

ANALISIS GETARAN MEKANIKAL DAN UMUR KELELAHAN (FATIGUE LIFE) POROS TURBIN KAPLAN BERDASARKAN VARIASI MATERIAL MENGGUNAKAN METODE NUMERIK

Akbar Maulana Yusuf

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respons getaran mekanik dan ketahanan lelah (*fatigue*) pada poros turbin Kaplan dengan membandingkan tiga jenis material, yaitu *Stainless Steel* 304, *Stainless Steel* 316L, dan CA6NM. Fenomena getaran dan beban siklik merupakan faktor kritis yang dapat memicu kegagalan struktural pada poros turbin akibat fluktuasi beban hidrodinamika. Metodologi yang digunakan adalah simulasi numerik berbasis *Finite Element Analysis* (FEA) menggunakan perangkat lunak ANSYS untuk evaluasi statis dan *fatigue*, serta Scilab/Xcos untuk analisis dinamika getaran lateral. Hasil simulasi menunjukkan bahwa material CA6NM memiliki performa paling unggul dengan putaran kritis tertinggi sebesar 427,8 RPM dan amplitudo getaran terendah di bawah 0,035 mm. Hal ini didukung oleh *damping ratio* internal CA6NM sebesar 1,5% yang 50% lebih tinggi dibandingkan material austenitik lainnya. Sementara itu, seluruh material dinyatakan aman secara struktural karena nilai tegangan *Von-Mises* maksimum ($\pm 18,6$ MPa) berada jauh di bawah batas luluh masing-masing material. Penelitian ini menyimpulkan bahwa CA6NM adalah material yang paling direkomendasikan untuk menjamin stabilitas dimensi dan integritas struktural jangka panjang pada poros turbin Kaplan

Kata kunci : *Hydraulic Kaplan Turbine, Fatigue, Getaran Mekanik, Metode Numerik, CA6NM, Scilab*

MECHANICAL VIBRATION AND FATIGUE LIFE ANALYSIS OF A KAPLAN TURBINE SHAFT BASED ON MATERIAL VARIATIONS USING NUMERICAL METHODS

Akbar Maulana Yusuf

ABSTRACT

This research aims to analyze the mechanical vibration response and fatigue resistance of Kaplan turbine shafts by comparing three types of materials: Stainless Steel 304, Stainless Steel 316L, and CA6NM. Vibration phenomena and cyclic loading are critical factors that can trigger structural failure in turbine shafts due to hydrodynamic load fluctuations. The methodology employed is numerical simulation based on Finite Element Analysis (FEA) using ANSYS software for static and fatigue evaluation, and Scilab/Xcos for lateral vibration dynamics analysis. Simulation results indicate that CA6NM material exhibits superior performance with the highest critical speed of 427.8 RPM and the lowest vibration amplitude below 0.035 mm. This is supported by CA6NM's internal damping ratio of 1.5%, which is 50% higher than other austenitic materials. Meanwhile, all materials are declared structurally safe as the maximum Von-Mises stress values (± 18.6 MPa) are far below their respective yield strengths. This study concludes that CA6NM is the most recommended material to ensure dimensional stability and long-term structural integrity of Kaplan turbine shafts.

Kata kunci : *Hydraulic Kaplan Turbine, Fatigue, Mechanical Vibration, Numerical Methods, CA6NM, ANSYS, Scilab.*