

INTISARI

Jembatan *bowstring* atau jembatan tali busur merupakan jembatan pelengkung di mana gaya horizontal pelengkung ditahan oleh elemen tarik (*tie*) yang membentang antara kedua ujung pelengkung dan gaya vertikal struktur utama dipikul oleh elemen penggantung, yang mana bersifat fleksibel. Jembatan Mandomai, jembatan pedestrian tipe *bowstring* yang dibangun dengan material kayu ulin, dirobohkan pada 2021 silam dan akan direkonstruksi dengan mempertahankan keasliannya. Dengan fleksibilitas yang cukup tinggi, maka dapat menimbulkan permasalahan stabilitas, terutama terhadap beban dinamis karena dapat menyebabkan terjadinya respons getaran yang berlebihan sehingga dapat menimbulkan ketidaknyamanan. Berangkat dari permasalahan tersebut, perlu dilakukan analisis terhadap dampak dari beban dinamis yang timbul selama masa layan, yaitu beban hidup dan angin dinamis, terhadap kenyamanan penggunaan dalam masa layan jembatan.

Untuk mengevaluasi respons struktur terhadap beban hidup dinamis, pemodelan numerik dilakukan pada perangkat lunak Midas Civil, sedangkan beban angin dinamis, pemodelan numerik dilakukan pada perangkat lunak ANSYS Fluent. Dalam evaluasi beban hidup dinamis, parameter yang divariasikan adalah frekuensi gerak (1.8 – 2 Hz untuk pejalan kaki dan 2.26 Hz untuk joring) dan jumlah pengguna dalam satu waktu. Jumlah pengguna didefinisikan dengan aksi tunggal (pedestrian dan joring) dan kerumunan pengguna (variasi densitas). Untuk mengevaluasi beban angin dinamis, parameter yang divariasikan adalah sudut serang angin terhadap struktur dek, yaitu -3° hingga $+3^\circ$ dengan interval 1° , untuk memperoleh frekuensi vorteks.

Hasil simulasi numerik Midas Civil menunjukkan bahwa pada aksi tunggal pedestrian (rentang frekuensi gerak 1.8 – 2 Hz) menghasilkan percepatan komponen vertikal dengan nilai maksimal pada rentang $0.3097 - 0.2632 \text{ m/s}^2$. Sedangkan pada aksi joring (frekuensi gerak 2.26 Hz), menunjukkan percepatan komponen vertikal dengan nilai 1.0220 m/s^2 . Pada aksi kerumunan, percepatan maksimal terjadi pada densitas 1.5 orang/m^2 dengan percepatan vertikal yang dihasilkan adalah 0.2087 m/s^2 . Keseluruhan gerak yang didefinisikan tidak menghasilkan percepatan lateral yang signifikan. Seluruh skenario pembebanan dinamis, kecuali joring, memenuhi batas kenyamanan jembatan (0.5 m/s^2). Kemudian, hasil simulasi numerik ANSYS Fluent menunjukkan bahwa frekuensi vorteks tertinggi berada pada nilai 0.928 Hz. Dengan formulasi numerik, diperoleh bilangan Strouhal pada struktur dek sebesar 0.0178 serta kecepatan angin kritis terjadinya osilasi vorteks adalah 36.6551 m/s . Dapat dikatakan bahwa Jembatan Mandomai tidak mengalami fenomena osilasi vorteks selama masa layan.

Kata kunci: jembatan *bowstring* kayu ulin pedestrian, percepatan struktur, kenyamanan jembatan, frekuensi vorteks, osilasi vorteks.

ABSTRACT

A bowstring bridge is an arch bridge characterized by a tension tie that resists the horizontal thrust of the arch, spanning between its ends. The main structure's vertical forces are supported by flexible hangers. The Mandomai Bridge, a pedestrian bowstring bridge constructed from ironwood, was dismantled in 2021 and is slated for reconstruction while preserving its original design. Given its inherent flexibility, concerns regarding structural stability, particularly under dynamic loading conditions, may arise. Excessive vibrational response due to dynamic loads can lead to user discomfort. Consequently, a comprehensive analysis of the impact of dynamic service loads, specifically live loads and dynamic wind, on user comfort during the bridge's operational lifespan is imperative.

To assess the structural response to dynamic live loads, numerical modeling was conducted utilizing Midas Civil software. For dynamic wind loads, numerical simulations were performed using ANSYS Fluent software. In the evaluation of dynamic live loads, the varied parameters included movement frequency (1.8 – 2 Hz for pedestrians and 2.26 Hz for jogging) and the instantaneous number of users. User presence was defined by individual actions (pedestrians and jogging) and crowd scenarios (varying densities). To evaluate dynamic wind loads, the wind angle of attack on the deck structure varied from -3° to $+3^\circ$ in 1° increments to determine the vortex frequency.

The Midas Civil numerical simulation results indicated that for single pedestrian action (movement frequency range 1.8 – 2 Hz), the maximum vertical component acceleration ranged from 0.3097 m/s^2 to 0.2632 m/s^2 . For jogging action (movement frequency 2.26 Hz), the vertical component acceleration reached 1.0220 m/s^2 . In crowd scenarios, the peak acceleration occurred at a density of 1.5 persons/m^2 , yielding a vertical acceleration of 0.2087 m/s^2 . Notably, none of the defined movements produced significant lateral acceleration. All dynamic loading scenarios, except for jogging, conformed to the established bridge comfort limit of 0.5 m/s^2 . Furthermore, the ANSYS Fluent numerical simulation results demonstrated that the highest vortex frequency was 0.928 Hz. Through numerical formulation, a Strouhal number of 0.0178 was derived for the deck structure, with a critical wind speed for the onset of vortex-induced oscillation calculated at 36.6551 m/s . These findings suggest that the Mandomai Bridge is unlikely to experience vortex-induced oscillation phenomena during its service life.

Keywords: *ironwood pedestrian bowstring bridge, structural acceleration, bridge comfort, vortex frequency, vortex-induced oscillation.*