

**KEANDALAN STRUKTUR JEMBATAN BENTANG SEDERHANA
DENGAN SISTEM ISOLASI SEISMIC
STUDI KASUS: PROYEK 6 RUAS TOL DALAM KOTA JAKARTA**

TESIS

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister dari
Institut Teknologi Bandung**

**Oleh
SULISTYO RAHARJO
NIM: 25018049
(Program Studi Magister Teknik Sipil)**



**INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

KEANDALAN STRUKTUR JEMBATAN BENTANG SEDERHANA DENGAN SISTEM ISOLASI SEISMIK STUDI KASUS: PROYEK 6 RUAS TOL DALAM KOTA JAKARTA

Oleh
Sulistyo Raharjo
NIM: 25018049
(Program Studi Magister Teknik Sipil)

Institut Teknologi Bandung

Menyetujui
Tim Pembimbing

Tanggal 29 Desember 2021

Ketua

(Prof. Ir. Indra Djati Sidi, M.Sc., Ph.D.)

Anggota

Anggota

(Prof. Ir. Iswandi Imran, M.ASc., Ph.D.)

(Muhammad Riyansyah, S.T., Ph.D.)

ABSTRAK

KEANDALAN STRUKTUR JEMBATAN BENTANG SEDERHANA DENGAN SISTEM ISOLASI SEISMIK STUDI KASUS: PROYEK 6 RUAS TOL DALAM KOTA JAKARTA

Oleh
Sulistyo Raharjo
NIM: 25018049
(Program Studi Magister Teknik Sipil)

Jalan Layang Tol 6 Ruas Tol Dalam Kota Seksi A adalah jalan layang tol yang menggunakan sistem isolasi seismik *Lead Rubber Bearing* (LRB). Struktur didesain berdasarkan peraturan gempa SNI 2833:2016. Korelasi antara kategori operasional jembatan terhadap level kinerja struktur jembatan akibat gempa mengacu pada NCHRP 949.

Incremental dynamic analysis (IDA) dilakukan untuk memperoleh nilai *peak ground acceleration* (PGA) yang menyebabkan kerusakan dengan level kinerja *life safety* pada struktur. IDA dilakukan dengan 3 variasi sudut gempa untuk menggambarkan ketidakpastian dalam arah gempa. Gempa diskalakan terhadap gempa level desain, dan dilakukan perbandingan terhadap kapasitas struktur berdasarkan hasil IDA untuk memastikan struktur mampu mencapai level kinerja yang diharapkan. Peluang terjadinya kerusakan pada struktur selama umur rencana dihitung dengan *risk integral*, yaitu perkalian antara kurva fragilitas struktur dan kurva hazard seismik. Analisis sensitivitas fungsi hazard seismik dilakukan dengan memberikan variasi pada bobot fungsi atenuasi. Pengecekan struktur terhadap gempa vertikal pada level desain juga dilakukan untuk melihat pengaruh gempa vertikal pada mode kegagalan struktur.

Berdasarkan hasil IDA, struktur memiliki risiko kerusakan akibat gempa dengan nilai sekitar 0.1% dalam 75 tahun. Gempa dengan sudut $\theta = 45^\circ$ memberikan nilai deformasi LRB terbesar, dan gempa yang bekerja pada sumbu lemah kolom memberikan peluang kerusakan terbesar. Variasi bobot fungsi atenuasi tidak mengakibatkan variasi *reliability index* yang signifikan. Gempa vertikal yang diskalakan pada gempa level desain menyebabkan terjadinya tarik pada LRB, namun gaya tarik tersebut masih mampu dipikul oleh angkur LRB.

Kata kunci: *Lead rubber bearing*, kurva fragilitas struktur, keandalan struktur, *incremental dynamic analysis*.

ABSTRACT

RELIABILITY OF SIMPLE SPAN BRIDGE WITH SEISMIC ISOLATION SYSTEM CASE STUDY: JAKARTA INNER RING ROAD 2 PROJECT

By
Sulistyo Raharjo
NIM: 25018049
(Master's Program in Civil Engineering)

Jakarta Inner Ring Road 2 Project is an elevated toll road with Lead Rubber Bearing (LRB) seismic isolation system. The structure was designed according to SNI 2833:2016 seismic code. Correlation between operational category of the bridge and its expected performance level during seismic event is taken according to NCHRP 949.

Incremental dynamic analysis (IDA) was performed to obtain peak ground acceleration (PGA) values that causes structural damage with life safety performance level. IDA was performed with 3 angular direction to represent uncertainty in the earthquake direction. Ground motions was scaled to design level, which then compared with structure capacity according to IDA to verify that the structure can reach the expected performance level. Probability of damage due to earthquake during its design lifetime was calculated with risk integral, which is convolution between fragility curve of the structure and seismic hazard curve. Sensitivity analysis of seismic hazard curve was performed by varying weight factor of attenuation functions. Effect of vertical component of earthquake at design level to the failure mode was examined.

IDA result shows that probability of damage due to earthquake is about 0.1% in 75 years. Ground motions with angular direction $\theta = 45^\circ$ results in highest deformation of LRB, and ground motions with angular direction $\theta = 90^\circ$ results in highest probability of damage. The effect of variation of attenuation function weight factor to reliability index is found to be insignificant. Vertical component of earthquake scaled to design level results in tensile force in LRB but is well below tensile capacity of the anchorage.

Keywords: Lead rubber bearing, fragility curve, structure reliability, incremental dynamic analysis.