = Kecepatan Putaran

N_2 = Kecepatan gear yang digerakkan

Z_1 = Jumlah gigi gear kecil

Z_2 = jumlah gigi gear besa

2. Perhitungan Daya Yang dibangkitkan

$$P = V \times A \quad (2.3)$$

P = Daya Output maksimal (W)

V = Tegangan (V)

A = Arus (A)

3. Perhitungan Efisiensi

$$Eff = \frac{P \text{ Output Maksimal}}{P \text{ Input dibangkitkan}} \times 100 \% \quad (2.4)$$

Eff = Effisiensi (%)

P Output maksimal =Daya Generator

P Input yang dibangkitkan =Daya input ditambah beban.

III. Metode Penelitian

Tahap awal dari penelitian adalah :

1. Studi pustaka

Studi ini diambil dari jurnal laporan dan buku rfrensi yang digunakan untuk pengembangan inovasi baru yang membahas tentang efisien turbin vortex dan jenis jenis gear yang digunakan

2. Tahap perancangan

Membuat sebuah pembeda berupa penggantian sebuah generator dan juga menguah gear ratio untuk mencari mana yang lebih efisien.

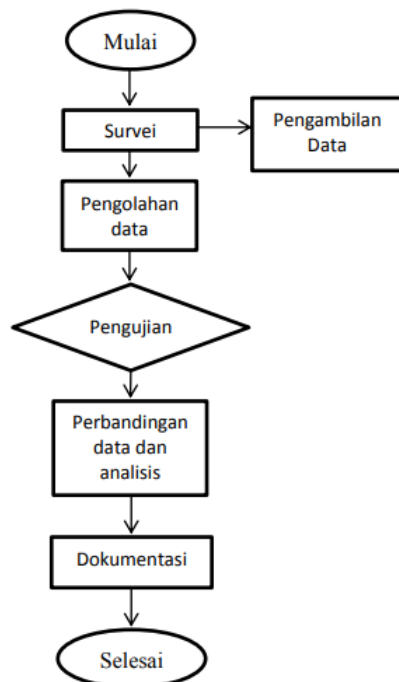
3. Pemilihan alat dan bahan yang cocok untuk penelitian.

Pemilihan alat seperti gear dan generator perlu dilakukan untuk mendapatkan efisiensi yang tepat untuk turbin air berjenis vortex. Penggunaan generator ac atau dc juga mempengaruhi dalam efisiensi sebuah turbin untuk mecari generator mana yang lebih cocok untuk turbin aliran vortex di waduk desa Bujel ini. Pemilihan rasio sebuah gear juga sangat penting untuk memaksimalkan putaran yang dihasilkan oleh sebuah turbin, penggunaan gear spedah saya pilih karena lebih ringan

4. Pengujian dan analisis

Pengujian dilakukan dengan cara melepas pasang gear yang ada di generator, dan melakukan pencatatan berapa

jumlah tegangan listrik yang dihasilkan dari masing masing gear, setelah menemukan gear yang mempunyai efisiensi yang paling tinggi selanjutnya mengganti generator dari generator AC ke generator DC dan mulai pencatatan lagi untuk memilih mana yang lebih bagus untuk turbun aliran vortex.



Gambar 1 Flowchart Penelitian

Metode pengujian dari penelitian ini adalah dengan mengukur arus tegangan yang akan dikeluarkan dari masing-masing generator dan juga mengganti rasio gear. Pengujian menggunakan avometer digital dan rpm meter. Pengujian awal menggunakan gear 30T banding 16T lalu setelah hasil sudah tercatat ganti gear ke 30T banding 18T dan terakhir 30T banding 20T, setelah semua tercatat baru disimpulkan dari masing masing gear mana yang lebih efisien untuk generator turbin aliran vortex untuk penempatan di Waduk desa Bujel.

IV. Hasil dan Pembahasan

Dalam tahap ini pengujian generator dilakukan beberapa kali percobaan dengan memanfaatkan generator AC dan DC yang terpasang pada gear. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil yang efektif untuk pemilihan generator pada turbin vortex low RPM. Pada dasarnya turbin vortex mempunyai karakteristik RPM yang rendah namun mempunyai torsi yang tinggi.

Pengujian generator dilakukan beberapa kali percobaan dengan memanfaatkan generator AC dan DC yang terpasang pada gear. Generator yang digunakan pada penelitian ini adalah generator AC TAMAGAWA SERVO 24V dan generator AMETEK MOTOR DC 40V, kedua generator mempunyai spesifikasi yang dipaparkan pada tabel 1[10]

Tabel 1. Spesifikasi Generator

NO	Nama	Jenis	Output Max	Tegangan	RPM Max
1	TAMAGAWA SERVO	AC	200 W	24 V	3000 rpm
2	AMETEK MOTOR	DC	480 W	40 V	600 rpm

1. Hasil Pengujian Generator AC dan DC

Pengujian generator ini dilakukan pada 3 macam gear ratio yang berbeda yaitu 46 banding 16, 46 banding 18, dan 46 banding 20, dengan pembebanan menggunakan resistor 50Ω. Perbandingan gear ini dipilih karena mempunyai kesetabilan yang bagus dari segi kecepatan dan berat saat digunakan pada speed jenis fixie. Hasil pengujian generator ditampilkan pada tabel berikut :

Tabel 2. Hasil pengujian tegangan dan arus generator

No	Tegangan		Arus		RPM
	DC	AC	DC	AC	
1	25V	11V	0,12A	0,04A	468 RPM
2	22V	10V	0,11A	0,03A	419 RPM
3	20V	8,8V	0,08A	0,02A	365 RPM



Gambar 3 Pengujian Generator AC



Gambar 4 Pengujian Generator DC

2. Hasil Pengujian Gear Ratio

Diketahui bahwa putaran pada poros turbin sebesar 163 rpm, untuk menemukan putaran pada gear yang ada di turbin bisa digunakan persamaan atau perhitungan sebagai berikut :

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$\frac{163}{N_2} = \frac{46}{16}$$

$$N_2 = 368,625 \text{ RPM}$$



Gambar 5 Pengujian RPM Gear 46 : 16

Tabel 3.Hasil pengujian RPM dan torsi dari gear

NO	Rasio Gear	RPM	Torsi
1	46 : 16	468 RPM	± 20 KG
2	46 : 18	419 RPM	± 15 KG
3	46 : 20	374 RPM	± 10 KG

3. Efisiensi generator AC dan DC

Enerator DC yang digunakan mempunyai tegangan sebesar 24V dengan menggunakan pembebanan resistor 50Ω. Untuk itu digunakan rumus efisiensi dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Efisiensi generator AC gear 468

$$P = 11V \times 0,04A$$

$$P = 0,44 \text{ Watt}$$

$$Eff = \frac{200}{200 + 0,44} \times 100\%$$

$$Eff = 99,78 \%$$

b. Efisiensi generator DC gear 468

$$P = 25V \times 0,12A$$

$$P = 3 \text{ Watt}$$

$$Eff = \frac{480}{480 + 3} \times 100\%$$

$$Eff = 99,37 \%$$

Tabel 4. Hasil pengujian dari perhitungan efisiensi generator.

No	RPM	Tegangan		Efisiensi	
		AC	DC	AC	DC
1	468RPM	11V	25V	99,78 %	99,37 %
2	425RPM	10V	22V	99,85 %	99,49 %
3	365RPM	8,8V	20V	99,91 %	99,66 %

Dari hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan efisiensi generator mencapai 99,91% tertinggi, ini disebabkan karena rugi rugi yang digunakan pada penelitian ini adalah resistor sebesar 50Ω dengan mengabaikan rugi rugi yang bisa saja terjadi seperti rugi gesekan dan lain sebagainya

V. Kesimpulan

Berdasarkan rangkaian uji coba yang telah dilakukan dalam penelitian tentang turbin vortex di desa Bujel ini didapatkan kesimpulan :

1. Penggunaan generator yang efisien sangat penting untuk digunakan sebagai pembangkit listrik tenaga air seperti contohnya vortex turbin. Vortex turbin mempunyai rpm yang rendah tapi mempunyai torsi yang tinggi, generator yang digunakan pada percobaan ini adalah generator AC dan generator DC. Pada rangkaian uji coba yang telah dilakukan generator DC lebih unggul ini dikarenakan generator DC yang digunakan adalah generator low rpm jadi dengan rpm rendah bisa mempunyai tegangan hingga 25V, sedangkan untuk generaor AC mempunyai tegangan tertinggi sebesar 11V.
2. Pemilihan rasio gear juga mempengaruhi tingkat efisiensi dari generator. Pada uji coba ini digunakan gear dengan perbandingan 46:16, 46:18, 46:20. Gear ini dipilih karena kestabilannya, biasanya rasio gear tersebut digunakan pada jenis speed fixie. Pada serangkaian uji coba yang sudah dilakukan didapatkan hasil dimana gear 46:16 lebih bagus yaitu 468rpm dengan torsi sebesar ±20KG dengan hasil ini hamper 3x putaran dari gear poros, sedangkan untuk rpm terendah ada pada perbandingan gear 46:20 dengan rpm 375rpm dan torsi sebesar ±10KG. Dengan rasio gear 46:16 putaran dari turbin bisa dioptimalkan. Jika dilihat dari tingkat standar efisiensinya turbin air sebesar 70-90% maka kedua generator bisa dikatakan efisien ini dikarenakan pembebanan pada saat uji coba menggunakan resistor 50Ω dengan mengabaikan rugi rugi yang biasa terjadi seperti rugi gesekan, rugi tembaga dan lain lain.

VI. Daftar Pustaka

- [1] Wikipedia, "Pembangkit Listrik Tenaga Air," https://id.wikipedia.org/wiki/Pembangkit_listrik_tenaga_air, 2019. https://id.wikipedia.org/wiki/Pembangkit_listrik_tenaga_air
- [2] A. Muliawan and A. Yani, "Analisis Daya Dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner," *Sainstek J. Sains dan Teknol.*, vol. 8, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.31958/js.v8i1.434.
- [3] A. Taufiqurrahman and J. Windarta, "Overview Potensi dan Perkembangan Pemanfaatan Energi Air di Indonesia," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 1, no. 3, pp. 124–132, 2020, doi: 10.14710/jebt.2020.10036.
- [4] WIDO ALIF ALFATICH, "PERANCANGAN PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK MIKROHIDRO VORTEX MENGGUNAKAN PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS GENERATOR (PMSG) SEBAGAI PENERANGAN JALAN," 2021.
- [5] V. Rinanda and R. Permatasari, "Optimasi Desain Turbin Air Tipe Vortex Dengan 5 Variasi Jumlah Sudu Terhadap Efisiensi," *Semin. Nas. Cendekiawan ke 4 Tahun 2018 Buku 1 "Teknik, Kedokt. Hewan, Kesehatan, Lingkung. dan Lanskap"*, no. 4, pp. 785–790, 2018, [Online]. Available: <https://www.event.lemlit.trisakti.ac.id/semnas/article/view/3543>
- [6] T. A. Pambudi, G. E. Pramono, and D. Yuliaji, "Analisa Sistem Roda Gigi Diferensial Penggerak Roda Belakang," *Alimkanika*, vol. 1, no. 1, pp. 27–34, 2019.
- [7] Aditya Pratama and A. S. Rendi, "PENGARUH VARIASI KEMIRINGAN SUDU BENTUK KERUCUT TERHADAP KINERJA TURBIN AIR JENIS VORTEX," *Concept Commun.*, vol. null, no. 23, pp. 301–316, 2019, doi: 10.15797/concom.2019..23.009.
- [8] A. Al Farisi, Y. Handoyo, and T. Rokhman, "Analisis Variasi Jumlah Sudu Turbin Berpenampang Pelat Datar Pada Turbin Air Aliran Vortex Dengan Tipe Saluran Masuk Involute," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 72–78, 2020, doi: 10.33558/jitm.v7i2.1917.
- [9] Rh. Rahmanto and P. Studi Teknik, "ANALISIS EKSPERIMENTAL KINERJA TURBIN VORTEX AKIBAT PERUBAHAN TINGGI IMPELLER TIPE SUDU BERPENAMPANG LURUS," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 2, p. 17113, 2020.
- [10] T. C. L. SEIKI, "TBL-i II Series】 Compact size AC Servo Motor." <https://www.tamagawa-seiki.com/products/servomotor/tbl-i2-compact-size-ac-servomotor.html>