UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Kajian Karakter Getaran Ambient Jembatan Rangka Dengan Metode Pengukuran Dan Pemodelan : Studi
Kasus Jembatan Cipendawa**
Daffa Agil Saputra, Angga Fajar Setiawan, S.T., M.Eng., P.Hd.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Pemeliharaan pada infrastruktur jembatan membutuhkan metode yang cepat dan efisien. Uji konvensional seperti *Static Load Test* dan *Forced Vibration Test* memerlukan penutupan jalan dan memakan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik dinamik aktual, khususnya frekuensi alami, pada Jembatan Cipendawa (tipe *steel truss*) menggunakan metode pengujian non-destruktif *Ambient Vibration Test* (AVT). Selain itu, penelitian ini juga membandingkan nilai frekuensi alami aktual hasil lapangan dengan frekuensi alami teoretis dari hasil pemodelan numerik untuk menilai kondisi aktual jembatan.

Pengujian lapangan dilakukan dengan merekam respons getaran ambien struktur menggunakan delapan unit sensor akselerometer, yang terdiri dari enam sensor satu-sumbu dan dua sensor tiga-sumbu. Data sinyal getaran diolah ke dalam ranah frekuensi menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform* (FFT) berdasarkan bahasa pemrograman, dan frekuensi alami ditentukan melalui metode *Peak Picking*. Selanjutnya, pemodelan numerik tiga dimensi disusun melalui perangkat lunak pemodelan numerik. Iterasi model (*model updating*) dilakukan dengan menyesuaikan parameter kekakuan sambungan (*moment release*), beban tambahan, serta kondisi tumpuan hingga memperoleh perilaku dinamik yang paling relevan dengan kondisi lapangan aktual.

Hasil pengujian menunjukkan frekuensi alami vertikal Jembatan Cipendawa sebesar 1,81 Hz untuk Mode 1, 4,57 Hz untuk Mode 2, dan 7,39 Hz untuk Mode 3. Melalui analisis *model updating*, model numerik terpilih (Model 18) menghasilkan frekuensi teoretis sebesar 1,75 Hz (Mode 1), 4,74 Hz (Mode 2), dan 7,13 Hz (Mode 3). Perbandingan data aktual dan numerik menunjukkan selisih yang sangat kecil, yakni secara berurutan -2,90%, 3,90%, dan -3,40%. Hasil evaluasi ini menyimpulkan bahwa Jembatan Cipendawa masih tergolong dalam tingkat kerusakan ringan atau non-struktural. Penurunan minor pada kekakuan struktur tersebut diindikasikan akibat umur layanan, beban operasional berkala, dan efek pengerasan (*cross-linking*) pada tumpuan karet elastomer.

Kata kunci: Frekuensi Alami, *Ambient Vibration Test*, *Fast Fourier Transform*, Jembatan Rangka Baja

Kajian Karakter Getaran Ambient Jembatan Rangka Dengan Metode Pengukuran Dan Pemodelan : Studi
Kasus Jembatan Cipendawa
Daffa Agil Saputra, Angga Fajar Setiawan, S.T., M.Eng., P.Hd.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Maintenance of bridge infrastructure requires rapid and efficient methods. Conventional testing such as Static Load Test and Forced Vibration Test generally requires road closures and is highly time-consuming. Therefore, this study aims to identify the actual dynamic characteristics, specifically the natural frequencies, of the Cipendawa Bridge (a steel truss bridge) using a non-destructive method known as the Ambient Vibration Test (AVT). Furthermore, this research compares the actual natural frequencies obtained from field measurements with the theoretical natural frequencies derived from numerical modelling to assess the current condition of the bridge.

Field testing was conducted by recording the ambient vibration responses of the structure using eight accelerometer units, consisting of six uniaxial sensors and two triaxial sensors. The vibration signal data was processed into the frequency domain using the Fast Fourier Transform (FFT) algorithm assisted by the programming language, and the natural frequencies were extracted using the Peak Picking method. Subsequently, a three-dimensional numerical model was developed using numerical modelling software. Model updating was performed iteratively by adjusting joint stiffness parameters (moment releases), superimposed dead loads, and boundary conditions until the dynamic behaviour most representative of the actual field conditions was achieved.

The experimental results indicate that the vertical natural frequencies of the Cipendawa Bridge are 1.81 Hz for Mode 1, 4.57 Hz for Mode 2, and 7.39 Hz for Mode 3. Through the model updating analysis, the selected numerical model (Model 18) yielded theoretical frequencies of 1.75 Hz (Mode 1), 4.74 Hz (Mode 2), and 7.13 Hz (Mode 3). The comparison between the actual and numerical data exhibits highly minimal discrepancies, specifically -2.90%, 3.90%, and -3.40%, respectively. This evaluation concludes that the Cipendawa Bridge is still categorized under minor or non-structural damage. The minor degradation in structural stiffness is indicated to be the result of service age, periodic operational loads, and the stiffening effect (cross-linking) on the elastomeric rubber bearings.

Keywords: *Natural Frequency, Ambient Vibration Test, Fast Fourier Transform, Steel Truss Bridge,*