

TUGAS AKHIR

“Tinjauan Ulang Jembatan *Box Girder* Beton Bertulang Geometrik Lengkung Horizontal”

Studi Kasus: Jembatan Ramp C2 Seksi 1A Ruas Tol Serpong-Balaraja”

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

FADJRINA L. HAKIM
NPM : 1410015211097



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2019**

KATA PENGANTAR



Assalammualaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul "**Tinjauan Ulang Jembatan Box Girder Beton Bertulang Geometrik Lengkung Horizontal (Studi Kasus: Jembatan Ramp C2 Seksi 1A Ruas Tol Serpon-Balaraja)**". Tugas Akhir ini disusun untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta, Padang.

Begitu banyak motivasi dan bimbingan serta informasi yang penulis dapatkan dari berbagai pihak mulai dari awal hingga akhir penulisan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati pada kesempatan ini penulis hantarkan penghargaan dan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua Lukman Hakim (papa) dan Wirda (mama) terimakasih atas do'a, fasilitas dan dukungan yang tidak pernah berhenti diberikan,
2. Kepada saudara-saudariku Taufik L. Hakim, Widhia L. Hakim, Fadli L. Hakim, Fauzan L. Hakim, dan Fauziah L. Hakim yang selalu memberikan dukungannya,
3. Bapak I Nengah Tela, S.T., M.Sc, selaku Ketua Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta,
4. Ibu Dr. Rini Mulyani, S.T.,MSc (Eng). selaku Kaprodi Jurusan Teknik Sipil dan Ibu Veronika, ST.,MT beserta jajaranya serta Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil atas ilmu yang telah diberikan, semoga bekal yang diberikan dapat dimanfaatkan dengan baik,
5. Bapak Khadavi, S.T., M.T dan bapak Robby Permata, S.T., M.T., Ph.D, selaku dosen pembimbing, pengajar sekaligus pendidik yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan arahan serta kritik yang membangun kepada penulis selama penyelesaian laporan tugas akhir ini,
6. Bapak Dr. Ir. Wardi, M.Si dan Bapak Ir. Hendri Warman, MSCE, selaku dosen penguji sidang laporan tugas akhir,

7. Kepada seluruh pihak yang terlibat dalam Proyek Pembangunan Jalan Layang Kereta Api antara Medan-Araskabu-Kualanamu yang begitu banyak terlibat sehingga tidak dapat penulis uraikan satu persatu, terutama kepada DAJAKARA KSO, PT. Cipta Graha Abadi, PT. Wijaya Karya Beton, Tbk, serta PT. Tensindo Kreasi Nusantara,
8. Kepada Rahmat Jordi Triawan, Muhammad Hudri dan Nidiya Rahmatul Putri, sebagai mentor sekaligus abang dan kakak yang begitu sabar membantu dan mengajari adik-adiknya dalam belajar mengenai hal baru terutama jembatan,
9. Untuk teman-teman seperjuangan penulis, Sisri Handayani, Yuhdini Alfath, dan Syofia Amida, terimakasih karena saling membantu dalam penulisan sebagai sesama pejuang jembatan, serta Ardi Salam, Allan Subhakti, dan Zeinur Zendra, semangat dalam melanjutkan penulisan kalian, kami menunggu kalian untuk kita nanti dapat sama-sama berkontribusi dalam bidang jembatan
10. Kepada sahabat yang lebih tepat penulis sebut saudara, Nuraini, Kabul Paneja, dan Asri Zulfadhlly semoga kalian tetap menjadi teman yang saling menjaga satu sama lain, tidak akan meninggalkan setelah tau kekurangan kita masing-masing,
11. Kepada rekan-rekan Teknik Sipil angkatan 2014 yang telah memberikan masukan serta dorongan semangat, terimakasih atas kebersamaannya,
12. Dan tak lupa kepada Dicky Mulia Irwan, terimakasih telah mencemaskan, menyemangati dan selalu mendukung penulis dalam segala hal.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis menyadari masih terdapat kekurangan baik dari materi maupun teknik penyajian. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Wassalammualaikum Wr. Wb.

Padang, 14 Februari 2018

Fadjrina L. Hakim

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Maksud dan Tujuan	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Material.....	8
2.1.1 Beton.....	8
2.1.2 Tulangan.....	11
2.1.3 Beton Bertulang.....	11
2.2 Jembatan	18
2.2.1 Defenisi Jembatan Secara Umum	18
2.2.2 Tipe-tipe Jembatan	18
2.3 Jembatan <i>Box Girder</i> Beton Bertulang Lengkung	22
2.4 Struktur Jembatan	25
2.4.1 Struktur Atas.....	25
2.4.2 Struktur Bawah	28
2.5 Peranan Jembatan terhadap Transportasi	31
2.6 Metodologi Perencanaan Jembatan	24
2.6.1 Pokok-pokok Perencanaan.....	32
2.6.2 Tahapan Perencanaan	33
2.7 Pembebanan Jembatan.....	34
2.7.1 Beban Permanen	34
2.7.2 Beban Lalu Lintas.....	37
2.7.3 Aksi Lingkungan	41

2.7.4 Aksi-aksi Lainnya.....	46
BAB III METODOLOGI PERENCANAAN JEMBATAN	
3.1 Studi Literatur dan Pengumpulan Data	47
3.1.1 Studi Literatur.....	47
3.1.2 Pengumpulan Data.....	47
3.2 Tahap Pembebanan Jembatan.....	47
3.3 Pemodelan	48
3.4 Analisa dan Pembahasan	48
3.5 Bagan Alir Penulisan.....	48
BAB IV METODE PERENCANAAN	
4.1 Dasar-dasar Perencanaan.....	50
4.2 Menghitung Tebal Pelat Lantai	50
4.3 Menghitung Lebar Efektif Beban.....	50
4.4 Analisa <i>Punching Shear</i>	50
4.5 Analisa Transversal	51
4.2.1 Menghitung Pembebanan Transversal.....	51
4.2.3 Perhitungan Tulangan Pelat Lantai <i>Box Girder</i>	51
4.6 Analisa Longitudinal	52
4.6.1 Beban Permanen.....	52
4.6.2 Beban Lalu Lintas.....	53
4.6.3 Perhitungan Beban Gempa.....	54
4.6.4 Kombinasi Pembebanan	55
4.6.5 Analisa Kekuatan Struktur Penampang.....	56
4.7 Analisa Struktur Pilar	58
4.7.1 Cek Kelangsungan.....	58
4.7.2 Analisa Tulangan Lentur	59
4.7.3 Perhitungan Tulangan <i>Concainment</i>	61
4.7.1 Perhitungan Tulangan Geser	61
BAB V PERHITUNGAN STRUKTUR	
5.1 Analisa Data	63
5.1.1 Data Perencanaan	63
5.1.2 Data Bahan	63

5.1.3 Asumsi Tebal Pelat Lantai	63
5.1.4 Asumsi Lebar Efektif Beban.....	64
5.1.5 Analisa <i>Punching Shear</i>	64
5.2 Analisa Transversal	66
5.2.1 Menghitung Pembebatan Transversal	66
5.2.2 Analisa <i>Box Girder</i> Arah Transversal.....	67
5.2.3 Perhitungan Tulangan Pelat Lantai	68
5.3 Analisa Longitudinal	74
5.3.1 Menghitung Pembebatan Longitudinal	74
5.3.2 Pemodelan Struktur.....	84
5.3.3 Analisa Struktur Kondisi Ultimate.....	86
5.4 Analisa Torsi Penampang <i>Box Girder</i>	97
5.5 Analisis Struktur Pilar	101
5.5.1 Berat Sendiri (MS)	101
5.5.2 Analisa Beban Gempa (EQ).....	101
5.5.3 Pemodelan Struktur.....	104
5.5.4 Struktur Pilar	105

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan.....	134
6.2 Saran	135

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

BAB I PENDAHULUAN

Gambar 1.1	Peta Lokasi Jalan Tol Serpong-Balaraja.....	2
Gambar 1.2	Denah Plan Jembatan.....	3
Gambar 1.3	Potongan Memanjang Jembatan	3
Gambar 1.4	Potongan Melintang <i>Box Girder</i>	4
Gambar 1.5	Peta Gempa 2010	5
Gambar 1.6	Peta Gempa 2017	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Gambar 2.1	Kurva Tegangan dan Regangan Baja.....	11
Gambar 2.2	Langkah-langkah Perancangan Struktur	14
Gambar 2.3	Jembatan Sando Swedia.....	23
Gambar 2.4	Bentuk Penampang <i>Box Girder</i>	24
Gambar 2.5	Tipe-tipe Gelagat Beton Bertulang.....	27
Gambar 2.6	Tipe-tipe Abutment.....	28
Gambar 2.7	Bentuk Tipikal <i>Crosss Section</i> Pilar di Darat	29
Gambar 2.8	Bentuk Tipikal <i>Crosss Section</i> Pilar untuk Sungai	30
Gambar 2.9	Tipe-tipe Pilar	30
Gambar 2.10	Jenis-jenis Pondasi.....	31
Gambar 2.11	Tahap-tahap Perencanaan Jembatan	34
Gambar 2.12	Beban Lajur “D”	38
Gambar 2.13	Alternatif Penempatan Beban Lajur “D”	39
Gambar 2.14	Pembebanan Truk “T”	40
Gambar 2.15	Peta Percepatan Puncak di batuan Dasar (PGA)	43
Gambar 2.16	Peta Respon Spektra Percepatan 0,2 detik (S_s).....	43
Gambar 2.17	Peta Respon Spektra Percepatan 1,0 detik (S_1).....	43
Gambar 2.18	Bentuk Tipikal Spektra di Permukaan Tanah	45

BAB III METODOLOGI PERENCANAAN JEMBATAN

Gambar 3.1	Diagram Alir Penulisan secara Umum	49
------------	--	----

BAB IV METODE PERENCANAAN

Gambar 4.1	Beban Lajur "D"	53
Gambar 4.2	Diagram Regangan dan Tegangan	56

BAB V PERHITUNGAN STRUKTUR

Gambar 5.1	Analisa Pembelahan.....	65
Gambar 5.2	Pembelahan Truk	67
Gambar 5.3	Penampang <i>Box Girder</i>	68
Gambar 5.4	Diagram Momen Envelope	68
Gambar 5.5	Sketsa Penulangan <i>Box Girder</i>	74
Gambar 5.6	Potongan Memanjang A1-P1	74
Gambar 5.7	Potongan Memanjang A1-P2.....	76
Gambar 5.8	Potongan Memanjang P2-P3	78
Gambar 5.9	Potongan Memanjang P3-P4	80
Gambar 5.10	Potongan Memanjang P4-A2	82
Gambar 5.11	Pemodelan Analisis Struktur	84
Gambar 5.12	Beban Mati Tambahan (MA).....	85
Gambar 5.13	Beban Rem.....	85
Gambar 5.14	Beban Lalu Lintas BTR	85
Gambar 5.15	Beban Lalu Lintas BGT	85
Gambar 5.16	Diagram Momen Kondisi Ultimate Envelope	86
Gambar 5.17	Diagram Geser Kondisi Ultimate Envelope	86
Gambar 5.18	Potongan Section 2	87
Gambar 5.19	Regangan dan Tegangan pada Balok.....	87
Gambar 5.20	Sketsa untuk Analisis Balok.....	88
Gambar 5.21	Sketsa untuk Analisis Balok.....	91
Gambar 5.22	Sketsa Penulangan Geser	93
Gambar 5.23	Sketsa Penulangan Geser	95
Gambar 5.24	Penampang Aktual <i>Box Girder</i>	97
Gambar 5.25	Penampang Analitis	9
Gambar 5.26	Diagram Torsi	97
Gambar 5.27	Sketsa Penulangan <i>Box Girder</i>	100
Gambar 5.28	Nilai SPT Jembatan SerBaraja.....	101

Gambar 5.29	Nilai Respon Spektra	104
Gambar 5.30	Pemodelan Struktur.....	104
Gambar 5.31	Diagram Momen Y akibat Kondisi Ekstrem	105
Gambar 5.32	Diagram Geser akibat Kondisi Ekstrem	105
Gambar 5.33	Diagram Momen dan Penampang Pilar 1	105
Gambar 5.34	Dimensi Penampang	107
Gambar 5.35	Diagram Interaksi Pilar 1	108
Gambar 5.36	Sketsa Tulangan untuk Daerah Sendi Plastis.....	114
Gambar 5.37	Sketsa Tulangan untuk Daerah selain Sendi Plastis	116
Gambar 5.38	Sketsa Tulangan Pilar 1	118
Gambar 5.39	Potongan 1-1	118
Gambar 5.40	Potongan 2-2	119
Gambar 5.41	Potongan 3-3	119
Gambar 5.42	Diagram Momen dan Penampang Pilar 3	120
Gambar 5.43	Dimensi Penampang	122
Gambar 5.44	Diagram Interaksi Pilar 1	122
Gambar 5.45	Sketsa Tulangan untuk Daerah Sendi Plastis.....	128
Gambar 5.46	Sketsa Tulangan untuk Daerah selain Sendi Plastis	130
Gambar 5.47	Sketsa Tulangan Pilar 3	132
Gambar 5.48	Potongan 1-1	132
Gambar 5.49	Potongan 2-2	133
Gambar 5.50	Potongan 3-3	133

DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN

Tabel 1.1	Klasifikasi Jembatan	1
Tabel 1.2	Gaya Sentrifugal	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tabel 2.1	Berat Isi Untuk Beban Mati	35
Tabel 2.2	Faktor Beban Untuk Berat Sendiri.....	35
Tabel 2.3	Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan	36
Tabel 2.4	Faktor Beban akibat Beban Tanah.....	36
Tabel 2.5	Faktor Beban untuk Beban Lajur “D”	37
Tabel 2.6	Faktor Beban untuk Beban “T”.....	40
Tabel 2.7	Kriteria Kategori Kepentingan Jembatan.....	44
Tabel 2.8	Faktor Amplifikasi untuk PGA dan 0,2 Detik (F_{PGA}/F_a)	44
Tabel 2.9	Faktor Amplifikasi untuk Periodw 1,0 Detik (f_v)	44
Tabel 2.10	Faktor Modifikasi Respon (R)	45

BAB IV METODE PERENCANAAN

Tabel 4.1	Kriteria Klasifikasi Operasional Jembatan	54
-----------	---	----

BAB V PERHITUNGAN STRUKTUR

Tabel 5.1	Gaya-gaya Dalam Maksimum	87
Tabel 5.2	Nilai Perletakan.....	87
Tabel 5.3	Analisa Perhitungan Kapasitas Geser	96
Tabel 5.4	Menentukan Klasifikasi Situs	98
Tabel 5.5	Klasifikasi Situs	98
Tabel 5.6	Gaya-gaya Dalam pada Pilar	101