

Jembatan merupakan infrastruktur strategis yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap beban gempa, khususnya pada elemen pilar yang sering menjadi komponen paling kritis dalam menahan respons seismik. Kerentanan tersebut semakin meningkat pada jembatan yang dibangun di atas tanah lunak, karena karakteristik tanah ini cenderung memperbesar amplitudo dan memperpanjang durasi getaran gempa, sehingga berpotensi meningkatkan risiko kerusakan struktural. Oleh karena itu, perencanaan dan evaluasi sistem struktur jembatan dengan kapasitas seismik yang memadai menjadi hal yang sangat penting. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi respons dinamik dan kinerja seismik jembatan yang berdiri di atas tanah lunak dengan menggunakan metode *Nonlinear Time History Analysis* (NLTH).

Analisis dilakukan pada model jembatan sistem *PCU-Girder* dengan dua bentang dan tiga pilar utama, yang dilengkapi dengan *Elastomeric Rubber Bearing* (ERB) dan *stopper bar anchorage* sebagai perangkat peredam tambahan. Riwayat gempa dimodelkan menggunakan pendekatan *site-specific seismic analysis* melalui perangkat lunak DEEPSOIL hingga kedalaman 80 m, berdasarkan kondisi geoteknik lokasi studi di Demak, Jawa Tengah, sehingga karakteristik gempa yang digunakan merepresentasikan kondisi lapangan secara realistis. Pemodelan dan analisis struktur jembatan dilakukan menggunakan perangkat lunak STKO dengan parameter respons utama yang dianalisis meliputi perpindahan pilar, gaya geser dasar, dan hubungan momen–kurvatur untuk menentukan tingkat kinerja seismik struktur.

Hasil analisis menunjukkan bahwa respons struktur dipengaruhi secara signifikan oleh karakteristik gempa serta variasi geometri pilar berupa tinggi dan kekakuan pilar. Pilar dengan ketinggian yang lebih besar cenderung mengalami perpindahan maksimum yang lebih tinggi akibat kekakuan lateral yang lebih rendah, sedangkan pilar dengan geometri ketinggian lebih kecil menunjukkan respons perpindahan yang lebih kecil. Evaluasi gaya geser dasar menunjukkan bahwa seluruh pilar masih bekerja di bawah kapasitas geser rencana, sehingga tidak terjadi kegagalan geser. Analisis hubungan momen–kurvatur memperlihatkan perilaku *nonlinier* yang masih berada dalam rentang elastis, dengan tingkat kinerja struktur berdasarkan klasifikasi NCHRP (2013) berada pada kategori *fully operational* (FO). Selain itu, hasil analisis tegangan–regangan ERB menunjukkan bahwa sistem perletakan mampu mendisipasi energi gempa secara efektif, dengan deformasi yang terjadi masih berada di bawah batas ultimit. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jembatan memiliki kinerja seismik yang sangat baik dan tetap berfungsi secara optimal setelah mengalami beban gempa.

Kata kunci: Jembatan, tanah lunak, *nonlinear time history*, ERB, performa seismik

Bridges are strategic infrastructure systems that exhibit a high level of vulnerability to seismic loading, particularly in pier elements, which often represent the most critical components in resisting seismic responses. This vulnerability is further intensified for bridges constructed on soft soil, as such soil conditions tend to amplify ground motion amplitudes and prolong the duration of seismic shaking, thereby increasing the potential risk of structural damage. Therefore, the planning and evaluation of bridge structural systems with adequate seismic capacity are of paramount importance. This study aims to evaluate the dynamic response and seismic performance of a bridge founded on soft soil using the Nonlinear Time History Analysis (NLTH) method.

The analysis is conducted on a PCU-girder bridge model consisting of two spans and three main piers, equipped with Elastomeric Rubber Bearings (ERBs) and stopper bar anchorages as supplemental energy dissipation devices. Seismic input motions are generated using a site-specific seismic analysis approach through DEEPSOIL software up to a depth of 80 m, based on the geotechnical conditions of the study area in Demak, Central Java, Indonesia, ensuring that the selected ground motions realistically represent field conditions. Structural modeling and seismic analysis of the bridge are performed using STKO, with key response parameters including pier displacement, base shear, and moment–curvature relationships evaluated to determine the seismic performance level of the structure.

The results indicate that the structural response is significantly influenced by earthquake characteristics as well as variations in pier geometry, particularly pier height and lateral stiffness. Taller piers tend to experience larger maximum displacements due to lower lateral stiffness, whereas piers with smaller heights exhibit reduced displacement responses. The base shear evaluation shows that all piers remain within their design shear capacities, indicating that no shear failure occurs. The moment–curvature analysis reveals nonlinear behavior that remains within the elastic range, with the structural performance level classified as fully operational (FO) according to the NCHRP (2013) criteria. Furthermore, the stress–strain response of the ERBs demonstrates that the bearing system is capable of effectively dissipating seismic energy, with deformation demands remaining below the ultimate limit. Overall, the findings indicate that the bridge exhibits excellent seismic performance and remains fully functional after being subjected to seismic loading.

Keywords: Bridge, soft soil, nonlinear time history, ERB , seismic performance