

**TUGAS AKHIR**

**STUDI PENGGUNAAN *LINK SLAB* PADA JEMBATAN MULTI SPAN  
DENGAN METODA RESPON SPEKTRUM**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Bung Hatta**

**OLEH :**

**NAMA : VIVIEN WANDA RAHMA**

**NPM : 1610015211052**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS BUNG HATTA  
PADANG  
2021**



UNIVERSITAS BUNG HATTA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

STUDI PENGGUNAAN *LINK SLAB* PADA JEMBATAN *MULTI-SPAN* DENGAN METODA RESPON SPEKTRUM

Oleh :

Nama : Vivien Wandarahma  
NPM : 1610015211052  
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta -- Padang.

Padang, 11 Agustus 2021

Menyetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. Mufti Warman Hasan., MSc., RE)

(Robby Permata ST, MT, Ph.D)

Dekan FTSP

Ketua Prodi Teknik Sipil



(Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M. Sc.)

(Dr. Rini Mulyani, ST, M.Sc (Eng)





UNIVERSITAS BUNG HATTA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

---

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

STUDI PENGGUNAAN *LINK SLAB* PADA JEMBATAN *MULTI-SPAN* DENGAN METODA RESPON SPEKTRUM

Oleh :

Nama : Vivien Wandarahma

NPM : 1610015211052

Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan dipertahankan sebagai tugas akhir guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta – Padang.

Padang, 11 Agustus 2021

Menyetujui :

Pembimbing I

(Ir. Mufti Warman Hasan., MSc., RE)

Pembimbing II

(Robby Permata ST, MT, Ph.D)

Penguji I

(Ir. Indra Farni., MT)

Penguji II

(Rita Anggraini ST, MT)

# STUDI PENGGUNAAN LINK SLAB PADA JEMBATAN MULTI-SPAN DENGAN METODA RESPON SPEKTRUM

Vivien Wandarahma<sup>1</sup>, Mufti Warman Hasan<sup>2</sup>, Robby Permata<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta

E-mail: vivienwandaa24@gmail.com, muftiwarman80@gmail.com, robbypermata@bunghatta.ac.id

## ABSTRAK

Akibat beban gempa, jembatan sederhana multi-span sangat mungkin rusak akibat terpisahnya bentang jembatan pada *expansion joint*, oleh karena itu Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga mengeluarkan alternatif untuk penggantian *expansion joint* dengan menggunakan *link slab* untuk mengurangi *displacement* yang terjadi. Penelitian ini dihitung menggunakan metode respon spektrum untuk analisis struktur dinamis, sehingga diperoleh gaya-gaya dalam yang terjadi. Penelitian pada jembatan dilakukan dalam dua kondisi, yaitu kondisi eksisting dan kondisi setelah dipasang *link slab*, dari perhitungan diperoleh bahwa setelah dipasang *link slab displacement* yang terjadi pada jembatan berkurang dari 63,2 cm menjadi 2,1 cm, hasil lain juga menunjukkan adanya kinerja seismik yang baik yaitu pada tampilan *mode shape* periode yang terjadi juga semakin kecil.

**Key words** : *Expantion joint, Link slab, PCI-Girder, Jembatan, Gempa*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II STUDI LITERATUR.....</b>	<b>8</b>
2.1 Jembatan.....	8
2.1.1 Jembatan Balok Beton ( <i>Concrete Girder Bridges</i> ).....	8
2.2 Beton Prategang.....	12
2.2.1 Umum .....	12
2.2.2 Prinsip Dasar Beton Beton Prategang.....	12
2.2.3 Material Beton Prategang.....	17
2.2.4 Kehilangan Gaya Prategang Jangka Panjang ( <i>Time Independent Losses</i> ).....	22
2.3 Link Slab.....	25
2.3.1 Pengertian <i>Link Slab</i> .....	25
2.3.2 Perkembangan Link Slab.....	26
2.3.3 Eksperimen Jembatan Link Slab.....	26
2.3.4 Analisis Link Slab.....	32
2.4 Kepentingan Operasional Jembatan.....	38

2.5 Pembebanan.....	38
2.5.1 Beban Permanen.....	38
2.5.2 Beban Transien.....	38
2.5.2 Beban Pengaruh Aksi Lingkungan.....	40
2.6 Pengaruh Gempa (SNI 2833 : 2016).....	42
2.6.1 Bahaya Gempa.....	43
2.6.2 Prosedur Umum.....	43
2.6.3 Prosedur Spesifik Situs.....	46
2.6.4 Faktor Situs.....	46
2.7 Kombinasi Pembebanan .....	48
2.8 Metode Clapeyron .....	49
2.8.1 Umum.....	49
2.8.2 Penurun Persamaan Slope Deflection Tanpa Rotasi Sumbu Anggota.....	50
2.9 Respon Spektrum.....	50
2.9.1 Bentuk Respon Spektrum.....	51
2.10 Csi Bridge.....	52
<b>BAB III METODOLOGI DAN PROSEDUR PERENCANAAN.....</b>	<b>53</b>
3.1 Metodologi Perencanaan.....	53
3.1.1 Studi Literatur .....	53
3.1.2 Pengumpulan Data.....	51
3.2 Tahap Pembebanan .....	52
3.3 Permodelan.....	52
3.4 Analisa dan Pembahasan.....	52
3.4.1 Diagram Alir Penulisan ( <i>Flow Chart</i> ).....	53
<b>BAB IV ANALISA PERHITUNGAN.....</b>	<b>54</b>
4.1 Studi Kasus .....	54
4.2 Data Konstruksi.....	54
4.3 Properties Penampang.....	55

4.4 Penampang Balok.....	56
4.5 Perhitungan .....	57
4.5.1. Pembebanan Statik (SLS dan ULS).....	57
4.5.2 Beban gempa (Extreme).....	62
4.6 Analisa Beton Prategang.....	73
4.6.1 Gaya Prategang.....	73
4.6.2 Kehilangan Gaya Prategang.....	73
4.7 Permodelan Jembatan .....	75
4.7.1 <i>Input Frame Properties</i> .....	76
4.7.2 <i>Input Material Properties</i> .....	78
4.7.3 Gaya -Gaya Dalam.....	80
4.7.4 Tegangan .....	81
4.8 Perencanaan Link Slab .....	83
4.8.1 Analisis Non Seismik.....	83
4.8.2 Analisis Seismik.....	87
4.8.3 Hasil Permodelan .....	93
4.9 Hasil Dan Pembahasan.....	95
4.9.1 Analisa Studi Kasus.....	95
4.9.2 Analisa Pembebanan Statik dan Akibat Pengaruh Prategang.....	95
4.9.3 Analisa Perencanaan Link Slab.....	98
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>106</b>
5.1 Kesimpulan.....	106
5.2 Saran.....	106
DAFTAR PUSTAKA.....	107
Lampiran.....	108



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Terpisahya bentang jembatan dari perletakannya.....	2
Gambar 1.2 Perletakan sederhana antara abutmetn dan pier.....	3
Gambar 1.3 Pelat Hubungan Sendi ( <i>Link Slab</i> ).....	4
Gambar 2.1 Tipe Jembatan Yang Dibangun di Amerika.....	8
Gambar 2.2 Bentuk Standar Gelagar Beton Prategang Pracetak.....	9
Gambar 2.3 Penyambungan Gelagar Pracetak Pada Jembatan.....	11
Gambar 2.4 Contoh Jembatan dengan Gelagar Bentuk “U” .....	11
Gambar 2.5 Akibat Gaya Prategang Konsentris Ditambah Beban Eksternal .....	13
Gambar 2.6 Mekanisme beton prategang dan beton bertulang.....	15
Gambar 2.7 Balok diatas dua perletakan yang diberi gaya prategang.....	16
Gambar 2.8 Diagram regangan tegangan beton.....	18
Gambar 2.9 Diagram tegangan regangan kawat tunggal.....	19
Gambar 2.10 Diagram regangan tegangan untaian kawat.....	20
Gambar 2.11 Diagram tegangan regangan baja batangan.....	20
Gambar 2.13 Diagram tegangan regangan tulangan biasa.....	21
Gambar 2.14 Penampang <i>Link Slab</i> .....	25
Gambar 2.15. Analisis Kompatibilitas Struktur.....	28
Gambar 2.16 (a) Deformasi Pada Perletakan Sederhana (b) Deformasi Pada Konstruksi Menerus.....	32
Gambar 2.17 Skema <i>link slab</i> .....	33
Gambar 2.18 (a) Detail penulangan link slab arah memanjang (b) Detail penulangan link slab arah melintang.....	34
Gambar 2.19 Pembebanan Roda Kendaraan.....	40



Gambar 2.20 Peta Respon Spektra Percepatan 0.1 detik Untuk Probablitas Terlampaui 7% dalam 75 Tahun.....	45
Gambar 2.21 Peta Respon Spektra Percepatan 0.2 detik Untuk Probablitas Terlampaui 7% dalam 75 Tahun.....	45
Gambar 2.22 Peta Respon Spektra Percepatan 0.1 detik Untuk Probablitas Terlampaui 7% dalam 75 Tahun.....	46
Gambar 2.23 (a) Sistem SDOF yang dipengaruhi pergerakan tanah, (b) Bentuk spektrum respons.....	48
Gambar 2.24 (a) Osilator sederhana tak teredam yang dipengaruhi beban $F(t)$ , (b) Fungsi beban $F(t) = F \sin \omega t$ ( $0 \leq t \leq t_d$ ), dan (c) Free body diagram.....	48
Gambar 2.25 Tampilan CSi Bridge Ver.21.....	50
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Pengerjaan Tugas Akhir.....	53
Gambar 4.1 Potongan memanjang Jembatan PCI Girder Jawa Timur.....	54
Gambar 4.2 Penampang Memanjang Balok Precast I .....	56
Gambar 4.3 Penampang Melintang Balok Precast I.....	56
Gambar 4.4 Beban BTR.....	59
Gambar 4.5 FBD (Faktor Distribusi Beban).....	60
Gambar 4.6 Peta Percepatan PGA Untuk Probablitas Terlampaui 7% dalam 75 tahun.....	62
Gambar 4.7 Peta Lokasi Jembatan di Daerah Jawa Timur.....	63
Gambar 4.9 Peta Respon Spektra Percepatan 0.2 detik Untuk Probablitas Terlampaui 7% dalam 75 Tahun.....	63
Gambar 4.10 Peta Lokasi Jembatan di Daerah Jawa Timur.....	64
Gambar 4.11 Peta Hazard Ss 0.2 detik Probablitas 7% in 75 years.....	64
Gambar 4.12 Peta Respon Spektra Percepatan 0.1 detik Untuk Probablitas Terlampaui 7% dalam 75 Tahun.....	65
Gambar 4.13 Peta Lokasi Jembatan di Daerah Jawa Timur.....	65
Gambar 4.14 Hazard S <sub>1</sub> 0.1 detik Untuk Probablitas 7% in 75 years.....	66
Gambar 4.15 Bentuk Tipikal Respon Spektra di Permukaan Tanah.....	67

Gambar 4.16 Grafik Koefisien Respons Elastik Untuk Golongan Tanah Lunak (SE).....	69
Gambar 4.17 Grafik Koefisien Respons Elastik Untuk Golongan Tanah Lunak (SD).....	70
Gambar 4.18 Grafik Koefisien Respons Elastik Untuk Golongan Tanah Lunak (SC).....	71
Gambar 4.19 Penampang Gaya Prategang.....	73
Gambar 4.20 Permodelan Jembatan Menggunakan Aplikasi Software CSi Bridge Vers.21.....	75
Gambar 4.21 Penampang Melintang Jembatan.....	75
Gambar 4.22 <i>Input properties frame pierhead</i> .....	76
Gambar 4.23 <i>Input properties frame pier</i> .....	76
Gambar 4.24 Input Properties Girder.....	77
Gambar 4.25 Define Section Data.....	77
Gambar 4.26 Property Data.....	78
Gambar 4.27 Input Material Properties $f_c = 45$ MPa.....	78
Gambar 4.28 Input Material Properties $f_c = 30$ MPa.....	79
Gambar 4.29 Gaya Dalam Akibat Berat Sendiri (MS).....	80
Gambar 4.30 Diagram akibat beban aksial.....	80
Gambar 4.31 Diagram akibat Momen.....	80
Gambar 4.32 Gaya dalam akibat geser.....	81
Gambar 4.33 Diagram Tegangan Longitudinal.....	81
Gambar 4.34 Tulangan Longitudinal pada link slab.....	83
Gambar 4.35 Diagram Interaksi P-M Menggunakan Aplikasi Sp Coloumn.....	84
Gambar 4.36 Tulangan susut pada link slab.....	84
Gambar 4.37 Diagram Interaksi P-M Untuk Tulangan Susut.....	85
Gambar 4.38 Penampang Tulangan Link Slab.....	85

## DAFTAR TABEL

Table 2.1 Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur beton (benda uji).....	18
Tabel 2.2 Tipikal Baja Prategang.....	21
Tabel 2.3 Luas Penampang Tulangan Biasa.....	22
Tabel.2.4 Faktor beban untuk berat sendiri.....	38
Tabel.2.5 Faktor beban untuk beban mati tambahan.....	39
Tabel 2.6 Faktor beban untuk beban” T”.....	39
Tabel.2.7 Temperatur jembatan rata - rata nominal.....	41
Tabel.2.8 Sifat bahan rata- rata akibat pengaruh temperatur.....	41
Tabel.2.9 Faktor beban akibat susut dan rangkai.....	42
Tabel 2.10 Penjelasan Peta Gempa.....	44
Tabel 2.11 Faktor Amplifikasi untuk PGA dan 0.2 detik (FPGA/Fa).....	47
Tabel 2.12 Besarnya nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (Fv).....	47
Tabel 4.1 Data Girder.....	57
Tabel 4.2 Momen Akibat SLS (Layan) dan Ultimate (ULS).....	61
Tabel 4.3 Faktor Amplifikasi untuk PGA dan 0.2 detik (FPGA/Fa) Pada Tanah Lunak.....	66
Tabel 4.4 Besarnya Nilai Faktor Amplifikasi Periode 1 detik Pada Tanah Lunak.....	67
Tabel 4.5 Faktor Amplifikasi Untuk PGA dan 0,2 detik Pada Tanah Sedang.....	69
Tabel 4.6 Besarnya Nilai Faktor Amplifikasi Periode 1 detik Pada Tanah Sedang.....	70
Tabel 4.7 Faktor Amplifikasi Untuk PGA dan 0,2 detik Pada Tanah Keras.....	70

Tabel 4.8 Besarnya Nilai Faktor Amplifikasi Periode 1 detik Pada Tanah Keras.....	71
Tabel 4.9 Data Seismik Daerah Jawa Timur Kondisi Tanah Sedang....	72
Tabel 4.10 Csm (Koefisien respons gempa elastis) untuk <i>site class</i> tanah sedang (SD).....	89
Tabel 4.11 <i>Elastomeric Bearing Pad</i> .....	91
Tabel 4.12 Data Tipe <i>Elastomeric Bearing Pad</i> .....	91
Tabel 4.13 Data Hasil Perencanaan Link Slab.....	98