

TUGAS AKHIR

SIMULASI NUMERIK PENENTUAN FAKTOR INTENSITAS TEGANGAN DI UJUNG RETAK PADA PLAT DAN POROS KARENA BEBAN TARIK, BENDING ATAU TORSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Pendidikan

Tahap Sarjana

OLEH:

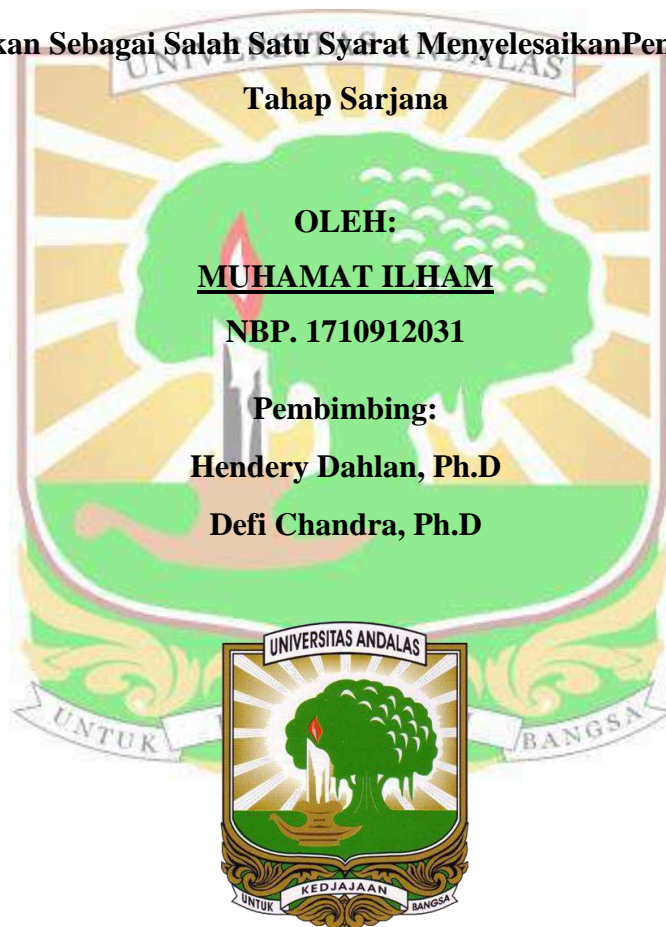
MUHAMAT ILHAM

NBP. 1710912031

Pembimbing:

Hendery Dahlan, Ph.D

Defi Chandra, Ph.D



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG

2024

ABSTRACT

Very high stress concentrations can cause cracks in the plate and shaft during the loading process. Apart from loads, the cause of high-stress concentrations is the geometric shape of the structure or the presence of cracks in the structure. Cracks in the plate and shaft components can affect the service life of the shaft or plate so that the load received by the component structure fails and does not comply with the planned design. The seriousness and extent of cracks can be evaluated through fracture mechanics analysis. One of the fracture mechanics analyses of cracks is using the stress intensity factor to characterize the stress state at the tip of the crack. MSC Nastran is a finite element analysis (FEA) software used to simulate and analyze the behaviour of structures under different loading conditions. It is a finite element (FE) based software and is widely used for structural design analysis. MSC Nastran can simulate complex models with a large number of elements and meshes and provides a variety of analysis capabilities, such as linear and nonlinear static analysis, dynamic analysis, heat transfer analysis, and others. From the simulation results, the maximum stress intensity factor (K_I) value for a plate specimen with a thickness of $c = 10$ mm, with a tensile load of 300 N for a crack length of $a = 100$ mm, is $2.584E-4$ MPa.(mm)^(1/2) while the minimum (K_I) is for a plate thickness $c = 50$ mm, with a tensile load of 100 N, for a crack length $a = 60$ mm is $5.224E-5$ MPa.(mm)^(1/2). Where the maximum stress intensity factor of each specimen displays as it gets closer to the crack tip and from the simulated specimens, it is known that the highest stress intensity factor distribution value is at node 969 or the node that is correct at the crack tip. Meanwhile, in the simulation of shaft specimens with a uniform crack length of 10 mm, the maximum (SIF) value is found at crack depth $c = 20$ mm, at a tensile load of 300 N, there is a significant change in K_I (opening mode), namely $9.501E-2$ MPa.(mm)^(1/2), at a bending load of 300 N, a significant change occurs in K_2 (shearing mode), namely 4.512 MPa.(mm)^(1/2), while at a torque load of 3000 N.m, there is a significant change in K_3 (tearing mode), namely 97.801 MPa.(mm)^(1/2). So, it can be concluded that the K_I value for the tensile load will increase with the magnitude of the load. For K_2 , it will be more significant as the bending load increases. For K_3 , it will be more significant as the torsional moment increases. K_I will increase as the crack size

increases, and the maximum SIF is at the crack tip. For the same load, the greater the a/c ratio, the higher the KI value. This indicates that long and deep cracks have a high risk of failure.

Keywords: *Crack, stress intensity factor, MSC Nastran software*



ABSTRAK

Retak pada plat dan poros dapat disebabkan oleh konsentrasi tegangan yang sangat tinggi pada saat proses pemberian beban. Selain beban, penyebab konsentrasi tegangan tinggi adalah bentuk geometri dari struktur atau terdapatnya retak pada struktur tersebut. Retak yang ada pada komponen plat dan poros dapat mempengaruhi usia pemakaian dari poros atau plat, sehingga beban yang diterima oleh struktur komponen mengalami kegagalan dan tidak sesuai dengan desain yang direncanakan. Tingkat keseriusan dan luasnya retakan dapat dievaluasi melalui analisis mekanika perpatahan, salah satu analisis mekanika perpatahan pada retak yaitu menggunakan faktor intensitas tegangan untuk mengkarakterisasi keadaan tegangan di ujung retakan. MSC Nastran adalah perangkat lunak analisis elemen hingga (FEA) yang digunakan untuk mensimulasikan dan menganalisis perilaku struktur dalam kondisi pembebanan yang berbeda. Ini adalah perangkat lunak berbasis *finite element* (FE) dan banyak digunakan untuk analisis desain struktural. MSC Nastran dapat mensimulasikan model kompleks dengan sejumlah besar elemen dan mesh, dan menyediakan berbagai kemampuan analisis, seperti analisis statis linier dan nonlinier, analisis dinamis, analisis perpindahan panas, dan lain lain. Dari hasil simulasi didapatkan nilai faktor intensitas tegangan (K1) maksimum pada spesimen plat ketebalan $c = 10$ mm, dengan beban tarik 300 N untuk panjang retak $a = 100$ mm, adalah $2,584E-4 \text{ MPa}\cdot\text{mm}^{1/2}$, sementara (K1) minimum ada pada plat ketebalan $c = 50$ mm, dengan beban tarik 100 N, untuk panjang retak $a = 60$ mm adalah $5,224E-5 \text{ MPa}\cdot\text{mm}^{1/2}$. Dimana faktor intensitas tegangan maksimum dari setiap spesimen menampilkan semakin mendekati ujung retak dan dari spesimen yang disimulasikan, diketahui bahwa nilai distribusi faktor intensitas tegangan yang tertinggi adalah pada node 969 atau node yang berada tepat di ujung retak. Sementara pada simulasi spesimen poros dengan panjang retak a diseragamkan 10 mm, nilai (SIF) maksimum terdapat pada kedalaman retak $c = 20$ mm, pada beban tarik 300 N terjadi perubahan yang signifikan pada K1 (*opening mode*), yaitu $9,501E-2 \text{ MPa}\cdot\text{mm}^{1/2}$, pada beban bending 300 N perubahan signifikan terjadi pada K2 (*shearing mode*), yaitu $4,512 \text{ MPa}\cdot\text{mm}^{1/2}$, sementara pada beban torsi 3000 N.m terjadi perubahan signifikan pada K3 (*tearing mode*),

yaitu $97,801 \text{ MPa.mm}^{1/2}$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai K_1 pada beban tarik akan semakin besar seiring besarnya pembebanan. Untuk K_2 akan semakin besar seiring besarnya pembebanan bending. Untuk K_3 akan semakin besar seiring besarnya momen puntir. K_I akan semakin besar seiring besarnya ukuran retak, dan SIF maksimum berada pada ujung retak. Untuk pembebanan yang sama, semakin besar rasio a/c maka nilai K_I semakin tinggi. Ini menandakan retak memanjang dan dalam memiliki resiko yang tinggi mengalami kegagalan

Kata Kunci: Retak, faktor intensitas tegangan, perangkat lunak MSC Nastran

