

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan pembangkit yang menghasilkan listrik dengan mengkonversi energi air. Proses konversi energi tersebut membutuhkan mesin-mesin konversi yang saling berkaitan. Salah satu mesin konversi yang digunakan adalah turbin air. Turbin mengkonversi energi potensial air yang menghantam runner kemudian dikonversi menjadi energi mekanik pada poros turbin dan kemudian energi mekanik berubah menjadi energi listrik pada generator. Jenis turbin air yang dipakai pada PLTA adalah turbin Francis, Kaplan, *Crossflow*, Pelton dan sebagainya.

Turbin yang sering digunakan pada PLTA di Indonesia adalah Turbin Francis. Turbin Francis beroperasi pada *Head* menengah sampai tinggi dengan dua cara penempatan poros yakni vertikal dan horizontal. Turbin tersebut merupakan salah satu jenis turbin reaksi dengan prinsip kerja mengubah seluruh energi air yang ada menjadi energi kinetik. Pada turbin reaksi aliran air yang masuk dalam keadaan bertekanan kemudian mengalir masuk ke celah sudu dan memutar baling-baling secara maksimal sesuai debit aliran yang masuk ke dalam rumah turbin. (Tim PPPPTK BMTI, 2015).

Pengoperasian turbin pada suatu pembangkit berlangsung secara terus menerus dikarenakan kebutuhan pasokan listrik yang ada juga berlangsung sama. Penggunaan secara kontinyu ini tidak lepas dari suatu permasalahan. Salah satu permasalahan yang ada adalah fenomena kavitasi. Kavitasi merupakan sebuah peristiwa menguapnya zat cair yang sedang mengalir akibat penurunan tekanan, sehingga tekanan tersebut di bawah tekanan uap jenuhnya (Sularso & Tahara, 2009). Fenomena ini tentunya mengganggu pada kinerja turbin, hal tersebut dapat menimbulkan getaran berlebih pada mesin hingga abrasi pada sudu turbin yang menyebabkan turunnya efisiensi dan rusaknya komponen-komponen turbin.

Grekula & Bark (2001) melakukan eksperimen mengenai efek erosi dari terjadinya kavitas yang terjadi pada *runner* sebuah turbin dengan menggunakan bantuan *software fluent 6.1*. Erosi pada sebuah runner paling banyak terjadi pada sisi isap, di area tersebut ditemukan abrasi pada permukaan *runner* yang disebabkan oleh kavitas. Avellan *et. al* (2008) melakukan penelitian menggunakan sebuah model turbin kecil yang dipasangkan alat *particle image velocimetry* (PIV) untuk mendeteksi kecepatan *vortex* yang terjadi di dalam pipa lepas. Penelitian tersebut melakukan analisis pengaruh bilangan Thoma ( $\sigma$ ) terhadap diameter *vortex* yang terjadi di dalam *draft tube*. Hasil yang diperoleh menyebutkan semakin besar bilangan Thoma ( $\sigma$ ) maka semakin kecil diameter *vortex* yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena perubahan tekanan aksial yang signifikan dalam celah uap di dalam pusaran. Fenomena kavitas pada turbin air dapat diketahui melalui angka Thoma ( $\sigma$ ). Suatu turbin dirancang dengan kondisi kerja tertentu dan memiliki angka Thoma ( $\sigma$ ) kritis sebagai batasan. Jika nilai Thoma ( $\sigma$ ) aktual pada pengoperasian melebihi nilai Thoma ( $\sigma$ ) kritis dapat dianulir bahwa turbin air tersebut terjadi kavitas dan sebaliknya (Dixon, 1998).

Nuswantoro dan Slamet (2013) mengkaji mengenai pengaruh bukaan *guide vane* pada *head* tertentu juga mempengaruhi tingkat kavitas. Variabel kontrol yang dipakai dalam penelitiannya yaitu bukaan *guide vane* 8 mm, 10 mm dan 12 mm. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa pada bukaan *guide vane* terbesar yaitu 12 mm menunjukkan tingkat kavitas yang besar mulai dari putaran 200 rpm hingga 2000 rpm, nilai Thoma ( $\sigma$ ) terbesar berada pada 0,087. Debit air juga berpengaruh pada nilai kavitas yang ada. Semakin besar debit yang mengalir pada suatu turbin semakin besar kavitas yang ada. Hasil penelitian di PLTA Sutami menunjukkan kavitas terbesar terjadi pada debit tertinggi dengan nilai 0,17912598 dengan debit air 33,4% (Arifin, 2017). Gohil dan Saini (2019) menjabarkan melalui *software* Autodesk Inventor bahwa turbin Francis vertikal mengalami kehilangan efisiensi maksimum pada nilai *suction head* yang tinggi dengan jumlah kavitas yang rendah. Laju kavitas akan meningkat secara linier dari aliran yang kecil dan amplitudo tinggi dibawah frekuensi rendah telah ditemukan pada sebagian beban. Hal ini dapat menyebabkan *fatigue* selama waktu

pengoperasian turbin. Menurut Putra dkk. (2021) dalam penelitiannya juga menyatakan nilai kavitasi yang terjadi pada Turbin Francis mesin unit 3 di PLTA Batang Agam tergantung pada bukaan sudu atur dan debit air yang masuk. Semakin besar bukaan sudu atur dan debit air yang masuk semakin besar kavitasi yang terjadi. Koefisien kavitasi terendah ditemukan pada 0,106414 dengan debit  $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ , sedangkan koefisien kavitasi terbesar terjadi dengan nilai 0,111157 pada debit air  $4,8 \text{ m}^3/\text{s}$ .

PLTA Timo merupakan salah satu sub unit pembangkit listrik tenaga air milik PT. Indonesia Power Mrica *Power Generation Unit* dengan daya output sebesar 12 MW. Daya tersebut dihasilkan oleh 3 Unit mesin yang menggunakan 3 Turbin Francis poros horizontal. PLTA Timo beroperasi sejak tahun 1962 menggunakan skema penampungan air melalui kolam tando yang kemudian dialirkan melalui pipa pesat ke *power house*. Pada tahun 2022 PLTA Timo mengadakan Inspeksi Tahunan (*Annual Inspection*) mesin unit 1, 2, dan 3. Namun setelah inspeksi tahunan penggunaan mesin tidak seimbang dikarenakan adanya beberapa masalah pada unit 2 dan 3. Mesin unit 1 bekerja paling lama dibanding dengan dua unit mesin lainnya. Mesin unit 1 mengalami penurunan unjuk kerja yang disebabkan beberapa faktor, diantaranya adalah penggunaan debit air yang berubah-ubah, elevasi air kolam yang berubah-ubah dan tingkat kavitasi pada turbin yang dioperasikan. Kavitasi berdampak besar pada perbaikan performa dan efisiensi yang dilakukan oleh perusahaan. Kerusakan yang diakibatkan oleh kavitasi menyebabkan hambatan pada kinerja turbin dan tentunya merugikan perusahaan di bagian produksi listrik serta biaya *maintenance* yang bertambah. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terkait faktor penyebab turunnya kinerja pada turbin Francis unit 1 di PLTA Timo. Penelitian dilakukan dengan menghitung dan menganalisis daya yang dibangkitkan dan tingkat kavitasi terhadap perbedaan beban yang dioperasikan, sehingga bisa mengetahui seberapa besar dampak yang ditimbulkan. Penelitian ini diharapkan menjadi acuan untuk meningkatkan performa mesin dalam pembangkitan daya listrik yang optimal.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang yang disampaikan, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut ini.

- a. Bagaimana kinerja Turbin Francis Unit 1 di PLTA Timo?
- b. Bagaimana tingkat kavitas yang terjadi ditinjau dari hubungan antara bukaan *guide vane* dengan koefisien kavitas?
- c. Bagaimana pengaruh tingkat kavitas terhadap unjuk kinerja Turbin Francis Unit 1 di PLTA Timo?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan yang harus dicapai. Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

- a. Menganalisis daya yang dihasilkan mesin unit 1 di PLTA Timo.
- b. Menganalisis tingkat kavitas yang terjadi berdasarkan hubungan antara kecepatan spesifik dan koefisien kavitas.
- c. Menganalisis pengaruh kavitas terhadap kinerja Turbin Francis.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut ini.

- a. Sebagai referensi dalam peningkatan performa Turbin Francis di PLTA Timo.
- b. Sebagai acuan antisipasi awal dalam pengoperasian mesin di PLTA Timo.
- c. Sebagai sumber literatur pengembangan peningkatan performa Turbin Francis untuk penelitian selanjutnya.

## 1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan pembahasan. Batasan-batasan masalah yang tidak di bahas dalam penelitian adalah sebagai berikut ini.

- a. Tidak melakukan pengujian pada mesin unit 2 dan 3.
- b. Tidak melakukan pengukuran terhadap suhu air.
- c. Tidak melakukan penggantian pada *runner*.