

Peningkatan jumlah jembatan di Indonesia mendorong kebutuhan akan metode yang efisien dan akurat dalam mengevaluasi kondisi struktural jembatan tanpa mengganggu lalu lintas. Salah satu tipe struktur yang makin banyak digunakan adalah jembatan dengan sistem *Steel Box Girder* (SBG), yang rentan terhadap berbagai permasalahan seperti korosi, sambungan las yang melemah, beban berlebih, dan keterbatasan pemeliharaan. Metode pengujian getaran alami menjadi alternatif penting karena dapat memberikan informasi mengenai kekakuan dan integritas struktur melalui analisis frekuensi alami. Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat lunak berbasis FFT *Heatmap* guna mempermudah proses analisis data getaran jembatan, serta menyusun persamaan empiris sebagai acuan awal estimasi frekuensi alami jembatan SBG dengan *continuous span*.

Perangkat lunak disusun secara mandiri menggunakan VBA *Excel* dan mengadopsi metode segmentasi frekuensi terhadap waktu menggunakan pendekatan *Short-Time Fourier Transform* (STFT). Software ini divisualisasikan dalam bentuk heatmap, yang memungkinkan pengguna untuk mendeteksi perubahan frekuensi dominan secara lebih intuitif dan visual dibandingkan metode FFT konvensional. Validasi dilakukan dengan pengujian statik dan dinamik pada jembatan SBG FO Aloha serta pengamatan data SHMS pada beberapa jembatan SBG Bukaka. Selain itu, dilakukan pemodelan numerik menggunakan SAP2000 untuk membandingkan data aktual dengan hasil analisis struktur, serta digunakan sebagai dasar dalam penyusunan persamaan empiris.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan mampu menggambarkan frekuensi lapangan dengan selisih hanya 0,55%, yang mengindikasikan kondisi jembatan sangat baik. Proses analisis juga makin praktis dengan bantuan software FFT *Heatmap*. Persamaan empiris yang berhasil dikembangkan adalah, untuk *continuous 2* bentang maka frekuensi berkisar 120 s.d. 150 / Lmax, dengan Lmax merupakan panjang bentang maksimal pada jembatan. Sementara untuk *continuous 3* bentang maka frekuensi berkisar 125 s.d. 155 / Lmax,. Persamaan ini mampu merepresentasikan karakteristik dinamik jembatan SBG continuous. Secara keseluruhan, metode yang digunakan dalam penelitian ini mempermudah proses pemeriksaan kondisi jembatan berstruktur steel box girder.

Kata kunci: uji statik dinamik, steel box girder curved continuous, frekuensi heatmap, penilaian kondisi jembatan.

The increasing number of bridges in Indonesia has raised the need for efficient and accurate methods to assess the structural condition of bridges without disrupting ongoing traffic. One of the structural types that is increasingly being used is the Steel Box Girder (SBG) bridge, which is vulnerable to various issues such as corrosion, weakened welded joints, overloading, and limited maintenance. Ambient vibration testing has emerged as an important alternative, as it provides information on the stiffness and structural integrity of the bridge through the analysis of its natural frequency. In this context, this study aims to develop software based on FFT Heatmap to facilitate the analysis of bridge vibration data and to formulate an empirical equation for estimating the natural frequency of continuous span SBG bridges.

The software was independently developed using VBA Excel and adopts a time-frequency segmentation method based on the Short-Time Fourier Transform (STFT). The output is visualized in the form of a heatmap, enabling users to detect dominant frequency changes more intuitively and visually than with conventional FFT methods. Validation was carried out through static and dynamic testing on the SBG FO Aloha bridge and by observing SHMS data from several SBG Bukaka bridges. In addition, numerical modeling using SAP2000 was conducted to compare actual data with the structural analysis results, which also served as a basis for the development of the empirical equation.

The results show that the developed model was able to represent field frequency data with only a 0.55% deviation, indicating that the bridge is in very good condition. The analysis process was also made more practical through the support of the FFT Heatmap software. The empirical formula successfully developed in this research is, for continuous with 2 span, the frequency can be represented as 120 up to $150 / L_{max}$ where L_{max} is the maximum individual span length in the bridge. Whereas for continuous with 3 span, the frequency can be represented as 125 up to $155 / L_{max}$. This equation accurately represents the dynamic characteristics of continuous SBG bridges with a maximum deviation of $\pm 11\%$. Overall, the methods used in this study simplifies the process of condition assessment for steel box girder bridges.

Keywords: *static dynamic test, steel box girder curved continuous, heatmap frequency, bridge condition evaluation.*