

## INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi dinamis struktur jembatan box girder beton dengan bentang 40 meter, menggunakan teknologi *Structural Health Monitoring System* (SHMS) yang dilengkapi dengan akselerometer berakurasi tinggi. Fokus utama penelitian adalah identifikasi parameter modal penting, termasuk frekuensi alami, rasio redaman, dan mode bentuk, yang diperoleh melalui metode *Operasional Modal Analysis* (OMA). Untuk keperluan tersebut, dua teknik identifikasi modal diterapkan, yaitu *Stochastic Subspace Identification* (SSI) dan *Fast Fourier Transform* (FFT). Data respons dinamis dikumpulkan secara *real-time* dalam empat sesi waktu berbeda untuk merekam variasi eksitasi alami akibat lalu lintas kendaraan yang melintasi jembatan. Pengambilan data pada berbagai waktu diharapkan memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang perilaku dinamis jembatan dalam kondisi operasional nyata. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode SSI yang diimplementasikan menggunakan perangkat lunak Python (PyOMA) berhasil mengidentifikasi mode getar dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hal ini dibuktikan dengan perbedaan frekuensi mode pertama yang sangat kecil ketika dibandingkan dengan hasil FFT, yaitu berkisar antara 0,00% hingga 0,51%. Selain itu, kesesuaian hasil SSI PyOMA dengan perangkat lunak lain yang relevan juga menunjukkan perbedaan yang minimal, yaitu antara 0,00% hingga 1,04%. Data yang diperoleh konsisten dengan pemodelan numerik yang menunjukkan deviasi kurang dari 3%. SSI PyOMA mampu mengidentifikasi mode getar dari mode pertama hingga keempat dan menghasilkan nilai redaman yang sesuai dengan standar teknis yang berlaku. Meskipun terdapat beberapa deviasi akibat tingginya tingkat noise pada data, secara keseluruhan metode SSI PyOMA terbukti efektif dan andal untuk estimasi parameter dinamis jembatan. Keandalan metode ini sangat bermanfaat dan penting dalam mendukung pengambilan keputusan untuk strategi pemeliharaan infrastruktur yang berkelanjutan.

Kata kunci: SHMS, OMA, *Fast Fourier Transform* (FFT), *Stochastic Subspace Identification* (SSI)

### **ABSTRACT**

*This study aims to analyze the dynamic condition of a 40-meter span concrete box girder bridge structure using a Structural Health Monitoring System (SHMS) equipped with high-precision accelerometers. The main focus of the research is the identification of key modal parameters, including natural frequencies, damping ratios, and mode shapes, obtained through the Operational Modal Analysis (OMA) method. For this purpose, two modal identification techniques were applied, namely Stochastic Subspace Identification (SSI) and Fast Fourier Transform (FFT). Dynamic response data were collected in real-time during four different sessions to capture variations in natural excitation caused by vehicle traffic crossing the bridge. Data collection at various times is expected to provide a more comprehensive depiction of the bridge's dynamic behavior under real operational conditions. The analysis results show that the SSI method implemented using Python software (PyOMA) successfully identified vibration modes with high accuracy. This is demonstrated by the very small difference in the first mode frequency compared to the FFT results, ranging from 0.00% to 0.51%. Additionally, the consistency between SSI PyOMA results and other relevant software also showed a minimal difference, ranging from 0.00% to 1.04%. The data obtained were consistent with numerical modeling, showing deviations of less than 3%. SSI PyOMA was capable of identifying vibration modes from the first to the fourth mode and produced damping values in accordance with applicable technical standards. Although some deviations occurred due to the high noise level in the data, overall, the SSI PyOMA method proved to be effective and reliable for estimating the dynamic parameters of the bridge. The reliability of this method is highly beneficial and important in supporting decision-making for sustainable infrastructure maintenance strategies*

*Keywords: SHMS, OMA, Fast Fourier Transform (FFT), Stochastic Subspace Identification (SSI)*