

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pendingin merupakan suatu kesatuan yang memiliki peran vital dalam proses pendinginan komponen mesin yang bergesekan, seperti *bearing-bearing* pada turbin dan generator di pembangkit listrik. Tujuan utama dari sistem pendingin adalah untuk mengurangi panas berlebih yang timbul akibat gesekan dan beban mekanis, sehingga peralatan dapat beroperasi secara optimal, andal, serta memiliki umur pakai yang lebih panjang. Sistem pendingin yang tidak bekerja secara optimal dapat menyebabkan akumulasi panas pada *bearing* yang berdampak pada penurunan kualitas pelumasan dan keandalan operasi unit pembangkit (Nelwan & Salman., 2019).

Di PLTA Tonsealama, sistem pendingin yang digunakan mengandalkan media air dengan konfigurasi *open loop*. Air pendingin bersumber dari *penstock* (pipa pesat), melewati filter atau saringan, mengalir ke *cooler bearing* turbin dan generator, kemudian dibuang ke saluran *draft tube* dan *tailrace*. Sistem pendingin terbuka memiliki keunggulan dari sisi konstruksi yang sederhana dan kemudahan aliran, namun kinerjanya sangat dipengaruhi oleh kualitas air sumber yang digunakan sebagai media pendingin (Hakim et al., 2020).

Permasalahan krusial yang dihadapi PLTA Tonsealama adalah kualitas air pendingin yang berasal dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Tondano, yang mengandung lumpur, pasir halus, serta sampah rumah tangga. Selain itu, Danau Tondano sebagai sumber energi primer PLTA Tonsealama juga mengalami pendangkalan dan penumpukan sampah di kolam pengumpul. Kondisi ini meningkatkan potensi masuknya material asing ke dalam sistem pendingin. Meskipun telah dilengkapi dengan *filter duplex*, partikel berukuran kecil dan endapan lumpur sering kali lolos dari proses penyaringan atau bahkan menyebabkan penyumbatan pada *filter* itu sendiri. Material asing tersebut dapat menimbulkan pengotoran (*fouling*) pada saluran pendingin sehingga menurunkan efektivitas perpindahan panas (Muammar et al., 2022).

Akumulasi endapan tersebut mengakibatkan penyumbatan pada saluran air pendingin, khususnya pada sistem pendinginan *Bearing 2* dan *Bearing 3* Mesin Unit 2 PLTA Tonsealama. Berdasarkan data operasional, gangguan pada sistem air pendingin telah terjadi beberapa kali, di antaranya pada 05 Oktober 2021 (pukul 10.10 WITA, beban 2,5 MW) dan 08 Oktober 2021 (pukul 17.13 WITA, beban 3,2 MW), yang disebabkan oleh sumbatan pada saluran pendingin. Dampak yang lebih serius terjadi pada 06 Desember 2021 (pukul 16.51 WITA), ketika penyumbatan pada sistem pendingin *Bearing 3* menyebabkan Unit 2 mengalami penurunan beban (*derating*) dari kondisi operasi normal 3,5 MW menjadi 2 MW.

Ketika penyumbatan terjadi, debit aliran air pendingin menurun sehingga kemampuan sistem dalam menyerap panas dari *bearing* menjadi tidak optimal. Kondisi ini menyebabkan peningkatan temperatur *bearing* yang dapat mengganggu kelangsungan operasi mesin. Peningkatan temperatur *bearing* yang signifikan berisiko merusak lapisan babbitt, menurunkan kualitas pelumasan oli, serta mempercepat keausan *bearing* dan komponen pendukung lainnya (Pratama et al., 2023).

Pemeliharaan yang memerlukan penghentian operasi unit berpotensi menimbulkan kerugian yang signifikan. Dalam sistem jaringan 70 kV, penghentian Unit 2 PLTA Tonsealama berdampak pada penurunan suplai daya yang memengaruhi pola operasi PLTA Tanggari I dan II serta meningkatkan Biaya Pokok Produksi (BPP) akibat perlunya pengoperasian PLTD Bitung sebagai pembangkit penyeimbang. Selain itu, strategi pemeliharaan yang masih mengandalkan penghentian unit menyebabkan tingginya frekuensi gangguan pembangkit dan kerugian produksi energi listrik (kWh).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu upaya perbaikan sistem pendingin yang mampu menjaga kontinuitas operasi unit. Oleh karena itu, penulis mengusulkan inovasi melalui modifikasi dan penambahan sistem *flushing* atau *backwash* pada saluran sistem pendingin *bearing* turbin Mesin Unit 2 PLTA Tonsealama. Sistem *flushing* yang dimodifikasi diharapkan dapat memungkinkan proses pembersihan saluran air pendingin dilakukan secara *online* tanpa harus menghentikan operasi mesin.

Sistem pendingin berfungsi menjaga suhu *bearing* turbin berada pada kondisi normal operasi, yaitu pada kisaran 35°C hingga 45°C. Namun, data gangguan historis menunjukkan bahwa sebelum penerapan modifikasi sistem *flushing*, penyumbatan pada saluran *heat exchanger* menyebabkan temperatur *bearing* meningkat hingga mencapai 50°C–70°C. Temperatur tersebut berada di atas batas aman operasi dan berpotensi menimbulkan kerusakan serius pada material *bearing* serta sistem pelumasan.

Pendekatan modifikasi sistem *flushing* ini sejalan dengan upaya peningkatan keandalan sistem pendingin melalui perubahan pola pemeliharaan dari *offline maintenance* menjadi *online maintenance*, sehingga pembersihan saluran pendingin dapat dilakukan tanpa menghentikan unit pembangkit (Nelwan & Salman, 2019). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi kinerja sistem pendingin *bearing* turbin Unit 2 PLTA Tonsealama melalui analisis pengaruh modifikasi sistem *flushing*, guna meningkatkan keandalan unit dan meminimalkan kerugian operasional akibat gangguan sistem pendingin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, didapatkan rumusan masalah untuk pembahasan pada modifikasi ini yaitu :

1. Bagaimana kondisi awal sistem pendingin *bearing* turbin mesin unit 2 PLTA Tonsealama sebelum dilakukannya modifikasi sistem *flushing*?
2. Bagaimana hasil modifikasi sistem *flushing* pada sistem pendingin *bearing* turbin mesin unit 2 PLTA Tonsealama?
3. Bagaimana pengaruh sistem *flushing* terhadap kinerja sistem pendingin *bearing* turbin mesin unit 2 PLTA Tonsealama?

1.3 Tujuan

Melihat rumusan masalah di atas, modifikasi ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui bagaimana kondisi awal sistem pendingin *bearing* turbin mesin unit 2 PLTA Tonsealama sebelum dilakukan modifikasi sistem *flushing*.
2. Mengetahui hasil modifikasi sistem *flushing* pada sistem pendingin *bearing* turbin mesin unit 2 PLTA Tonsealama.
3. Mengetahui pengaruh terhadap optimasi sistem pendingin *bearing* turbin mesin unit 2

PLTA Tonsealama setelah dilakukannya modifikasi sistem *flushing*.

1.4 Manfaat

Dengan dilakukannya modifikasi ini, manfaat yang di dapatkan sebagai berikut:

1. Mempermudah dalam proses pemeliharaan (pembersihan saluran air pendingin *bearing*)
2. Menjadikan pemeliharaan dapat dilakukan secara *online* tanpa stop mesin
3. Dengan adanya modifikasi penambahan sistem *flushing* yang dilakukan penulis ini dapat menjadi referensi bagi unit pembangkit lainnya untuk diterapkan.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, untuk mendapat hasil yang diharapkan maka penulis membatasi pembahasan dengan membuat ruang lingkup masalah sebagai berikut :

1. Sistem air pendingin yang diterapkan pada mesin unit 2 PLTA Tonsealama
2. Keandalan dan kesiapan operasi mesin unit 2 PLTA Tonsealama