

DAFTAR ISI

NO. BAB	URAIAN	HALAMAN
	HALAMAN JUDUL	i
	HALAMAN PENGESAHAN	ii
	BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
	PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
	PERNYATAAN KEASLIAN	v
	MOTTO	vi
	PERSEMBAHAN	vii
	UCAPAN TERIMA KASIH	viii
	KATA PENGANTAR	x
	DAFTAR ISI	xi
	DAFTAR TABEL	xviii
	DAFTAR GAMBAR	xx
	DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xxii
	ABSTRAK	xxvi
I	PENDAHULUAN	
1.1	Latar Belakang	1
1.2	Perumusan Masalah	3
1.3	Tujuan Studi.....	3
1.4	Lingkup Studi	3
II	TINJAUAN PUSTAKA	
2.1	Pendahuluan.....	4
2.2	Box Girder	4
2.2.1	Precast Segmental Box Girder	4
2.2.2	Elemen Struktural Segmental Box Girder	5
2.3	Perencanaan Box Girder yang Telah Ada.....	7

2.3.1	Perencanaan oleh Podolny dan Muller	7
2.3.2	Perencanaan oleh Meyer	8
2.3.3	Perencanaan Box Girder menurut U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration.....	9
2.3.4	Referensi Perhitungan Box Girder Menurut M. Noer Ilham	11
2.3.4.1	Perhitungan Box Girder	11
2.3.4.2	Pembebanan Box Girder	12
2.3.4.3	Gaya Prestress, Eksentrisitas, dan Jumlah Tendon.....	20
2.3.4.4	Posisi Tendon.....	23
2.4	Resume Bab II	25

III RANCANGAN DAN METODOLOGI

3.1	Pendahuluan.....	26
3.2	Preliminary Design atau Perencanaan Awal.....	26
3.2.1	Perhitungan dengan Metode Beban Kerja	28
3.2.2	Metode Beban Kekuatan Batas	28
3.3	Perhitungan Dimensi Box Girder	29
3.4	Pembebanan Box Girder.....	32
3.4.1	Beban Sendiri.....	32
3.4.2	Beban Mati yang Dittumpangkan	33
3.4.3	Beban Hidup	35
3.4.4	Beban Angin	35
3.4.5	Beban Gempa.....	37
3.5	Kekuatan Pratekan, Eksentrisitas, dan Jumlah Tendon	39
3.5.1	Kondisi Awal (Saat Transfer).....	39
3.5.2	Kondisi Akhir (Saat Service).....	41
3.6	Posisi Tendon Prategang.....	43
3.7	Kehilangan Tegangan	45
3.7.1	Gesekan Angkur	46
3.7.2	Gesekan Jack.....	46
3.7.3	Kehilangan Tegangan Akibat Pemendekan Elastis	47
3.7.4	Pengangkuran.....	50

3.7.5	Kehilangan Tegangan Akibat Relaksasi Tendon.....	52
3.7.5.1	Pengaruh Susut	52
3.7.5.2	Pengaruh Rayapan	54
3.8	Tekanan yang Terjadi karena Gaya Prestress	59
3.8.1	Kondisi Awal (Saat Transfer).....	60
3.8.2	Kondisi Akhir (Saat Service).....	61
3.9	Tegangan Pada Box Girder karena Beban	62
3.9.1	Tegangan karena Beban Sendiri (MS).....	62
3.9.2	Tegangan karena Beban Mati (MA)	63
3.9.3	Tegangan karena Susut dan Rangkak (SR).....	64
3.9.4	Tegangan Akibat Prategang (PR)	68
3.9.5	Tegangan karena Beban Hidup (TD).....	69
3.9.6	Tegangan karena Beban Angin (EW).....	69
3.9.7	Tegangan karena Beban Gempa (EQ)	70
3.9.8	Tegangan karena Pengaruh Suhu (ET)	71
3.10	Kontrol Pemuatan Tegangan Terhadap Kombinasi.....	73
3.10.1	Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi 1.....	73
3.10.2	Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi 2.....	73
3.10.3	Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi 3.....	73
3.10.4	Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi 4.....	74
3.10.5	Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi 5.....	74
3.11	Defleksi Box Girder.....	74
3.11.1	Lendutan dalam Kondisi Awal (Saat Transfer)	74
3.11.2	Lendutan Setelah Kehilangan Tegangan	75
3.11.3	Lendutan Box Girder karena Beban	77
3.12	Kontrol Lendutan Kombinasi	80
3.13	Tinjauan Kembali Box Girder Pratekan	80
3.13.1	Kapasitas Momen Ultimit.....	80
3.13.2	Momen Tertinggi karena Beban	84
3.13.3	Kontrol Kombinasi Momen Ultimit	87
3.14	Blok Akhir Tulangan	87
3.14.1	Perhitungan Sengkang untuk Gaya Bursting	87

3.14.2	Gambar Gaya Geser.....	89
3.15	Pembesian Box Girder.....	90
3.16	Tinjauan Pelat Lantai Jembatan.....	92
3.16.1	Berat Sendiri.....	92
3.16.2	Beban Mati Tambahan.....	92
3.16.3	Beban Angin.....	92
3.16.4	Beban pengaruh Suhu.....	92
3.16.5	Momen Ultimit pada Pelat Lantai Jembatan.....	93
3.17	Pembesian Pelat.....	93
3.18	Kontrol Lendutan pada Slab.....	97

IV PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

4.1	Pendahuluan.....	103
4.2	Perencanaan Awal.....	103
4.2.1	Spesifikasi Box Girder.....	103
4.2.2	Spesifikasi Beton.....	104
4.2.3	Spesifikasi Baja.....	105
4.3	Dimensi Box Girder.....	105
4.4	Pembebanan Box Girder.....	110
4.4.1	Berat Sendiri (MS).....	110
4.4.2	Beban Mati Tambahan (MA).....	110
4.4.3	Beban Hidup (TD).....	112
4.4.4	Berat Angin (EW).....	114
4.4.5	Berat Gempa (EQ).....	115
4.4.6	Resume Momen dan Gaya Geser.....	117
4.5	Gaya Prestress, Eksentrisitas, dan Jumlah Tendon.....	120
4.5.1	Kondisi Awal (Saat Transfer).....	120
4.5.2	Kondisi Akhir (Saat Service).....	121
4.6	Posisi Tendon.....	123
4.6.1	Posisi tendon di Tengah Bentang.....	123
4.6.2	Posisi tendon di Tumpuan.....	124
4.6.3	Eksentrisitas Masing-masing Tendon.....	125

4.6.1	Lintasan Inti Tendon.....	126
4.6.1	Sudut Angkur.....	126
4.6.1	Tata Letak dan Trace Kabel.....	127
4.7	Kehilangan Tegangan (Loss of Prestress)	128
4.7.1	Kehilangan Tegangan Akibat Gesekan Angkur	128
4.7.2	Kehilangan Tegangan Akibat Gesekan Kabel.....	128
4.7.3	Kehilangan Tegangan Akibat Pemendekan Elastis	129
4.7.4	Kehilangan Tegangan Akibat Pengangkuran	132
4.7.5	Kehilangan Tegangan Akibat Relaksasi Tendon.....	133
4.8	Tegangan yang Terjadi Akibat Prestress	137
4.8.1	Keadaan Awal (Saat Transfer).....	138
4.8.2	Keadaan Setelah Kehilangan Gaya Prategang	138
4.9	Tegangan pada Box Girder karena Beban	139
4.9.1	Tegangan karena Beban Sendiri (MS).....	139
4.9.2	Tegangan karena Beban Mati (MA)	140
4.9.3	Tegangan karena Susut dan Rangkak (SR).....	141
4.9.4	Tegangan Akibat Prategang (PR)	144
4.9.5	Tegangan karena Beban Hidup (TD).....	145
4.9.6	Tegangan karena Beban Angin (EW).....	146
4.9.7	Tegangan karena Beban Gempa (EQ)	147
4.9.8	Tegangan Akibat Pengaruh Suhu (ET).....	148
4.10	Kontrol Pemuatan Tegangan Terhadap Kombinasi.....	151
4.10.1	Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi 1.....	151
4.10.2	Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi 2.....	152
4.10.3	Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi 3.....	152
4.10.4	Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi 4.....	153
4.10.5	Kontrol Tegangan Terhadap Kombinasi 5.....	153
4.11	Defleksi Box Girder.....	154
4.11.1	Defleksi pada Kondisi Awal (Saat Transfer).....	154
4.11.2	Defleksi Setelah Kehilangan Tegangan	154
4.11.3	Defleksi Box Girder karena Beban	155
4.12	Kontrol Defleksi Beban Kombinasi.....	158

4.13	Tinjauan Ultimit Box Girder Prategang.....	160
4.13.1	Defleksi Setelah Kehilangan Tegangan	160
4.13.2	Momen Ultimit karena Beban.....	162
4.13.3	Kontrol Kombinasi Momen Ultimit	165
4.14	Blok Akhir Tulangan	167
4.14.1	Perhitungan Sengkang untuk Gaya Bursting	169
4.14.2	Jumlah Sengkang untuk Gaya Bursting.....	171
4.14.3	Gambaran Gaya Geser	172
4.15	Pembesian Box Girder	174
4.15.1	Pelat Dinding Tengah	174
4.15.2	Pelat Dinding Tepi	175
4.15.3	Pelat Dinding Bawah	176
4.15.4	Pelat Dinding Atas	177
4.16	Tinjauan Kembali Pelat Lantai	177
4.16.1	Berat Sendiri	178
4.16.2	Beban Mati yang Ditumpangkan	178
4.16.3	Beban Angin	178
4.16.4	Beban Pengaruh Suhu	179
4.16.5	Momen Ultimit pada Pelat Lantai Jembatan.....	179
4.16.6	Pembesian Pelat	179
4.16.7	Kontrol Defleksi pada Pelat.....	182

V KESIMPULAN

5.1	Kesimpulan	186
-----	------------------	-----

DAFTAR PUSTAKA	187
-----------------------------	------------

LAMPIRAN.....	188
----------------------	------------

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B1

LAMPIRAN B2

LAMPIRAN B3

LAMPIRAN B4

LAMPIRAN B5

LAMPIRAN C

LAMPIRAN D

LAMPIRAN E

LAMPIRAN F1

LAMPIRAN F2

LAMPIRAN G

LAMPIRAN H

DAFTAR TABEL

NO. TABEL	URAIAN	HALAMAN
1.1	Perbandingan konsumsi energy BBM/Km/Pnp	1
2.1	Tebal Minimum Sayap Atas	7
2.2	Dimensi Box Girder	13
2.3	Koefisien Seret	16
2.4	Kecepatan Angin Rencana	16
2.5	Kombinasi Beban Pada Keadaan Ultimit	20
4.1	Spesifikasi Jembatan Box Girder	104
4.2	Berat Jenis Material Jembatan Box Girder	104
4.3	Spesifikasi Beton	104
4.4	Spesifikasi Baja	105
4.5	Spesifikasi Dimensi Box Girder	106
4.6	Perhitungan Dimensi Box Girder	109
4.7	Beban Mati Tambahan	111
4.8	Pembebanan Box Girder	117
4.9	Resume Momen	118
4.10	Resume Gaya Geser	119
4.11	Strands Kabel	120
4.12	Eksentrisitas Tendon	125
4.13	Lintasan Inti Tendon	126
4.14	Sudut Angkur	126
4.15	Tata Letak dan Trace Kabel	127
4.16	Superposisi Karena Susut dan Rangkak	144
4.17	Momen Akibat Temperatur	150
4.18	Kontrol Pemuatan Tegangan Terhadap Kombinasi	151
4.19	Kontrol Pemuatan Tegangan Terhadap Kombinasi 1	151
4.20	Kontrol Pemuatan Tegangan Terhadap Kombinasi 2	152
4.21	Kontrol Pemuatan Tegangan Terhadap Kombinasi 3	152

4.22	Kontrol Pemuatan Tegangan Terhadap Kombinasi 4.....	153
4.23	Kontrol Pemuatan Tegangan Terhadap Kombinasi 5.....	153
4.24	Kontrol Pemuatan Defleksi Terhadap Kombinasi 1	158
4.25	Kontrol Pemuatan Defleksi Terhadap Kombinasi 2	158
4.26	Kontrol Pemuatan Defleksi Terhadap Kombinasi 3	159
4.27	Kontrol Pemuatan Defleksi Terhadap Kombinasi 4	159
4.28	Kontrol Pemuatan Defleksi Terhadap Kombinasi 5	159
4.29	Resume Momen Balok.....	164
4.30	Kombinasi 1 Momen Ultimit.....	165
4.31	Kombinasi 2 Momen Ultimit.....	165
4.32	Kombinasi 3 Momen Ultimit.....	165
4.33	Kombinasi 4 Momen Ultimit.....	166
4.34	Kombinasi 5 Momen Ultimit.....	166
4.35	Posisi Blok Akhir Tulangan.....	167
4.36	Momen Statis Pada Balok Atas	168
4.37	Momen Statis Pada Balok Bawah.....	168
4.38	Perhitungan Sengkang Arah Vertikal	170
4.39	Perhitungan Sengkang Arah Horizontal	171
4.40	Jumlah Sengkang yang Digunakan Untuk Gaya Bursting.....	171
4.41	Gambaran Gaya Geser Garis Atas	172
4.42	Gambaran Gaya Geser Garis Bawah	173
4.43	Jarak sengkang yang digunakan	174
4.44	Tinjauan Kembali Pelat Lantai	177
4.45	Momen Ultimit Pada Pelat Lantai Jembatan	179
5.1	Jumlah Strands	187

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR NO.	URAIAN	HALAMAN
2.1	Precast segmental Box Girder	5
2.2	Pier Segment.....	6
2.3	Deviator Segment	6
2.4	Standart Segment.....	6
2.5	Box Girder sel tunggal.....	9
2.6	Box Girder multisel	10
2.7	Tata letak tendon	10
2.8	Potongan melintang Box Girder	11
2.9	Peletakan Tendon di Tengah Bentang.....	23
2.10	Peletakan Tendon di Tumpuan Box Girder.....	24
3.1	Premilinary Desain Potongan Melintang Box Girder	26
3.2	Bagian Alir dari Desain dan Metodologi.....	27
4.1	Penampang Melintang Box Girder	103
4.2	Dimensi Box Girder	106
4.3	Posisi Tendon di Tengah Bentang.....	123
4.4	Posisi Tendon di Tumpuan.....	124
4.5	Diagram Hasil Perhitungan Tegangan Akibat Beban Sendiri	140
4.6	Diagram Hasil Perhitungan Tegangan Akibat Beban Mati	141
4.7	Diagram Hasil Perhitungan Tegangan Akibat Penyusutan	142
4.8	Diagram Hasil Perhitungan Tegangan Akibat Rangkak	143
4.9	Diagram Hasil Perhitungan Tegangan Akibat Prategang.....	145
4.10	Diagram Hasil Perhitungan Tegangan Akibat Beban Hidup	146
4.11	Diagram Hasil Perhitungan Tegangan Akibat Beban Angin	147
4.12	Diagram Hasil Perhitungan Tegangan Akibat Beban Gempa	148
4.13	Diagram Hasil Perhitungan Tegangan Akibat Pengaruh Suhu ...	149
4.14	Potongan Melintang Box Girder Bagian Atas.....	167
4.15	Potongan Melintang Box Girder Bagian Bawah	168

5.1	Potongan Melintang Box Girder.....	186
-----	------------------------------------	-----

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= Luas penampang
A_{plat}	= Luas penampang pelat
a_s	= Jarak Sengkang
A_{st}	= Luas tampang nominal satu strand
B	= Lebar jalur lalu lintas
b_t	= Lebar trotoar
d	= Tebal efektif slab beton
d'	= Jarak tulangan terhadap sisi luar beton
DLA	= Faktor beban dinamis
E	= Bilangan natural
E_c	= Modulus elastic beton
E_s	= Modulus elastic strands
e'	= Eksentrisitas gaya susut terhadap pusat penampang
e_s	= Eksentrisitas tendon
f_a	= Tegangan beton di serat atas
f_{ai}	= Tegangan ijin tekan beton
f_b	= Tegangan beton di serat bawah
f_{bi}	= Tegangan ijin tarik beton
f_c'	= Kuat tekan beton
f_{ci}'	= Kuat tekan beton pada keadaan awal
f_p	= Tegangan yang terjadi pada tendon pasca tarik
f_{py}	= Tegangan leleh strand
f_v	= Tegangan geser yang terjadi
G	= Modulus geser
g	= Percepatan gravitasi bumi
H	= Tinggi box girder
h	= Tebal slab beton
i	= Jari-jari inersia penampang Box Girder
I_b	= Momen inersia terhadap alas balok
I_x	= Momen inersia terhadap titik berat balok

K = Mutu beton
 k_b = koefisien yang tergantung pada pemakaian air semen
 k_c = koefisien yang tergantung pada kelembaban udara
 k_d = koefisien yang tergantung pada derajat pengerasan beton
 k_e = koefisien yang tergantung pada tebal teoritis
 k_p = koefisien yang tergantung pada luas tulangan baja memanjang
 k_{tn} = koefisien yang tergantung pada waktu
 L = Panjang Box Girder
 L_{max} = Jarak pengaruh kritis slip ankur
 LOP = Loss of Prestress
 M = Beban momen akibat gaya rem
 m = Kemiringan diagram gaya
 M_{bs} = Momen maksimum di tengah bentang
 M_{ET} = Momen maksimum akibat temperatur
 M_{EQ} = Momen maksimum akibat beban gempa vertikal
 M_{EW} = Momen maksimum akibat beban angin
 M_{MA} = Momen maksimum akibat beban mati tambahan
 M_{MS} = Momen maksimum akibat berat sendiri
 M_{PR} = Momen maksimum akibat prestress
 M_R = Momen akibat rangkai
 M_S = Momen akibat susut
 M_{SR} = Momen akibat susut dan rangkai
 M_{TD} = Momen maksimum akibat beban hidup
 M_{TP} = Momen maksimum akibat beban pejalan kaki
 M_U = Momen ultimit
 n = Jumlah Box Girder
 n_s = Jumlah strand minimal
 p = Beban garis
 P_{bs} = Beban putus minimal satu strands
 P_{bl} = Beban putus minimal satu tendon
 P_{bt} = Bursting force untuk sengkang
 P_{eff} = Gaya prestress akhir

p_o = Presentase tegangan leleh
 P_j = Gaya Prestress akibat jacking
 P_o = Kehilangan gaya akibat gesekan ankur
 P_s = Gaya internal yang timbul akibat susut
 P_t = Gaya prategang awal
 P_{TD} = Beban terpusat pada Box Girder
 P_x = Kehilangan tegangan akibat gesekan kabel
 q = Beban merata
 Q_{bs} = Berat sendiri Box Girder
 Q_{EW} = Transfer beban angin ke lantai jembatan
 Q_{MA} = Total berat beban mati tambahan
 Q_{MS} = Total berat sendiri
 Q_{TD} = Beban hidup pada Box Girder
 r = Rasio perbandingan lebar plat ankur
 R_n = Faktor tahanan momen
 s = Jarak tulangan yang diperlukan
 T = Temperatur udara rata-rata
 t = Tebal slab
 t' = Umur penegerasan beton terkoreksi
 T_{EW} = Beban angin
 T_{EQ} = Gaya gempa vertical rencana
 T_{TB} = Gaya rem 5% beban lajur D tanpa factor beban dinamis
 T_{TD} = Gaya rem
 V_{bs} = Gaya geser maksimum di tumpuan
 V_{EQ} = Gaya geser maksimum akibat beban gempa vertikal
 V_{EW} = Gaya geser maksimum akibat beban angin
 V_{MA} = Gaya geser maksimum akibat beban mati tambahan
 V_{MS} = Gaya geser maksimum akibat berat sendiri
 V_{TD} = Gaya geser maksimum akibat beban hidup
 W_a = Tahanan momen sisi atas
 W_b = Tahanan momen sisi bawah
 W_c = Berat jenis beton prestress

W_c' = Berat jenis beton bertulang
 W_c'' = Berat jenis beton
 W_t = Berat total struktur yang berupa berat sendiri
 x = Jarak anatar roda kendaraan
 Y = Persamaan lintasan tendon
 y = Lengan terhadap titik berat Box Girder
 y_a = titik berat terhadap atas
 y_b = titik berat terhadap bawah
 Z_o = Jarak pusat berat tendon terhadap sisi bawah Box Girder
 α = Sudut lintasan tendon dari ujung ke tengah
 β = Koefisien Wobble
 γ = Sudut bidang geser
 ε = Koefisien muai panjang
 μ = Koefisien gesek
 ν = Angka poisson
 Φ = Faktor reduksi kekuatan lentur
 σ_{bt} = Tegangan beton pada level bajanya oleh penaruh gaya prestress
 σ_{cr} = Tegangan akibat Creep
 $\Delta\sigma_{pe}$ = Kehilangan tegangan pada baja oleh regangan elastis tanpa pengaruh berat sendiri
 σ_{pe}' = Kehilangan tegangan pada baja oleh regangan elastis dengan memperhitungkan pengaruh berat sendiri
 σ_{pi} = Tegangan baja prestress sebelum LOP
 σ_{sh} = Tegangan susut
 δ = Lendutan
 $\Delta\varepsilon_{su}$ = Regangan akibat creep
 $\Delta\varepsilon_{su}$ = Regangan akibat susut
 ΔL = panjang tarik masuk
 ΔP = Loss of prestress akibat angkur
 ΔP_e = Loss of prestress akibat pemendekan elastis