

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Data statistik ketenagalistrikan Indonesia tahun 2019 edisi No 33 tahun anggaran 2020 menunjukkan bahwa kebutuhan listrik nasional dari tahun ke tahun selalu meningkat. Peningkatan kebutuhan listrik ini didasarkan pada meningkatnya konsumsi listrik per kapita pada tahun 2019 sebesar 1.08 GWh dari tahun sebelumnya yakni sebesar 1.06 GWh. Listrik nasional bersumber dari beberapa jenis pembangkit listrik, salah satu pembangkit listrik yang paling dominan dalam memenuhi kebutuhan konsumsi listrik nasional adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan persentase 43.64 % dari total keseluruhan pembangkit listrik yang beroperasi [1].

Permasalahan yang sering terjadi dalam unit PLTU ini yaitu kegagalan *start* pada saat unit PLTU akan dioperasikan. Dengan demikian perlu dilakukan evaluasi kinerja komponen pembangkit untuk mengetahui *lifetime* komponen dan perkiraan waktu suatu komponen untuk dilakukan perawatan ataupun pergantian komponen [2]. Sistem kerja PLTU sangat bergantung kinerja dari struktur bilah turbin uap. Bilah turbin uap mengalami pembebanan tekanan, termal, dan sentrifugal secara kontinu yang dapat menyebabkan gagal lelah pada struktur bilah turbin uap dan penurunan kekuatan mekanik dari struktur bilah turbin uap, sehingga mengakibatkan terganggunya fungsional dari keseluruhan sistem kerja turbin uap [3].

Lebih dari 90% kegagalan peralatan komponen mesin disebabkan oleh gagal lelah. Oleh karena itu, kegagalan lelah harus dipertimbangkan terutama dalam perancangan komponen mekanik yang mengalami pembebanan dinamik yang cukup besar [4]. Analisis kegagalan bilah turbin uap bertujuan untuk meningkatkan keandalan sistem turbin uap secara umum. Beberapa hasil penelitian telah menunjukkan bahwa bilah tekanan rendah dari turbin uap umumnya lebih rentan terhadap kegagalan dari bilah tekanan menengah dan tekanan tinggi [5]. Salah satu permasalahan yang sering ditemukan pada bilah turbin uap adalah retak dan patahnya bilah tingkat 1 (L-1) pada

turbin uap tekanan rendah (*low-pressure turbines*) yang sering ditemukan pada sistem pembangkit tenaga uap (PLTU) [6].

Sejumlah peneliti dan insinyur telah menemukan bahwa kelelahan siklus tinggi dihasilkan karena tekanan yang berfluktuasi pada resonansi menyebabkan masalah kegagalan bilah tingkat 1 (L-1) pada turbin uap tekanan rendah [7]. Pada suatu kasus lapangan ditemukan kegagalan pada struktur bilah turbin uap tingkat 1 (L-1) tekanan rendah, ditemukan retak pada struktur bilah turbin tingkat 1 (L-1) tekanan rendah pada posisi retak yang hampir sama dan mengalami patah yang berjumlah 12 bilah.

Untuk mengidentifikasi kondisi yang terjadi pada bilah turbin uap tersebut dibuat pemodelan dengan menggunakan model elemen hingga pada struktur bilah turbin uap tingkat 1 (L-1) tekanan rendah yang digunakan dalam menganalisis frekuensi pribadi dan modus getar serta dilakukan analisis pembebanan terhadap retak dan patah yang terjadi pada struktur bilah turbin uap L-1 tekanan rendah [8].

Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisis dinamik dari struktur bilah turbin uap tingkat 1 (L-1) tekanan rendah dengan menggunakan *software* MSC Patran/Nastran 2019. Karakteristik dinamik dari bilah turbin uap berupa frekuensi pribadi dan modus getar serta pengaruh pembebanan yang meliputi gaya sentrifugal, termal, dan tekanan yang digunakan untuk mengamati distribusi tegangan yang terjadi pada struktur bilah turbin uap tingkat 1 (L-1) tekanan rendah.

1.2 Perumusan Masalah

Retak yang terjadi pada struktur bilah turbin uap tingkat 1 (L-1) tekanan rendah dengan posisi yang hampir sama yang berjumlah 12 bilah mengakibatkan menurunnya kekakuan sehingga frekuensi pribadi menurun dan bentuk modus getar yang berubah. Pembebanan yang terjadi pada struktur bilah turbin uap tingkat 1 (L-1) meliputi gaya sentrifugal, termal dan tekanan digunakan untuk mengamati distribusi tegangan yang bekerja pada struktur bilah turbin uap tingkat 1 (L-1) tekanan rendah. Retak mengakibatkan inersia penampang pada struktur berkurang sehingga tegangan yang bekerja pada struktur menjadi meningkat. Analisis statik yang didapatkan akan digunakan dalam mengamati dan mengidentifikasi distribusi tegangan untuk

memprediksi penyebab kegagalan pada struktur bilah turbin uap tingkat 1 (L-1) tekanan rendah.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh karakteristik dinamik meliputi frekuensi pribadi dan modus getar dari bilah tingkat 1 (L-1) pada turbin uap tekanan rendah kapasitas 2 x 200 MW PLTU Pangkalan Susu dengan kondisi tanpa retak dan retak menggunakan *software* MSC Patran/Nastran 2019.
2. Memperoleh distribusi tegangan yang bekerja pada bilah tingkat 1 (L-1) pada turbin uap tekanan rendah dengan kondisi tanpa retak dan retak akibat pengaruh pembebanan gaya sentrifugal, termal dan tekanan menggunakan *software* MSC Patran/Nastran 2019.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah untuk memprediksi penyebab kegagalan akibat pembebanan yang terjadi pada struktur bilah tingkat 1 (L-1) pada turbin uap tekanan rendah.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini dilakukan beberapa asumsi dan batasan permasalahan sebagai berikut:

1. Material homogen dan isotropik.
2. Distribusi temperatur dan tekanan merata pada seluruh bilah turbin uap.
3. Sambungan antar bilah turbin uap dan hub sempurna serta hub penghubung bilah turbin uap kaku sempurna.
4. Sistem getaran linier.
5. Pengaruh perubahan jumlah elemen diabaikan.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun atas lima bab dengan pembahasannya masing-masing. Pada bab pertama memaparkan tentang latar belakang, tujuan, manfaat, batasan masalah dan

sistematika penulisan. Selanjutnya pada bab kedua dijelaskan tentang kajian yang relevan yang berkaitan dengan penelitian meliputi bilah turbin uap tekanan rendah, analisis getaran, tegangan dan model elemen hingga. Kemudian pada bab ketiga dijelaskan tentang langkah-langkah pembuatan model struktur bilah turbin uap tingkat 1 (L-1) tekanan rendah dengan *software* SolidWorks 2019 dan proses pengambilan data penelitian yang akan dilakukan dengan menggunakan *software* MSC Patran/Nastran 2019. Selanjutnya bab keempat berisi tentang hasil dan pembahasan serta bab kelima merupakan kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini.

