

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Data statistik ketenagalistrikan Indonesia tahun 2018 edisi No 32 tahun anggaran 2019, bahwa kebutuhan listrik nasional dari tahun ke tahun selalu meningkat. Peningkatan kebutuhan listrik ini didasarkan pada meningkatnya konsumsi listrik per kapita pada tahun 2018 sebesar 1.06 GWH dari tahun sebelumnya yakni sebesar 1.02 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 42.34 % 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, karena bilah turbin uap mengalami pembebanan siklik serta pembebanan sentrifugal secara kontinu sehingga mengakibatkan kelelahan pada struktur bilah turbin, yang menyebabkan menurunkan sifat mekanik dari bilah turbin, mengakibatkan terganggunya fungsional dari keseluruhan sistem kerja turbin uap [3].

Lebih dari 90% dari semua kegagalan peralatan komponen mesin disebabkan oleh kelelahan. Oleh karena itu, kelelahan harus dipertimbangkan terutama ketika merancang komponen yang memiliki pembebanan yang sangat besar seperti bilah turbin uap [4]. Analisa kegagalan bilah turbin bertujuan untuk meningkatkan kehandalan sistem turbin 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].

Bilah turbin uap tidak dibebaskan dari kegagalan dan kerusakan oleh desain atau operasi, di antara kegagalan yang paling menonjol adalah tingkat getaran yang tinggi, pergerakan rotor atau uap yang berlebihan [6]. Beberapa permasalahan yang dominan pada bilah turbin uap ditemukan kegagalan pada bilah turbin tingkat 4 (L-1) yang terjadi secara umum pada sistem kerja PLTU [7].

Sejumlah peneliti dan insinyur telah menemukan bahwa kelelahan siklus tinggi dihasilkan karena tekanan yang tinggi pada resonansi menyebabkan masalah kegagalan pada bilah turbin uap tingkatan 4 (L-1) [7]. Pada suatu kasus lapangan ditemukan kegagalan pada struktur bilah turbin uap tingkat 1 (L-1) tekanan rendah, ditemukan retak pada struktur bilah turbin L-1 pada posisi retak yang hampir sama dan mengalami perambatan retak.

Para peneliti telah melakukan berbagai analisis tentang proses terjadinya kegagalan fatik pada bilah LP turbin. Posisi retak dan patah tidak saja terjadi pada akar bilah, tetapi juga pada berbagai posisi bilah, sebagai contoh seperti yang terlihat pada Gambar 1.1. Disamping itu, patahan juga terjadi hampir di semua kelompok (stage) bilah.



Gambar 1. 1. Posisi kegagalan pada bilah [8][9]

Retakan awal (initial crack) yang ditemukan pada bilah berasal dari beberapa mekanisme, antara lain munculnya korosi pada material bilah [10], *pitting corrosion* [11], erosi karena masuknya partikel asing [12], dan erosi partikel karena terjadinya kavitasi [8]. Mekanisme tersebut diperkirakan para peneliti yang menjadi penyebab

retakan atau patahan dapat terjadi tidak hanya di akar bilah, tetapi juga di bagian sisi yang lain.

Retakan yang terjadi kemudian menjalar sampai terjadi fraktur disebabkan oleh berbagai mekanisme. Beberapa peneliti telah meneliti pengaruh getaran dalam bentuk frekuensi pribadi dan modus getar terhadap penjalaran retakan [13][14] dan tekanan uap yang bekerja pada permukaan bilah [15], dan efek resonansi pada putaran kritis dari turbin [6], [16]. Sementara penjalaran retakan juga dipengaruhi oleh karakteristik material bilah. Penjalaran retakan dipengaruhi oleh *mechanical integrity* yang mengalami penurunan akibat terjadinya korosi [9], 2015, dan penurunan faktor intensitas tegangan [17].

Untuk mengidentifikasi kondisi yang terjadi pada bilah turbin uap tersebut dibuat pemodelan metode elemen hingga pada struktur bilah turbin uap L-1 tekanan rendah yang digunakan dalam menganalisis frekuensi pribadi dan modus getar dan pengaruhnya terhadap retak dan perambatan retak yang terjadi pada struktur bilah turbin uap L-1 tekanan rendah [18]. Sehingga dapat dilakukan pemantauan (*monitoring*) pada bilah turbin uap.

Pada laporan proyek ini dibahas tentang frekuensi dan modus getar dari bilah turbin tingkat 4 (L-1) tekanan rendah dengan menggunakan perangkat lunak ANSYS. Karakteristik dinamik dari bilah turbin berupa frekuensi pribadi, modus getar, dari bilah sebelum dan sesudah mengalami keretakan dan perambatannya.

1.2 Tujuan

Tujuan dari diskusi yang disampaikan dalam laporan teknik ini adalah :

1. Memodelkan frekuensi pribadi, modus getar dan respon dinamik dari satu bilah turbin uap tingkat 4 (L-1)
2. Mengamati pengaruh adanya keretakan dan perambatannya terhadap frekuensi pribadi, modus getar dan respon dinamik dari bilah turbin tunggal.

1.3 Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah untuk memperoleh metode untuk pemantauan (*monitoring*) kondisi struktur mekanik pada sistem perawatan prediktif sehingga dapat memprediksi awal kerusakan bilah turbin uap tingkat 4 (L-1) tekanan rendah.

1.4 Batasan Masalah

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

1. Material homogen, sambungan antar bilah dan hub sempurna .
2. Distribusi temperatur dan tekanan merata pada seluruh bilah.
3. Hub penghubung bilah turbin kaku sempurna.
4. Sistem getaran linear.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan teknik ini terdiri atas lima bab. Penulisan diawali dengan bab pertama meliputi pendahuluan yang berisikan latar belakang, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika yang digunakan dalam penulisan. Bab kedua berisi tinjauan pustaka yang penjelasan mekanika fraktur, faktor intensitas tegangan, faktor ketangguhan retak, gaya dan distribusi tekanan pada bilah turbin, kasus kegagalan pada bilah turbin uap, kegagalan fatik, metode elemen hingga, getaran dan analisis modal. Bab ketiga berisikan metodologi penelitian yang berisikan langkah-langkah yang akan dilakukan selama penelitian dan menggunakan beberapa paket *software* ANSYS. Bab keempat berisi pembahasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Bab kelima berisi kesimpulan dan penutup.