

Analysis Of The Effect Of The Number Of Disk On The Torque And Power Generated By The Tesla Turbin

[Analisa Pengaruh Jumlah Disk Terhadap Torsi Dan Daya Yang Dihasilkan Turbin Tesla]

Abdul Rosyid¹⁾, A'rasy Fahrudin ^{*2)}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: arasy.fahrudin@umsida.ac.id

Abstract. *The rapid development of technology indicates an increasing need for energy. The availability of non-renewable energy sources is decreasing while the demand is increasing. Tesla turbine is a machine that converts fluid energy into mechanical energy by using blades in the form of circular discs stacked on the shaft axis with a certain gap size. Three variable slices were used in this study: 4, 6, and 8 slices, and the slice thickness was 0.3 mm.*

Keywords: *Power; Tesla Turbine, Torque*

Abstrak. *Perkembangan teknologi yang semakin pesat menunjukkan kebutuhan akan energi yang semakin meningkat. Ketersediaan sumber energi tak terbarukan semakin menurun sementara kebutuhan semakin meningkat. Turbin Tesla adalah mesin yang mengubah energi fluida menjadi energi mekanik dengan menggunakan sudu-sudu berupa piringan bundar yang ditumpuk pada sumbu poros dengan ukuran celah tertentu. Tiga variabel irisan yang digunakan dalam penelitian ini: 4, 6, dan 8 irisan, dan ketebalan irisan adalah 0,3 mm.*

Kata kunci: *Power; Turbin Tesla, Torsi*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi secara global mengalami kemajuan pesat, khususnya di Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa lebih banyak energi yang dibutuhkan[1]. Ketersediaan sumber energi tak terbarukan semakin menurun sementara kebutuhan semakin meningkat[2]. Sumber energi terbarukan seperti energi potensial dalam air merupakan sumber energi terbarukan yang tersedia[3]. Indonesia sangat kaya akan sumber air dan banyak terdapat sungai-sungai besar yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi[4]. Untuk memanfaatkan energi fluida, diperlukan konverter berupa turbin yang mengubah energi fluida menjadi energi mekanik[5].

Turbin Tesla adalah mesin yang mengubah energi fluida menjadi energi mekanik menggunakan cakram atau bilah mirip cakram yang ditumpuk pada sumbu poros dengan ukuran celah yang ditentukan[6]. Turbin uap yang digunakan untuk menggerakkan generator banyak digunakan oleh turbin Tesla[6]. Memproduksi baling-baling yang benar-benar bulat dan presisi merupakan tantangan bagi pembuat turbin Tesla[7], yang menaikkan biaya produksi. Selain itu, dengan mempertimbangkan kondisi kecepatan air[8], sangat penting untuk mengetahui ukuran celah[9], seberapa besar gaya putar yang dapat dihasilkan. Turbin Tesla bertenaga air dipilih sebagai judul karya tersebut[10].

Studi tahun 2017 sebelumnya oleh Andy Riyanto, Arif Mulyanto, dan Rudy Sutanto, mahasiswa teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram, menggunakan *water head* sebagai ketinggian air terjun dan mengukur torsi menggunakan dynamometer. Berdasarkan pengaruh variasi jarak antar cakram, daya maksimum dicapai pada keluaran daya 2,03 watt untuk jarak antar cakram 1,2 mm dan putaran poros 403 rpm. Daya minimum pada jarak antar cakram adalah 3,6, tetapi daya 0,73 watt pada 703 rpm.

Tenaga uap umumnya digunakan untuk membangun turbin Tesla[11]. Namun, kecepatan inlet dan air yang mempengaruhi putaran turbin harus dipelajari secara eksperimental untuk memperolehnya[12].

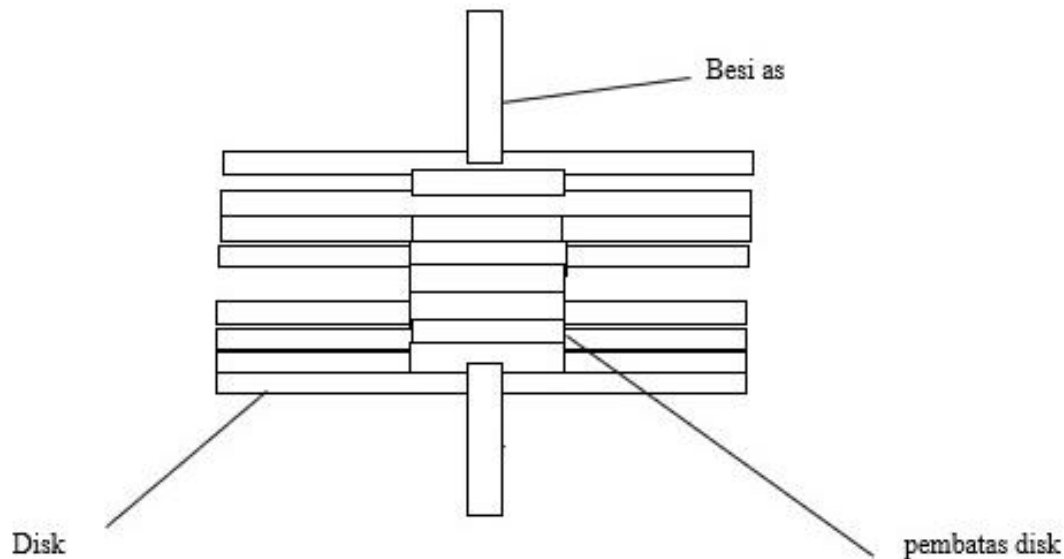
II. METODE

A. Variabel penelitian

Dalam penelitian ini, kami menganalisis data melalui pengamatan langsung terhadap subjek penelitian, menggunakan uji eksperimen dan tinjauan literatur yang diperlukan[13], sehingga dapat diketahui pengaruh fluktuasi beban pada turbin Tesla[14]. Survei literatur digunakan sebagai acuan untuk menemukan solusi yang tepat ketika melakukan penelitian, Pengujian eksperimental turbin Tesla dengan beban[15] yang bervariasi antara lain jumlah cakram 4, 6 dan 8 dengan celah 0,3 mm, dilakukan di Institut Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Pengukuran yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengukuran putaran poros turbin Tesla dengan tachometer digital dan pengukuran gaya dengan neraca pegas[16].

B. Desain turbin tesla



Gambar 1. Disk turbin tesla

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil penelitian

Putaran sangat tergantung dengan kecepatan air dan tekanan air. Besaran torsi berbanding terbalik dengan putaran turbin. Debit air yang masuk pada casing turbin juga sangat berpengaruh terhadap torsi dan putaran. Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil penelitian studi lapangan yang dimulai dari desain, analisis, eksperimen yang berhubungan dengan data penelitian (variabel penelitian, uji kualitas alat, hasil pengujian dan pembahasan terhadap uji hipotesis) yang diuji secara eksperimental dengan menggunakan turbin yang dirancang secara *prototype*.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Penelitian

No	Jumlah Disk	Rpm	Torsi	Daya
1	4 Disk	240	6,125 Nm	153,86 Watt
2	6 Disk	140	6,125 Nm	89,75 Watt
3	8 Disk	107	6,125	68,59 Watt

B. Analisa hasil perhitungan

Berdasarkan data-data yang telah didapat pada tabel data, dengan menggunakan persamaan, diperoleh hasil perhitungannya yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Pengaruh jumlah disk terhadap torsi yang dihasilkan

Untuk mengetahui jumlah disk terhadap torsi yang diberikan terhadap putaran divariasikan 4 disk, 6 disk dan 8 disk, dan putaran turbin dengan sekian rpm.

$$f = m \cdot g \quad (1)$$

dimana :

m = massa (kg)

g = gaya gravitasi (9.8 m/s)

Massa diperoleh dari berat lengan brake atau alat pengereman untuk menentukan brake horse power (bhp) selang waktu pengujian sampai berhenti berputar.

$$t = f \cdot g \cdot l \quad (2)$$

dimana :

t = torsi (n/m)

f = gaya (n)

l = panjang lengan (m)

g = gravitasi (9,8 m/s²)

Torsi yang dihasilkan pada turin tesla dengan variasi 4 disk,6 disk dan 8 disk dengan beban 2,5 n/kg, sedangkan putaran 190 rpm dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} t &= f \cdot g \cdot l \\ &= 2,5 \times 9,8 \times 0,25 \\ &= 6,125 \text{ n/m} \end{aligned} \quad (3)$$

2. Daya pada turbin tesla

Berdasarkan asumsi analisa perhitungan torsi, proses analisa selanjutnya adalah menentukan brake horse power, dimana untuk menentukan hasil brake horse power, dengan menggunakan alat untuk pengereman pada saat turbin berputar, maka dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$p = \frac{2 \pi n t}{60} \quad (4)$$

dimana :

p = daya (watt)

n = putaran (rpm)

t = torsi (nm)

60 = waktu (detik)

Perhitungan daya dengan jumlah disk 4 yang memperoleh putaran 240 rpm

$$\begin{aligned} p &= \frac{2 \pi n t}{60} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 240 \times 6,125}{60} \\ &= \frac{9231,6}{60} \\ &= 153,86 \text{ watt} \end{aligned} \quad (5)$$

Perhitungan daya dengan jumlah disk 6 yang memperoleh putaran 140 rpm

$$\begin{aligned} p &= \frac{2 \pi n t}{60} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 140 \times 6,125}{60} \\ &= \frac{5385,1}{60} \\ &= 89,75 \text{ watt} \end{aligned} \quad (6)$$

Perhitungan daya dengan jumlah disk 8 yang memperoleh putaran 107 rpm

$$\begin{aligned} p &= \frac{2 \pi n t}{60} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 107 \times 6,125}{60} \\ &= \frac{4115,7}{60} \\ &= 68,59 \text{ watt} \end{aligned} \quad (7)$$

Semakin banyak jumlah disk semakin berat beban putar terhadap poros. Sehingga rpm yang dihasilkan semakin menurun putarannya. Sedangkan daya yang dihasilkan juga menurun.

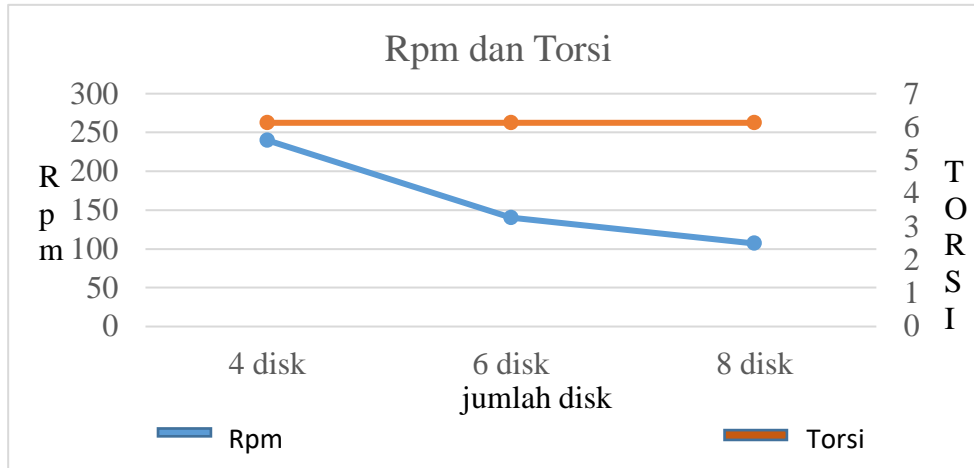
C. Pembahasan

Dengan selesainya melakukan pengujian dan pengolahan data pada torsi dan daya, maka diperoleh data-data real hasil perhitungan torsi dan daya dari turbin tesla. Torsi yang diperoleh dari pengujian yang bervariasi berbeda-beda. Dimulai dari kecepatan putaran turbin, torsi yang dihasilkan juga berbeda. Ketika start, putaran turbin pada jumlah

disk 4 langsung berputar kencang, berbeda dengan putaran pada jumlah disk 6 dan 8. Pada saat start, putaran tidak langsung kencang, karena beban yang didapat lebih berat.

1. Pengujian pertama

berdasarkan hasil pengujian dari hipotesis ini menunjukkan adanya pengaruh jumlah disk. Hasil pengujian yang pertama dengan jumlah disk 4, menunjukkan semakin ringan beban dari jumlah disk maka kecepatan putaran semakin tinggi, tetapi daya tinggi dan torsi yang dihasilkan stabil.



Gambar 2. Grafik Deskripsi Pengujian Pertama

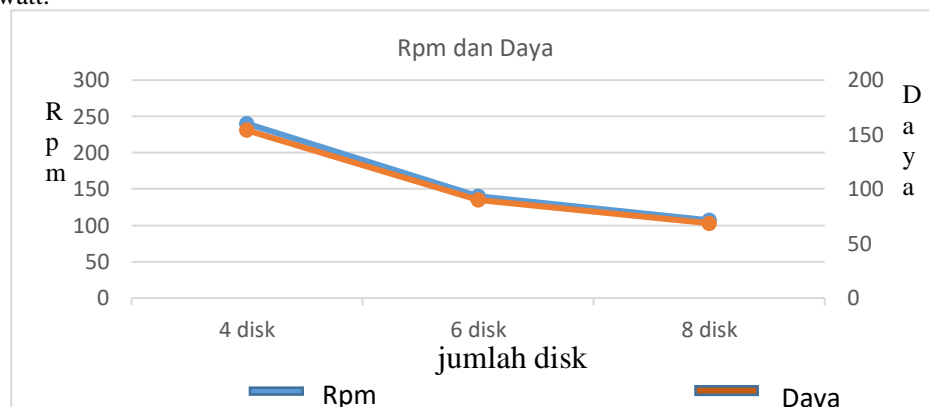
Berdasarkan hasil pengujian dari hipotesis pertama menunjukkan adanya pengaruh jumlah disk yang signifikan. Hasil pengujian yang pertama ini menunjukkan adanya pengaruh jumlah disk. Pengujian yang ini dengan beban jumlah disk 4, menunjukkan bahwa dikarenakan jumlah disk masih sedikit, maka putaran turbin terlihat kencang, daya yang dihasilkan 153,86 watt, torsi 6,125 n.

2. Pengujian kedua

Berdasarkan hasil pengujian dari hipotesis ketiga menunjukkan pengaruh jumlah disk yang signifikan dengan jumlah disk 6. Hasil pengujian yang kedua ini meneruskan dari pengujian yang pertama. Pada pengujian yang kedua ini menunjukkan bahwa, ada perubahan dari segi putaran turbin menurun, sedangkan torsi turbin stabil dan daya yang dihasilkan 89,75 watt.

3. Pengujian ketiga

Berdasarkan hasil pengujian dari hipotesis ketiga menunjukkan pengaruh jumlah disk yang signifikan dengan jumlah disk 8. Hasil pengujian yang ketiga ini meneruskan dari pengujian kedua. Pada pengujian yang ketiga ini menunjukkan bahwa, ada perubahan dari segi putaran turbin menurun, sedangkan torsi turbin stabil dan daya yang dihasilkan 68,98 watt.



Gambar 3. Grafik Deskripsi Pengujian Kedua dan Ketiga

IV. KESIMPULAN

Setelah saya melakukan penelitian meliputi perancangan dan modifikasi, saya mendapatkan pengetahuan tentang bagaimana mendesain dan memodifikasi turbin tesla, sehingga menjadi turbin yang dapat berputar dan menghasilkan energi sesuai yang diharapkan, sehingga sampai teruji kevalidannya. Pada bab ini dibahas tentang kesimpulan dan saran selama melakukan proses perancangan, modifikasi dan variasi jumlah disk turbin tesla yang ukurannya skala *prototype*.

A. Kesimpulan

Dari data yang didapatkan dari analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini dan hasil dari pengujian pada setiap variabel, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pembebanan yang diberikan berpengaruh terhadap rpm turbin yang dihasilkan.
2. Semakin banyak jumlah disk maka sedikit terjadi penurunan rpm turbin dan sebaliknya apabila semakin sedikit jumlah disk, maka putaran sedikit terjadi peningkatan rpm turbin.
3. Dari ketiga variabel jumlah disk, torsi yang dihasilkan stabil.
4. Semakin banyak jumlah disk maka sedikit terjadi penurunan daya yang dihasilkan, karena dipengaruhi rpm turbin dan sebaliknya, apabila semakin berkurangnya jumlah disk, maka terjadi sedikit peningkatan daya yang dihasilkan.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta para rekan aslab dan juga teman-teman yang telah membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] M. A. H. Ikhwanul Ikhsan, "Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Kincir Angin Tipe Propeller Pada Wind Tunnel Sederhana," 2018.
- [2] R. Trika Malikul Mulqi, "Pengujian Turbin Air Skripsi Pengesahan," 2019.
- [3] M. Zaini And M. Bachrudin, "Perancangan Sistem Monitoring Tegangan, Arus Dan Frekuensi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis Iot," 2020.
- [4] Adi Hartanto, "Analisis Torsi Dan Putaran Turbin Archimedes Terhadap Daya Keluaran," 2019.
- [5] Hizkia Patuan Silaen, "Analisa Perpindahan Panas Pada Evaporator Sistem Orc Skala Laboratorium," 2019.
- [6] N. Hidayah, A. Rizky Christiandava, F. Wajdi, R. Susanti, And A. Nurdiana, "Jurnal Proyek Teknik Sipil Esaco-Eco Sanitation Concept Dengan Filtrasi Fotokatalis N-Tio2 Kitosan Kolaborasi Turbin Tesla Sebagai Pic Power Plant," 2022. [Online]. Available: <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/potensi>
- [7] Steimel Asare, "Analisa Dan Pemilihan Pompa Untuk Fluida Kerja Sistem Orc Skala Laboartorium," 2019.
- [8] D. Wilayah Kecamatan Kudu Jombang, "Perancangan Turbin Air Dengan Kapasitas 7000 W Di Sungai Brantas," 2021.
- [9] Sumarno, "Analisa Rancang Bangun Turbin Tenaga Magnet Sederhana Sebagai Sumber Listrik Skala Rumah Tangga," 2019.
- [10] A. Herlina And M. Bachrudin, "Analisis Pengaturan Level Air Pada Degasifier Tank Unit 5 Dan 6 Paiton Menggunakan Metode Proportional Integratif Derivatif (Pid)," 2020.
- [11] Romanus Fonali Gulo, "Analisis Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap Dengan Tekana 700 Kpa Menggunakan Turbin Uap Tipe Tesla," 2023.
- [12] O. Z. Walalangi, "Rancang Bangun Turbin Tesla (Skala Model) Yang Menggunakan Tekanan Limbah Fluida Panas Bumi Di Area Geothermal Lahendong Oleh."
- [13] Sugeng Purwanto, "Perbandingan Pengaruh Modifikasi Penambahan Blade Lurus Pada Turbin Tesla Terhadap Putaran, Torsi, Daya Dan Efisiensi Turbin Dengan Validasi Hasil Menggunakan Ansys Cfx," 2022.
- [14] Yonanda Guntur Prasetyo, "Studi Experimental Pengaruh Variasi Tekanan Udara Dan Jarak Yang Dihasilkan Pada Model Prototipe Turbin Tesla Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik," 2019.
- [15] Apandi Romadhon Harahap, "Pengaruh Jumlah Bucket Terhadap Kinerja Prototype Turbin Pelton," 2018.
- [16] A. S. Mubarak, Y. Djeli, And D. Mugisidi, "Pengaruh Berat Bucket Terhadap Putaran Dan Torsi Pada Turbin Pelton," Vol. 2, 2017.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.