

PEMBUATAN TURBIN *VORTEX* DENGAN JUMLAH SUDU TIGA BILAH

Wisna Diningrat¹, Alvera Apridialianti Melkias², Rusmana³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : wisna.diningrat.tken19@polban.ac.id¹, alveramelkias@polban.ac.id², rusmana@polban.ac.id³

Abstrak

Indonesia memiliki banyak sungai yang memiliki potensi besar untuk menghasilkan energi listrik. Pemanfaatan aliran air dilakukan melalui pembangkit listrik yang skalanya lebih kecil dibanding PLTA. Jenis pembangkit listrik tenaga air tersebut ialah *microhydro* yang dapat menghasilkan energi listrik dengan teknologi yang lebih sederhana. Desa Cipancar Kabupaten Sumedang masih terdapat sungai yang memiliki aliran yang cukup deras dengan kecepatan 0.768 m/s dan kedalaman yang hanya pada kisaran 45 cm sampai 60 cm. Hal tersebut dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi yang dibangkitkan menggunakan turbin *vortex* yang termasuk klasifikasi turbin dengan *head* kurang dari 2 m. Penelitian ini membuat turbin *vortex* agar dapat diketahui besar efisiensi yang mampu dihasilkan turbin dari potensi air yang dimiliki sungai Cihonje. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara studi literatur dari beberapa referensi terkait topik tersebut, juga dengan studi lapangan terkait sungai Cihonje. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh nilai efisiensi tertinggi yang mampu dihasilkan turbin *vortex* tersebut yaitu sebesar 15.33% dengan daya mekanik sebesar 10.53 W dan daya hidrolis sebesar 73 W. Pada *head* 0.22 m mampu memutar turbin dengan putaran 298 rpm dengan torsi 0.34 Nm dan bisa untuk memutar generator putaran rendah dengan range putaran 250 – 300 rpm.

Kata kunci: turbin *vortex*, debit, efisiensi, daya mekanik, daya hidrolis

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan bagian terpenting dalam kehidupan masyarakat untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Penggunaan sumber energi fosil saat ini semakin besar seiring dengan meningkatnya kebutuhan yang membuat cadangan sumber energi fosil kian menipis. Ditambah dengan meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin pesat dengan diikuti permintaannya pun meningkat. Seperti yang diketahui energi listrik merupakan sumber energi utama yang banyak dimanfaatkan dan diperlukan oleh manusia. Salah satu faktor pendukung penting bagi kehidupan manusia di era ini yaitu energi listrik sebab banyaknya peralatan yang memerlukan listrik sebagai sumber energinya. Melihat permasalahan tersebut, diperlukan energi alternatif sebagai tindakan meminimalisir penggunaan energi fosil. Sumber energi terbarukan dapat dijadikan sebagai alternatif untuk mengurangi penggunaan energi fosil.

Potensi energi baru terbarukan yang dimiliki Indonesia cukup besar. Secara kondisi geografis, Indonesia memiliki banyak sungai yang memiliki potensi besar untuk menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan aliran air melalui pembangkit listrik yang skalanya lebih kecil dibanding PLTA. Jenis pembangkit listrik tenaga air tersebut ialah *microhydro* yang dapat menghasilkan energi listrik dengan teknologi yang lebih sederhana. Setiap daerah memiliki potensi sumber energinya masing-masing. Pada Gambar I.1 menunjukkan kondisi yang dimiliki

sungai Cihonje yang berada di desa Cipancar kabupaten Sumedang.

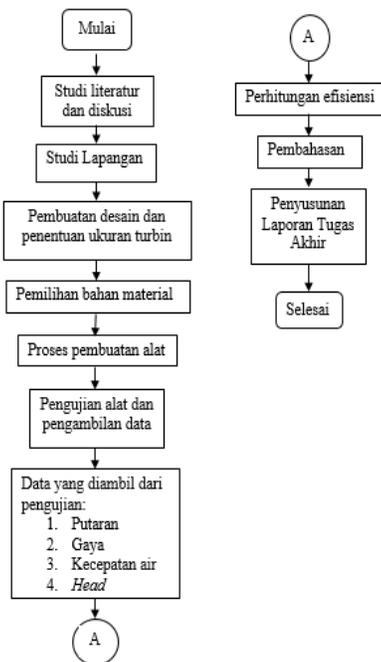


Gambar 1 Sungai Cihonje

Berdasarkan survei yang dilakukan, sungai Cihonje yang berada di Cipancar memiliki aliran yang cukup deras. Hal tersebut dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik yang dapat digunakan untuk menerangi sekitarnya. Walaupun kedalaman yang dimiliki sungai dangkal hanya berkisar 45 cm hingga 60 cm dengan lebar sungai mencapai 3 m, namun debit airnya mampu mencapai 1.152 m³/s. Melihat kondisi sungai Cihonje tersebut, maka jenis turbin yang dapat digunakan yaitu jenis turbin *vortex*.

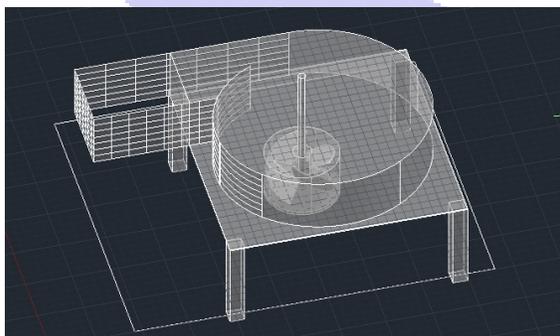
2. METODOLOGI

Metode penelitian digambarkan dalam flowchart berikut.



Gambar 2 Flowchart Metode Penelitian

3. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT



Gambar 3 Rancangan Alat

Sistem turbin vortex merupakan suatu teknologi baru yang memanfaatkan energi yang terkandung dalam pusaran air yang besar dengan diciptakan melalui perbedaan *head* yang rendah pada sungai. Pada turbin *vortex* memiliki komponen utama yang sama dengan turbin lainnya. Beberapa bagian komponen pada turbin *vortex* diantaranya yaitu rumah turbin, poros, sudu, dan bantalan (*bearing*).

3.1 Rumah Turbin

Rumah turbin berbentuk lingkaran yang terbuat dari *fiberglass* dengan diameter 48 cm dan tinggi 50 cm. Pada satu sisi memiliki saluran masuk yang disesuaikan dengan aliran air di sungai dan pada dasar bak terdapat lubang sebagai saluran keluarnya yang berdiameter 17 cm.



Gambar 4 Rumah Turbin

3.2 Poros

Poros turbin menggunakan bahan besi pejal dengan diameter 2 cm dan tinggi 75 cm. Poros turbin ditahan dengan menggunakan *bearing* yang berada di atas rumah turbin.



Gambar 5 Poros dan *bearing*

3.3 Sudu

Sudu turbin berjumlah 3 bilah yang ditempel tanpa lengkungan pada poros.



Gambar 6 Sudu turbin

3.4 Bantalan (*bearing*)

Bearing merupakan sebuah alas yang digunakan untuk mendukung kerja poros pada mesin dengan bantuan dari

bantalan yang sesuai dengan beban rendah. *Bearing* diletakkan di atas rumah turbin agar tidak terkena air.

3.5 Langkah Pengujian

Berikut merupakan langkah-langkah ketika akan melakukan pengujian turbin *vortex* di aliran sungai:

- Menyiapkan alat ukur yang digunakan yaitu *hand tachometer* untuk mengukur putaran dan timbangan pegas untuk mengukur besar gaya (F).
- Meletakkan turbin di sungai yang tidak riak.
- Pastikan kaki dudukan rumah turbin kokoh.
- Mengarahkan air sungai dengan membuat bendungan agar air masuk ke saluran masuk hingga *head* mencapai 22 cm.
- Ketika turbin sudah berputar, ukur kecepatan putaran tanpa beban.
- Mengukur gaya dengan menggunakan 2 buah timbangan pegas yang diikatkan menggunakan tali.
- Lingkarkan tali pada alur poros yang berputar.
- Mengatur beban yang diberikan dengan menarik 2 timbangan pegas secara bersamaan menggunakan 1 tangan agar berat tarikan yang diberikan sama besar.
- Ketika melakukan pembebanan, ukur putaran secara bersamaan.
- Lakukan pembacaan pada *tachometer* dan timbangan pegas.
- Pada perubahan beban yang diberikan, lakukan pengukuran putaran sebanyak tiga kali untuk mendapatkan data pengujian yang lebih akurat.
- Seiring melakukan pengukuran putaran dan beban, lakukan juga pengukuran kecepatan air yang masuk ke saluran masuk dengan menggunakan pipa dengan panjang 3.03 m dan memasukan bola kecil ke dalam pipa untuk mengukur waktu yang ditempuh bola melewati pipa tersebut.
- Setelah data didapatkan semua, maka selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menghitung besar efisiensi yang diperoleh dari setiap perubahan pembebanan.
- membuat kurva karakteristik hubungan antar parameter.
- Analisis dari kurva karakteristik yang telah dibuat.
- Mendapatkan kesimpulan dari hasil analisis dan perhitungan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan di Sungai Cihonje yang berada di Jalan Pagerbetis Desa Cipancar Kampung Karuhun Kecamatan Sumedang Selatan kabupaten Sumedang.

Setelah data telah diperoleh, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai efisiensi dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut:

- Menghitung kecepatan air

$$v = \frac{s}{t}$$

Dengan panjang penampang pipa 3.03 m

- Menghitung debit

$$Q = A \cdot v$$

- Menghitung daya hidrolik

$$Ph = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q$$

- Menghitung torsi

$$\tau = F \cdot r$$

- Menghitung daya mekanik

$$Pm = \tau \cdot \omega$$

- Menghitung efisiensi

$$\eta = \frac{Pm}{Ph} \times 100\%$$

4.2 Analisis hasil

4.2.1 Pengaruh Debit terhadap Daya Hidrolik

Pada Tabel 2 terdapat nilai debit dan daya hidrolik yang diperoleh berdasarkan nilai *head* dan kecepatan air yang didapatkan dari pengujian.

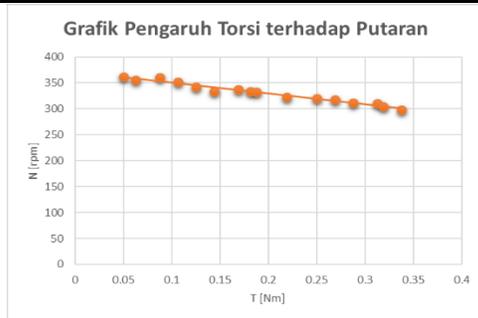


Gambar 7. Grafik Pengaruh Debit terhadap Daya Hidrolik

Banyaknya debit air yang masuk mempengaruhi besar daya hidrolik. Seperti yang terlihat pada Gambar 7 yang menunjukkan hubungan antara debit dengan daya hidrolik. Hubungan antara debit dengan daya hidrolik berbanding lurus. Daya hidrolik semakin besar seiring dengan bertambahnya debit air. Nilai daya hidrolik tertinggi yaitu sebesar 80.34 W dengan debit air sebesar 0.0365 m³/s. Nilai daya hidrolik terendah yaitu sebesar 68.70 W dan nilai debit terendah yaitu sebesar 0.0312 m³/s.

4.2.2 Pengaruh Torsi terhadap Putaran

Pada Gambar 8 di atas dapat dilihat hubungan putaran berbanding terbalik dengan torsi. Putaran semakin kecil seiring bertambahnya nilai torsi. Pada pembebanan yang dilakukan nilai putaran tertinggi yaitu sebesar 362 rpm ketika nilai torsinya terendah dengan nilai 0.05 Nm.



Gambar 8. Grafik Pengaruh Torsi terhadap Putaran
 Besar nilai torsi yang tertinggi senilai 0.3375 Nm menghasilkan putaran terendah pada pengujian yaitu hanya 298 rpm. Hal tersebut terjadi dikarenakan adanya gesekan yang terjadi pada tali yang dilingkarkan pada alur poros yang berputar, dengan diberikannya pembebanan akan mempengaruhi putaran. Semakin besar pembebanan akan membuat gaya gesek yang terjadi antara tali dengan poros semakin besar pula yang membuat putarannya menjadi lebih rendah. Pada persamaan berikut tertulis bahwa:

$$P_m = \tau \cdot \omega$$

Dimana kecepatan sudut (ω) diperoleh dari

$$\omega = 2\pi \frac{n}{60}$$

Pada kedua persamaan tersebut terlihat hubungan kecepatan sudut dengan putaran berbanding lurus dan hubungan torsi dengan kecepatan sudut berbanding terbalik. Hal tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara torsi dengan kecepatan putaran adalah berbanding terbalik.

4.2.3 Grafik Pengaruh Daya Mekanik terhadap Efisiensi

Pada Gambar 9 menunjukkan hubungan daya mekanik berbanding lurus dengan besar efisiensi. Semakin besar daya mekanik yang mampu dihasilkan turbin, maka nilai efisiensinya akan semakin besar pula.

$$\eta = \frac{P_m}{P_h} \times 100\%$$

Pada persamaan tersebut menunjukkan bahwa nilai efisiensi sebanding dengan daya mekanik.



Gambar 9. Grafik Pengaruh Daya Mekanik terhadap Efisiensi

Nilai kecepatan putaran pada beban nol yaitu sebesar 388 rpm merupakan nilai tertinggi yang mampu dihasilkan pada turbin tersebut. Dilihat pada dimensi ukuran saluran buangan yang berdiameter 17 cm dan diameter turbin yaitu 14 cm. Hal tersebut menunjukkan terdapat jarak sebesar 1.5 cm antara turbin dengan saluran buangan. Celah tersebut membuat air mengalir ke saluran buangan namun tidak mendorong sudu turbin terlebih dahulu.

5. KESIMPULAN

Turbin *vortex* dengan jumlah sudu tiga bilah telah berhasil dibuat dan sudah dilakukan pengujian di Sungai Cihonje Desa Cipancar Kabupaten Sumedang. Hasil pengujian dan pengolahan data diperoleh nilai efisiensi tertinggi yaitu sebesar 15.33% dengan daya mekanik sebesar 10.53 W dan putaran 298 rpm.

Daftar Pustaka

- Arief Muliawan., A. Y. (2016). Analisis Daya dan Efisiensi Turbin Air Kinetis Akibat Perubahan Putaran Runner. *Journal of Sainstek*, 8(1), 1-9.
- Dietzel, F. (1990). Turbin Pompa dan Kompresor. Jerman.
- Gatot Suwoto., S. (2018). PEMBUATAN TURBIN VORTEX DENGAN SUDU PIPA BELAH TIGA DENGAN SUDUT KEMIRINGAN SUDU 45°. *Jurnal Teknik Energi*, 14, 72-77.
- Himran, S. (2017). Turbin Air - Teori & Dasar Perencanaan.
- Mulyono, A. A. (2020). ANALISA PERFORMANSI TURBIN VORTEX. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*, 58-66.
- Prasetyo, W. D. (2018). Rancang Bangun Turbin Vortex Skala Kecil dan Pengujian Pengaruh Bentuk Penampang Sudu Terhadap Daya. Yogyakarta.
- Siloho, Belly. (2014). Rancang Bangun Turbin *Vortex* dengan *Casing* Berpenampang Spiral yang Menggunakan Sudu Diameter 32 Cm pada 3 Variasi Jarak Antara Sudu dan Saluran Keluar. Medan.
- Tri Rachmanto., Y. J. (n.d.). Pengaruh Variasi Saluran Masuk Terhadap Aliran Vortex Pada Basin Turbin Vortex.

BAN