ANALISIS KINERJA SEISMIK *FRICTION PENDULUM BEARING* (FPB) SEBAGAI *BASE ISOLATOR* TERHADAP RESPON DINAMIS JEMBATAN *GIRDER* (STUDI KASUS JEMBATAN *GIRDER* X DI PALU)

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Katolik Soegijapranata

Oleh:

VINCENTIUS OLIVIANANDA L **19.B1.0056**
WISNU SETYO AJI **19.B1.0129**

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
JUNI 2026

ABSTRACT

Seismic Performance Analysis of Friction Pendulum Bearing (FPB) as a Base Isolator on the Dynamic Response of a Girder Bridge (Case Study: Girder Bridge X in Palu)

By

VINCENTIUS OLIVIANANDA L **19.B1.0056**
WISNU SETYO AJI **19.B1.0129**

Indonesia *is located in a region with high seismic activity; therefore, bridge infrastructure must be designed with adequate earthquake-resistant systems. One technology that can be applied to improve the seismic performance of bridges is the Friction Pendulum Bearing (FPB) as a base isolation system. This study aims to analyze the effect of FPB application on the dynamic response of a girder bridge, particularly in terms of displacement, base shear, and energy dissipation. The research object is a concrete girder bridge located in Palu, with a total length of 81.2 m, a width of 14 m, and four traffic lanes. The structural model was developed under two conditions: a bridge with elastomeric bearings as the comparison model and a bridge with FPB. The analysis was conducted using MIDAS Civil 2022 v1.2 through the Nonlinear Time History Analysis method in the longitudinal direction, using seven ground motion records that had undergone spectral matching. The analysis results show that the use of FPB increased the average displacement from 305.309 mm to 370.342 mm, representing an increase of 21.42%. This increase in displacement is a consequence of the seismic isolation mechanism, in which deformation is concentrated at the isolator level. Conversely, the average base shear decreased from 20,301 kN to 17,104 kN, corresponding to a reduction of 15.75%. FPB also demonstrated good energy dissipation capacity, as indicated by relatively wide and stable hysteresis loops, with an average dissipated energy of 86.19 kNm per isolator and a total of 1,206 kNm for 14 isolators. The average effective damping ratio obtained was 21.98%. Based on these results, FPB is proven to reduce the seismic forces transmitted to the substructure and improve the seismic performance of girder bridges in earthquake-prone areas.*

Keywords: *Friction Pendulum Bearing, base isolator, girder bridge, Nonlinear Time History Analysis, displacement, base shear, energy dissipation*

ABSTRAK

ANALISIS KINERJA SEISMIK *FRICTION PENDULUM BEARING* (FPB) SEBAGAI *BASE ISOLATOR* TERHADAP RESPON DINAMIS JEMBATAN *GIRDER*
(STUDI KASUS JEMBATAN *GIRDER* X DI PALU)

Oleh

VINCENTIUS OLIVIANANDA L **19.B1.0056**
WISNU SETYO AJI **19.B1.0129**

Indonesia merupakan wilayah dengan tingkat aktivitas seismik tinggi sehingga infrastruktur jembatan perlu direncanakan dengan sistem ketahanan gempa yang memadai. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja seismik jembatan adalah *Friction Pendulum Bearing* (FPB) sebagai sistem *base isolator*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan FPB terhadap respon dinamis jembatan girder, khususnya pada parameter *displacement*, base shear, dan disipasi energi. Objek penelitian berupa jembatan girder beton di wilayah Palu dengan panjang total 81,2 m, lebar 14 m, dan 4 lajur lalu lintas. Pemodelan struktur dilakukan dalam dua kondisi, yaitu jembatan dengan elastomeric bearing sebagai kondisi pembanding dan jembatan dengan FPB. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak MIDAS Civil 2022 v1.2 dengan metode *Nonlinear Time History Analysis* arah longitudinal berdasarkan tujuh rekaman gempa yang telah melalui proses *spectral matching*. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan FPB meningkatkan *displacement* rata-rata dari 305,309 mm menjadi 370,324 mm atau meningkat sebesar 21,42%. Peningkatan displacement tersebut merupakan konsekuensi dari mekanisme isolasi seismik karena deformasi dipusatkan pada isolator. Sebaliknya, *base shear* rata-rata mengalami penurunan dari 20.301 kN menjadi 17.104 kN atau berkurang sebesar 15,75%. FPB juga menunjukkan kemampuan disipasi energi yang baik melalui kurva histeresis yang membentuk *loop* relatif lebar dan stabil, dengan rata-rata energi disipasi sebesar 86,19 kNm per isolator dan total 1.206 kNm untuk 14 isolator. Rasio redaman efektif rata-rata yang dihasilkan sebesar 21,98%. Berdasarkan hasil tersebut, FPB terbukti mampu mengurangi gaya gempa yang diteruskan ke struktur bawah serta meningkatkan kinerja seismik jembatan *girder* di wilayah rawan gempa.

Kata kunci: *Friction Pendulum Bearing, base isolator*, jembatan *girder, Nonlinear Time History Analysis, displacement, base shear, disipasi energi*