

TUGAS AKHIR

TINJAUAN ULANG JALAN LAYANG KERETA API ANTARA MEDAN-ARASKABU-KUALANAMU

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

Oleh :

SISRI HANDAYANI
NPM : 1410015211020



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

DAFTAR GAMBAR

BAB I PENDAHULUAN

Gambar 1.1	Peta Lokasi JLKA antara Medan-Araskabu-Kualanamu	2
Gambar 1.2	Potongan memanjang JLKA Medan-Araskabu-Kualanamu	3
Gambar 1.3	Tampak Samping Pier Typical	3
Gambar 1.4	Tampak Samping Portal	4
Gambar 1.5	Potongan Melintang Segmen Box Girder	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Gambar 2.1	Gelagar Solid Web	11
Gambar 2.2	Bentuk <i>typical cross section</i> Pilar didarat	12
Gambar 2.3	Bentuk <i>typical cross section</i> Pilar untuk sungai dan Penyeberangan Jalur Air	12
Gambar 2.4	Prinsip Metode Pratarik	14
Gambar 2.5	Prinsip Metode Pascatarik	15
Gambar 2.6	Diagram Tegangan Regangan Beton	16
Gambar 2.7	Diagram Tegangan Regangan Kawat Tunggal	17
Gambar 2.8	Diagram Tegangan Regangan Untaian Kawat	18
Gambar 2.9	Diagram Tegangan Regangan Baja Batangan	19
Gambar 2.10	Diagram Tegangan Regangan Tulangan Biasa	19
Gambar 2.11	Beban Lateral Kereta	28
Gambar 2.12	Peta Percepatan Puncak Dibatuan Dasar (PGA)	33
Gambar 2.13	Peta Respon Spektra Percepatan 0,2 detik (S_s)	33
Gambar 2.14	Peta Respon Spektra Percepatan 1,0 detik (S_1).....	33
Gambar 2.15	Bentuk Tipikal Respon Spektra Dipermukaan Tanah.....	35

Gambar 2.16	Metode Konstruksi dengan Menggunakan Sistem Perancah ..	39
Gambar 2.17	Metode Konstruksi dengan Menggunakan Sistem Peluncuran	40
Gambar 2.18	Metode Konstruksi <i>balanced cantilever - launching gantry</i> ...	41
Gambar 2.19	Metode Kostruksi <i>balanced cantilever - lifting frame</i>	41
Gambar 2.20	Metode Kostruksi <i>balanced cantilever - crane</i>	42
Gambar 2.21	Metode Konstruksi <i>Balanced cantilever</i> dengan menggunakan sistem <i>full span</i>	42
Gambar 2.22	Metode Konstruksi <i>cantilever - form traveler</i>	43
Gambar 2.23	Metode Konstruksi <i>Span by span – Launching Gantry</i>	43
 BAB III PROSEDUR PERENCANAAN		
Gambar 3.1	Beban Lateral Kereta.....	45
Gambar 3.2	Diagram Tegangan dan Regangan	50
 BAB IV METODOLOGI		
Gambar 4.1	Diagram Alir Metodologi Pencanaan	59
 BAB V PERHITUNGAN STRUKTUR		
Gambar 5.1	Potongan Memanjang Jalan Layang Kereta Api	61
Gambar 5.2	Penampang Box Standar	62
Gambar 5.3	Bentang Satu Span Jembatan	63
Gambar 5.4	Penentuan Lebar Efektif.....	65
Gambar 5.5	Skema Pembebanan Rencana Muatan 1921	66
Gambar 5.6	Tampak atas span 40 meter	66
Gambar 5.7	Segmen Standar	67
Gambar 5.8	Model Komputer	67
Gambar 5.9	Beban Mati Tambahan Pada Potongan Melintang	67

Gambar 5.10	Diagram Momen	68
Gambar 5.11	Potongan Memanjang Pelat Atas	73
Gambar 5.12	Potongan Memanjang Jembatan	73
Gambar 5.13	Permodelan Analisis Struktur	74
Gambar 5.14	Beban Mati Tambahan	75
Gambar 5.15	Beban Hidup Kereta Api Alternatif 1	76
Gambar 5.16	Beban Hidup Kereta Api Alternatif 2	76
Gambar 5.17	Beban Hidup Kereta Api Alternatif 3	76
Gambar 5.18	Diagram Momen Lentur Pada Penampang.....	78
Gambar 5.19	Potongan Melintang Section 1	78
Gambar 5.20	Potongan Melintang Section 2.....	81
Gambar 5.21	Potongan Melintang Section 3	84
Gambar 5.22	Diagram Momen Maksimum pada Portal	89
Gambar 5.23	Tampak Depan Portal	89
Gambar 5.24	Diagram Momen Kondisi Layan	92
Gambar 5.25	Diagram Aksial Kondisi Layan	93
Gambar 5.26	Potongan melintang section 6.....	94
Gambar 5.27	Diagram Momen Kondisi Ultimate.....	98
Gambar 5.28	Diagram Geser Kondisi Ultimate.....	99
Gambar 5.29	Section 15	100
Gambar 5.30	Sketsa Untuk Analisis Balok	101
Gambar 5.31	Permodelan Box Tepi Sec.1	103
Gambar 5.32	Grafik Kurvatur Box Tepi Sec.1	104
Gambar 5.33	Potongan Melintang Section 1	106
Gambar 5.34	Diagram Torsi.....	111
Gambar 5.35	Penampang Aktual	111

Gambar 5.36	Penampang Analisis	111
-------------	--------------------------	-----

BAB VI ANALISA STRUKTUR PILAR

Gambar 6.1	Respon spektra rencana	117
Gambar 6.2	Vibration Mode Shapes	118
Gambar 6.3	Permodelan Struktur.....	118
Gambar 6.4	Diagram Momen Akibat Gempa.....	119
Gambar 6.5	Struktur Pilar 44.....	120
Gambar 6.6	Penampang Pilar 44.....	122
Gambar 6.7	Diagram Interaksi Pilar 44.....	123
Gambar 6.8	Struktur Pilar 44.....	125
Gambar 6.9	Penampang Pilar 44.....	127
Gambar 6.10	Diagram Interaksi Pilar 44.....	128
Gambar 6.11	Struktur Pilar 43.....	133
Gambar 6.12	Penampang Pilar 43.....	137
Gambar 6.13	Diagram Interaksi Pilar 43.....	138
Gambar 6.14	Diagram deformasi pada pilar.....	143

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jembatan Secara Umum	7
2.2 Komponen Jembatan	11
2.2.1 Gelagar dengan Tipe Solid Web	11
2.2.2 Pilar	12
2.3 Jembatan Beton Prategang	12
2.3.1 Keuntungan Struktur Beton Prategang	13
2.3.2 Kekurangan Struktur Beton Prategang	13
2.4 Metode Prategang	14
2.4.1 Pratarik (Pre-tension method)	14
2.4.2 Pasca Tarik (Post-tension method)	15
2.5 Material Beton Prategang	16
2.5.1 Beton	16
2.5.2 Baja	17
2.5.3 Tulangan Non-Pratekan	21

2.6	Kehilangan Gaya Prategang	22
2.6.1	Kehilangan Akibat Gesekan	23
2.6.2	Kehilangan Akibat Perpendekan Elastis Beton	23
2.6.3	Kehilangan Akibat Slip Pengangkuran	23
2.6.4	Kehilangan Akibat Susut Pada Beton	24
2.6.5	Kehilangan Akibat Rangkak Pada Beton	24
2.6.6	Kehilangan Akibat Relaksasi Baja Prategang	24
2.6.7	Kehilangan Akibat Pengaruh Lain	25
2.7	Pembebanan Struktur	25
2.7.1	Beban Mati	26
2.7.2	Beban Hidup	26
2.7.3	Beban Kejut	28
2.7.4	Beban Horizontal	28
2.7.5	Beban Angin	29
2.7.6	Kombinasi Pembebanan	29
2.7.7	Berat Sendiri (MS)	29
2.7.8	Beban Mati Tambahan/ Utilitas (MA)	30
2.7.9	Aksi Lingkungan	30
2.8	Ketentuan Perencanaan Struktur Bawah	36
2.8.1	Perencanaan Pondasi Dalam	36
2.8.2	Jenis Pondasi Dalam	37
2.8.3	Kedalaman Tiang	37
2.8.4	Jarak tiang dan kedalaman tiang yang masuk kedalam tanah ..	37
2.8.5	Pergerakan Tiang	37
2.8.6	Gaya Akibat Pengangkatan	38
2.8.7	Sambungan	38

2.9	Ketentuan Perencanaan Pilar	38
2.9.1	Jenis Pilar	38
2.9.2	Beban Tumbukan	38
2.9.3	Perlindungan Pilar	38
2.9.4	Kapasitas dan Keamanan Struktural Pilar Jembatan	38
2.10	Metode Konstruksi	38
2.10.1	Sistem Perancah (<i>falsework</i>)	38
2.10.2	Sistem Peluncuran (<i>launching</i>)	39
2.10.3	Sistem Kantilever (<i>cantilever</i>)	40
 BAB III PROSEDUR PERENCANAAN		
3.1	Dasar Perencanaan	44
3.2	Perhitungan Beban Rencana	49
3.2.1	Beban Permanen	44
3.2.2	Beban Hidup	44
3.2.3	Beban Gempa	45
3.2.4	Kombinasi pembebanan	47
3.3	Analisa Struktur Box Girder	47
3.3.1	Analisa Penulangan pelat	47
3.3.2	Cek Tegangan penampang	48
3.3.3	Analisa kekuatan Lentur Penampang	49
3.3.4	Analisa Kekuatan Geser Penampang	51
3.4	Analisa struktur pilar	52
 BAB IV METODOLOGI		
4.1	Studi Literatur dan Pengumpulan Data	57
3.1.1	Studi Literatur	57
3.1.2	Pengumpulan Data	57

4.2	Tahap Pembebanan	57
4.3	Permodelan	57
4.4	Analisa dan Pembahasan	58
BAB V PERHITUNGAN STRUKTUR		
5.1	Analisa Data	59
5.1.1	Data Perencanaan	59
5.1.2	Data Bahan	59
5.1.3	Karakteristik Bahan	60
5.1.4	Analisa Tebal Plat Lantai	61
5.1.5	Data Penampang Box Girder	63
5.2	Analisa Transversal	64
5.2.1	Pembebanan Transversal	65
5.2.2	Analisa Box Girder Arah Transversal	67
5.2.3	Perhitungan Penulangan	69
5.3	Analisa Longitudinal	73
5.3.1	Perhitungan Pembebanan	73
5.3.2	Permodelan Struktur	75
5.4	Kombinasi Pembebanan	77
5.5	Perencanaan Tendon Akibat Lentur	77
5.6	Analisis Struktur Kondisi Ultimate	98
BAB VI ANALISA STRUKTUR PILAR		
6.1	Analisa Pembebanan	116
6.2	Permodelan Struktur	118
6.3	Struktur Pilar	119
6.3	Cek deformasi pilar	142

BAB VII PENUTUP

7.1	Kesimpulan.....	144
7.2	Saran	145

DAFTAR TABEL

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tabel 2.1	Tipikal Baja Prategang	20
Tabel 2.2	Berat Jenis Bahan	26
Tabel 2.3	Skema Pembebanan Rencana Muatan 1921 (RM 21)	27
Tabel 2.4	Faktor Beban Akibat Tekanan Tanah	30
Tabel 2.5	Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan	30
Tabel 2.6	Faktor Beban Akibat Susut Rangkak	31
Tabel 2.7	Faktor Beban Akibat Pengaruh Prategang	31
Tabel 2.8	Kriteria Kategori Kepentingan Jembatan	34
Tabel 2.9	Faktor Amplifikasi Untuk PGA dan 0,2 detik(F_{PGA}/F_a)	35
Tabel 2.10	Besarnya Nilai Faktor Amplifikasi Untuk Periode 1,0 detik (F_v)	35
Tabel 2.11	Faktor Modifikasi Respon (R).....	36

BAB III PROSEDUR PERENCANAAN

Tabel 3.1	Kriteria Klasifikasi Operasional Jembatan	45
-----------	---	----

BAB V PERHITUNGAN STRUKTUR

Tabel 5.1	Analisa Penampang Box Standar	62
Tabel 5.2	Dimensi Penampang Box Girder	64
Tabel 5.3	Perhitungan Berat Segmen	64
Tabel 5.4	Gaya –gaya Dalam Maksimum	68
Tabel 5.5	Momen dan Data-data Penampang	78
Tabel 5.6	Gaya Dalam Prategang dan Data Penampang	87
Tabel 5.7	Kontrol Tegangan pada Tendon	88
Tabel 5.8	Gaya-gaya dalam maksimum.....	93

Tabel 5.9	Kontrol Tegangan pada Kondisi Layan	97
Tabel 5.10	Gaya-gaya Dalam pada Momen Sekunder.....	99
Tabel 5.11	Analisa Perhitungan Kapasitas Lentur.....	105
Tabel 5.12	Analisa Perhitungan Kapasitas Geser	110

BAB VI ANALISA STRUKTUR PILAR

Tabel 6.1	Gaya-gaya dalam pada pilar	119
Tabel 6.2	Deformasi Pada Pilar	143

KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia yang telah diberikan-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Laporan Tugas Akhir dengan judul **“Tinjauan Ulang Jalan Layang Kereta Api Antara Medan-Araskabu-Kualanamu”**. Tugas akhir ini disusun untuk sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Bung Hatta, Padang.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dan turut membantu serta memberi dukungan dan doa selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini. Terutama kepada :

- 1) Mama dan Papa (Dasriwan dan Syamsimarni) terima kasih untuk semua pengorbanan, dukungan dan doa yang tak pernah berhenti diberikan pada penulis sampai akhirnya mengantarkan penulis menyelesaikan tugas akhir ini. Ma, Pa kalian adalah harta yang paling berharga yang saya miliki didunia ini, saya sangat mencintaimu.
- 2) Abangku Ari, Abang Dozer dan Adikku Fajri terima kasih untuk dukungan dan doa yang sudah kalian berikan selama penulis menempuh perkuliahan dan hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Kalian saudara terbaik yang saya punya, saya menyayangi kalian.
- 3) Bapak Dr. I Nengah Tela, M.Sc, selaku Dekan FTSP periode 2017-2021.
- 4) Ibu Dr. Rini Mulyani, ST, M.Sc (Eng), selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil periode 2017-2021.
- 5) Bapak Khadavi, ST, MT selaku Pembimbing I dan Bapak Robby Permata, ST, MT, Ph.D, selaku Pembimbing II. Terima kasih telah membimbing penulis dengan penuh ketulusan, nasehat, motivasi dan meluangkan banyak waktu untuk berbagi pengetahuan kepada penulis demi kelancaran tugas akhir ini. Sekali lagi penulis ucapkan terima kasih bapak.

- 6) Bapak Ir. Indra Farni, MT selaku Penguji I dan Ibu Dr. Rini Mulyani, ST, M.Sc (Eng) selaku Penguji II.
- 7) Senior bang Muhammad Hudri, ST dan bang Rahmat Jordi Triawan, ST yang telah banyak membantu, memberikan arahan serta berbagi ilmu selama penulis mengerjakan tugas akhir.
- 8) Sahabatku Anastasia Catur Lestari, Rani Oktavia Rizal, Amy Rahmadian Puteri, Yuhdini Alfath dan Meliya Zulfiani. Terima kasih sudah menjadi teman baik dari awal perkuliahan hingga kita bisa menyelesaikan perkuliahan ini bersama-sama. Terima kasih untuk dukungan, bantuan dan susah senang selama ini (*I love you guys*), semoga kita bisa menjadi orang yang berguna bagi bangsa dan negara kita.
- 9) Siti Hartati, Tiara Fahreza, Mufli Hatul Husni, Wibowo Athariq, Iqbal Apri Siswanto, Arif Nurman, Ardi Salam dan teman-teman teknik sipil angkatan 2014 serta pihak lain yang telah membantu dan memberikan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan jasa kalian dengan rahmat yang berlimpah.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis untuk hasil yang lebih baik di masa yang akan datang. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan bagi para pembaca.

Padang, Februari 2019

Penulis