

**ANALISIS KEGAGALAN BILAH TINGKAT 4 PADA TURBIN
UAP TEKANAN RENDAH MELALUI PEMODELAN DINAMIK
(KASUS PLTU PANGKALAN SUSU)**

LAPORAN TEKNIK

*Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Profesi pada
Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur Program Pascasarjana*

MEIFAL RUSLI
NIM. 2241612087

PEMBIMBING:

Ir. Insannul Kamil, Ph.D, IPM, ASEAN Eng.



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN PROFESI INSINYUR
SEKOLAH PASCASARJANA, UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2023**

ABSTRACT

One type of failure that is often found in steam turbines is the occurrence of cracks and fatigue fractures in several turbine parts, especially turbine blades. This failure occurs due to dynamic loading which is initiated by a defect or crack. The case observed in this report was the occurrence of cracks in several low-pressure (LP) turbine blades at the Pangkalan Susu PLTU, especially at stage 4 (L-1). The turbine blade has a blade length of 500 mm and cracks were found on several blades at a distance of between 317 mm and 334 mm from the blade foot. And the crack starts and propagates on the same side.

This report discusses the analysis of natural frequencies, vibration modes, and stresses that occur due to the dynamic response of turbine blades in good condition and cracks with varying crack lengths due to propagation. The crack position was at a height of 325 from the root of the blade, with crack length variations of 10 mm, 12 mm, 14 mm, 16 mm, 18 mm, and 20 mm. Analysis was carried out using the Finite Element Method (FEM) programming package.

Initial cracks can occur across the blade surface due to several mechanisms, such as corrosion, erosion due to solid particles, and cavitation. However, the initial cracks or defects propagating across several parts of the turbine blade do not all spread, except in parts where the stress is very large. Therefore, the dynamic response of the blade determines the position where the crack can propagate. In this case, quite large stresses act in the side area at a distance of 30 mm – 120 mm and 280 mm – 325 mm from the foot or root of the blade. This position confirms the position of the cracks found on some of the blades in this case. The contribution of dynamic loads in crack propagation increases with increasing crack length. Crack propagation causes a decrease in the natural frequency of the blade and can approach the operating frequency of the turbine, which causes the blade vibration response to increase. Increasing the vibration response will directly increase the stress acting on the crack. This phenomenon causes cracks to propagate faster and can propagate evenly across the blade.

ABSTRAK

Salah satu bentuk kegagalan yang banyak ditemukan pada turbin uap adalah munculnya keretakan dan patah lelah pada beberapa bagian turbin, khususnya bilah-bilah turbin. Kegagalan ini yang terjadi akibat pembebanan dinamik yang diawali oleh muncul cacat atau retakan. Kasus yang diamati dalam laporan ini adalah terjadinya retakan pada beberapa bilah turbin tekanan rendah pada PLTU Pangkalan Susu, khususnya pada stage ke 4 (L-1). Bilah turbin tersebut memiliki panjang bilah 500 mm dan retak ditemukan pada beberapa bilah dengan jarak antara 317 mm sampai 334 mm dari kaki bilah. Dan retak dimulai dan menjalar pada sisi yang sama.

Pada laporan ini akan dibahas tentang analisis frekuensi pribadi, modus getar dan tegangan yang terjadi akibat respon dinamik dari bilah turbin dalam kondisi baik dan mengalami keretakan dengan panjang retak bervariasi akibat penjalaran. Posisi retak berada pada ketinggian 325 dari kaki/root dari bilah, dengan variasi panjang retak 10 mm, 12 mm, 14 mm, 16 mm, 18 mm, dan 20 mm. Analisis dilakukan dengan menggunakan paket pemrograman *Finite Element Method* (FEM).

Retakan awal dapat terjadi di seluruh permukaan bilah karena beberapa mekanisme, seperti korosi, erosi karena masuknya partikel asing dan kavitasi. Namun retak atau cacat awal yang tersebar di beberapa bagian bilah turbin tidak semuanya menjalar, kecuali pada bagian dimana tegangan yang terjadi sangat besar. Oleh karena itu respon dinamik dari bilah sangat menentukan posisi dimana retakan dapat menjalar. Pada kasus ini, tegangan yang cukup besar bekerja di daerah sisi dengan jarak 30 mm – 120 mm dan 280 mm – 325 mm dari kaki atau root bilah. Posisi ini mengkonfirmasi posisi retak yang ditemukan pada beberapa bilah pada kasus ini. Kontribusi beban dinamik dalam penjalaran retak semakin besar dengan semakin besarnya panjang retakan. Penjalaran retakan menyebabkan turunnya frekuensi pribadi dari bilah dan dapat mendekati frekuensi operasi dari turbin, yang mengakibatkan respon getaran bilah menjadi meningkat. Meningkatnya respon getaran secara langsung akan menaikkan tegangan yang bekerja pada retakan. Fenomena ini menyebabkan retakan menjalar semakin cepat, dan dapat merata di seluruh bilah.