

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
Abstrak	iv
Abstract	v
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Rumusan Masalah	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	4
2.1. Pengertian Jembatan.....	4
2.2. Jenis-Jenis Jembatan	4
2.3. Girder	7
2.4. Precast Segmental Box Girder	8
2.5. Material Beton Prategang.....	8
2.5.1. Beton	9
2.5.2. Baja Prategang	9
2.5.3. Grouting	12

2.5.4.	Selongsong (Duct).....	12
2.6.	Prinsip Beton Prategang	12
2.7.	Kehilangan Gaya Prategang	15
2.7.1.	Kehilangan Prategang Akibat Gesekan Tendon	16
2.7.2.	Kehilangan Prategang Akibat Slip Angkur.....	17
2.7.3.	Kehilangan Prategang Akibat Perpendekan Elastis Beton.....	18
2.7.4.	Kehilangan Prategang Akibat Rangkak	19
2.7.5.	Kehilangan Prategang Akibat Susut pada Beton	19
2.7.6.	Kehilangan Prategang Akibat Relaksasi Baja.....	20
2.8.	Pembebanan pada Jembatan.....	21
2.8.1.	Berat Sendiri (MS).....	21
2.8.2.	Beban Mati Tambahan/Utilitas (MA)	22
2.8.3.	Beban Lajur “D” (TD)	22
2.8.4.	Pembebanan untuk Pejalan Kaki (TP)	24
2.8.5.	Pembebanan untuk Beban Kejut (Impact)	24
2.9.	Preliminary Desain Box Girder.....	25
2.10.	Kekuatan Struktur Jembatan (Strength)	26
2.10.1.	Kapasitas Lentur pada Komponen Struktur Prategang	26
2.10.2.	Kapasitas Geser pada Komponen Struktur Prategang	28
2.11.	Batas Layan Struktur Jembatan (Serviceability).....	29
2.11.1.	Tahap 1 (Penyatuan Girder).....	29
2.11.2.	Tahap 2 (Pemasangan Atribut jembatan).....	29
2.11.3.	Tahap 3 (Service)	29
2.12.	Metode Elemen Hingga.....	30
2.11.1	Stiffness Method	31
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		33
3.1.	Umum.....	33
3.2.	Alat dan Bahan	33

3.2.2.	Alat.....	33
3.2.2.	Bahan.....	33
3.3	Box Girder.....	34
3.3.1.	Mutu Beton Box Girder	34
3.3.2.	Dimensi Box girder.....	34
3.4.	Struktur Sekunder Jembatan.....	35
3.5.	Data Strand.....	36
3.6.	Data Angkur	36
3.7.	Model Jembatan	36
3.8.	Diagram Alir	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1.	Tegangan Ijin Bahan	41
4.1.1.	Beton	41
4.1.2.	Tendon Prategang.....	42
4.2.	Analisa Penampang Box Girder.....	42
4.3.	Eksentrisitas Tendon	46
4.4.	Analisa Pembebanan	52
4.4.1.	Pembebanan Kondisi Transfer dan Kondisi Servis.....	54
4.5.	Perhitungan Jumlah Tendon Prategang.....	56
4.5.1.	Perhitungan Momen saat Kondisi Transfer dan Kondisi Servis	56
4.5.2.	Perhitungan Jumlah Tendon.....	58
4.7.	Perhitungan Post Tensioning Bar	63
4.8.	Kehilangan Gaya Prategang	66
4.8.1.	Kehilangan gaya prategang pada tendon.....	66
4.8.2.	Kehilangan gaya prategang post-tensioned bar.....	79
4.9.	Pengecekan Kekuatan Box Girder	81

4.10. Perhitungan Lendutan	85
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	87
5.1. Kesimpulan.....	87
5.2. Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN.....	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	I girder	7
Gambar 2.2	Box girder.....	7
Gambar 2.3	Jenis – jenis baja prategang.....	10
Gambar 2.4	Gambar Distribusi Tegangan Balok Prategang.....	13
Gambar 2.5	Ilustrasi Kehilangan Gaya Prategang	15
Gambar 2.6	Gaya Prategang Bekerja pada Tendon Lengkung.....	16
Gambar 2.7	Diagram Gaya Prategang di Sekitar Angkur Hidup.....	17
Gambar 2.8	Beban Lajur “D”.....	23
Gambar 2.9	Faktor Beban Kejut (FDB)	24
Gambar 2.10	Transisi Faktor Reduksi dari Tekan ke Tarik.....	27
Gambar 2.11	Elemen yang Digunakan Dalam Metode Elemen Hingga	31
Gambar 2.12	<i>Plane Stress</i>	31
Gambar 2.13	<i>Plane Strain</i>	32
Gambar 2.14	Diagram Tegangan Elemen.....	32
Gambar 2.15	Diagram Regangan Elemen.....	33
Gambar 3.1	Desain Penampang <i>Box Girder</i>	35
Gambar 3.2	Desain Struktur Sekuder Jembatan	35
Gambar 3.3	Modeling jembatan dengan program MIDAS.....	36
Gambar 3.4	Tampak Keseluruhan Memanjang Jembatan	37
Gambar 3.5	Tampak 1 Bentang Memanjang Jembatan	38
Gambar 3.6	Detail Angkur dan <i>Bearing</i>	39

Gambar 4.1	Penampang <i>Trapezoid Box Girder</i>	43
Gambar 4.2	<i>Meshing Trapezoid Box Girder</i>	43
Gambar 4.3	Luas dan inersia <i>Trapezoid Box Girder</i>	43
Gambar 4.4	Penampang <i>Parabolic Box Girder</i>	45
Gambar 4.5	<i>Meshing Parabolic Box Girder</i>	45
Gambar 4.6	Luas dan inersia <i>Parabolic Box Girder</i>	45
Gambar 4.7	Segmen <i>Trapezoid Box Girder</i> di Ujung Bentang	47
Gambar 4.8	Segmen <i>Trapezoid Box Girder</i> di Tengah Bentang	47
Gambar 4.9	Tendon Tampak Samping (<i>Trapezoid Box Girder</i>)	48
Gambar 4.10	Tendon Tampak Atas (<i>Trapezoid Box Girder</i>)	48
Gambar 4.11	Segmen <i>Parabolic Box Girder</i> di Ujung Bentang	49
Gambar 4.12	Segmen <i>Parabolic Box Girder</i> di Tengah Bentang	49
Gambar 4.13	Tendon Tampak Samping (<i>Parabolic Box Girder</i>)	50
Gambar 4.14	Tendon Tampak Atas (<i>Parabolic Box Girder</i>)	51
Gambar 4.15	Detail <i>Trapezoid Box Girder</i> dan Beban Tambahan	52
Gambar 4.16	Detail <i>Parabolic Box Girder</i> dan Beban Tambahan	53
Gambar 4.17	Pembebanan Jembatan Akibat Berat Sendiri	55
Gambar 4.18	Pembebanan Jembatan Akibat Berat Sendiri dan Tambahan	55
Gambar 4.19	Pembebanan Jembatan Akibat Beban Hidup	56
Gambar 4.20	Potongan jembatan <i>trapezoid box girder</i> dengan PT Bar	56
Gambar 4.21	Potongan jembatan <i>trapezoid box girder</i> dengan PT Bar	56
Gambar 4.22	Grafik Kehilangan Prategang Akibat Gesekan	76
Gambar 4.23	Grafik Kehilangan Prategang Akibat Slip Angkur	76
Gambar 4.24	Grafik Kehilangan Prategang Akibat Perpendekan Elastis	76

Gambar 4.25 Grafik Kehilangan Prategang Akibat Rangkak	77
Gambar 4.26 Grafik Kehilangan Prategang Akibat Susut	77
Gambar 4.27 Grafik Kehilangan Prategang Akibat Relaksasi Baja	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tipe Jembatan Menurut AASHTO 2014	6
Tabel 2.2	kuat Tarik dan tegangan minimum strand.....	11
Tabel 2.3	Spesifikasi Untaian Tujuh Kawat	11
Tabel 2.4	Koefisien Gesek Kelengkungan dan <i>Wobble</i>	17
Tabel 2.5	Faktor Beban untuk Berat Sendiri.....	21
Tabel 2.6	Faktor Beban untuk Berat Mati Tambahan.....	22
Tabel 2.7	Faktor Beban untuk Beban Lajur “D”	23
Tabel 4.1	Posisi Tendon Sepanjang Bentang (<i>Trapezoid</i>).....	48
Tabel 4.2	Posisi Tendon Sepanjang Bentang (<i>Parabolic</i>)	50
Tabel 4.3	Momen Jembatan pada Kondisi Transfer dan Servis (<i>Trapezoid</i>).56	
Tabel 4.4	Momen Jembatan pada Kondisi Transfer dan Servis (<i>Parabolic</i>).57	
Tabel 4.5	Nilai α untuk semua tendon	66
Tabel 4.6	Persentasi Kehilangan Akibat Perpendekan Elastis	71
Tabel 4.7	Kehilangan Gaya Prategang Kondisi Transfer (<i>Trapezoid</i>).....	71
Tabel 4.8	Kehilangan Gaya Prategang Kondisi Transfer (<i>Parabolic</i>).....	71
Tabel 4.9	Kehilangan Gaya Prategang Kondisi Servis (<i>Trapezoid</i>)	74
Tabel 4.10	Kehilangan Gaya Prategang Kondisi Servis (<i>Parabolic</i>)	74
Tabel 4.11	Kehilangan Gaya Prategang Sepanjang Bentang (<i>Trapezoid</i>).....	75
Tabel 4.12	Kehilangan Gaya Prategang Sepanjang Bentang (<i>Parabolic</i>)	76
Tabel 4.13	Sudut Pengangkuran Tendon	83
Tabel 4.14	Lendutan Jembatan Pada Kondisi Servis (<i>Trapezoid</i>)	85
Tabel 4.15	Lendutan Jembatan Pada Kondisi Servis (<i>Parabolic</i>)	86

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data strand dari brosur VSL

Lampiran 2. Data tendon dan selongsong dari brosur VSL

Lampiran 3. Data angkur dari brosur VSL

Lampiran 4. Data *post tensioned bar* dari brosur Dextra.

DAFTAR NOTASI

α	sudut kelengkungan tendon (rad)
ε_{sh}	regangan susut dalam beton
θ	sudut kemiringan <i>web box girder</i> ($^{\circ}$)
μ	koefisien gesek kelengkungan
σ_n	tegangan tekan sambungan (MPa)
τ	tegangan geser pada <i>web box girder</i> (MPa)
ΔF_{pA}	kehilangan gaya prategang akibat friksi (N)
ΔF_{pCR}	kehilangan gaya prategang akibat rangkak beton (N)
ΔF_{pES}	kehilangan gaya prategang akibat perpendekan elastis (N)
Δf_{pR}	kehilangan gaya prategang akibat relaksasi baja (N)
Δf_{pSH}	kehilangan gaya prategang akibat susut (N)
A_c	luas penampang (mm^2)
A_j	luas permukaan semua <i>shear key</i> (mm^2)
A_{joint}	luas daerah tekan (mm^2)
A_p	luas tendon (mm^2)
A_{sm}	luas permukaan yang bukan <i>shear key</i> (mm^2)
b_w	lebar badan (mm)
c	titik berat penampang (mm)
d_p	jarak dari serat tekan terjauh ke pusat baja prategang (mm)
e	eksentrisitas tendon (mm)
E_p	modulus elastisitas tendon (MPa)
F	tekanan (MPa)
F_0	gaya prategang awal (N)
$F_{0\eta}$	kehilangan gaya prategang akibat friksi per satuan panjang (N/mm)
f_b	tegangan di serat bawah (MPa)
f_{cds}	tegangan beton pada titik berat tendon akibat beban mati tambahan (MPa)
f_{ck}	kuat tekan karakteristik beton (MPa)

f_{cs}	tegangan beton pada titik berat tendon akibat berat sendiri <i>box girder</i> (MPa)
f_{bd}	Faktor beban dinamis (<i>kejut/impact</i>)
f_{pc}	tegangan tekan beton setelah semua kehilangan prategang terjadi di titik berat penampang (MPa)
F_{pF}	gaya prategang setelah kehilangan akibat gesekan tendon (N)
f'_{pi}	tegangan tarik tendon sesaat setelah transfer gaya (MPa)
f_{ps}	tegangan dalam baja prategang saat kuat lentur nominal (MPa)
f_{pu}	kekuatan tarik baja prategang yang disyaratkan (MPa)
f_{py}	kuat leleh baja prategang (MPa)
f_t	tegangan di serat atas (MPa)
h_f	tebal flens (mm)
I_g	momen inersia bruto penampang (mm ⁴)
k	koefisien <i>wobble</i>
K_{CR}	1.60 untuk komponen struktur pasca-tarik
L	panjang bentang (mm)
L_{set}	panjang bentang yang dipengaruhi oleh slip ankur (mm)
M	momen akibat beban transversal pada balok (Nmm)
m	perbandingan nilai modulus elastisitas baja prategang dengan modulus elastisitas beton
P	gaya (N)
Q	statis momen terhadap garis netral (mm ³)
t	umur pembebanan (hari)
V	gaya geser pada permukaan <i>box girder</i> (N)
V_{cw}	kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton bila retak diagonal yang dihasilkan dari tegangan tarik utama yang tinggi dalam badan (N)
V_n	gaya geser nominal pada <i>shear key</i> (N)
V_p	komponen vertikal gaya prategang efektif penampang (N)
V_u	gaya geser ultimit (N)
V_{web}	gaya geser pada web <i>box girder</i> (N)