

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN BETON PRATEGANG YANG DIKONSTRUKSI DENGAN METODE *BALANCED CANTILEVER*



Disusun oleh:

Anastasia Reisandi 41113010004

Dosen Pembimbing :



Ir. Zainal Abidin Shahab, MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2017

	LEMBAR PENGESAHAN SIDANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	
---	--	---

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas – tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : Perencanaan Struktur Atas Jembatan Beton Prategang yang Dikonstruksi dengan Metode *Balanced Cantilever*

Disusun Oleh :

Nama : Anastasia Reisandi
NIM : 41113010004
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil

Telah dinyatakan LULUS pada sidang sarjana : Tanggal : 25 Agustus 2017

Pembimbing Tugas Akhir

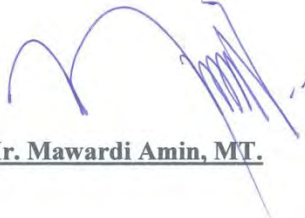


Ir. Zainal Abidin Shahab, MT.

Jakarta, 31 Agustus 2017

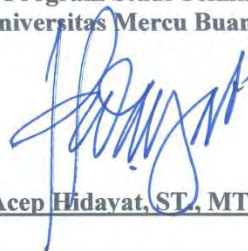
Mengetahui,

Ketua Penguji Tugas Akhir





Ir. Mawardi Amin, MT.

**Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas Mercu Buana**



Acep Hidayat, ST., MT.

	LEMBAR PERNYATAAN SIDANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	
---	--	---

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Judul Tugas Akhir : Perencanaan Struktur Atas Jembatan Beton Prategang yang Dikonstruksi dengan Metode *Balanced Cantilever*

Disusun Oleh :

Nama : Anastasia Reisandi
NIM : 41113010004
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil karya sendiri bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain, kecuali telah dicantumkan sumber referensinya. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat dipertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 30 Agustus 2017
Penulis

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Anastasia Reisandi
NIM : 41113010004

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan YME oleh karena Kasih Karunia dan Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Perencanaan Struktur Atas Jembatan Beton Prategang dengan Metode Konstruksi *Balanced Cantilever*”.

Penulisan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam jenjang perkuliahan Strata I Universitas Mercu Buana. Dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari hambatan dan kesulitan, namun berkat bimbingan, bantuan, nasehat dan saran serta kerjasama dari berbagai pihak, khususnya pembimbing, segala hambatan tersebut akhirnya dapat diatasi dengan baik.

Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Acep Hidayat, ST, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan kegiatan tugas akhir.
2. Bapak Ir. Zainal Abidin Shahab, MT. selaku pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan, nasehat serta waktunya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Hariyanto Ramadhan selaku pembimbing dari rekomendasi Pak Shahab yang senantiasa membantu memberi masukan selama penulis menyusun tugas akhir dan selalu membimbing hingga skripsi ini selesai.
4. Staf Dosen FT jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu selama mengikuti perkuliahan sampai akhir penulisan skripsi.
5. Staf Tata Usaha Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang telah banyak membantu penulis selama mengikuti perkuliahan dan penulisan skripsi ini.
6. Kak Broto selaku senior Program Studi Teknik Sipil yang telah lebih dahulu menyusun skripsi tentang jembatan dan membantu penulis dalam menyusun skripsi hingga selesai.

7. Bapak Jeffry Felix atas bantuannya selama penyusunan skripsi berlangsung dan bimbingannya dari awal penulis menjalani Kerja Praktek hingga menyelesaikan skripsi.
8. Ihsan Solihin dan Grace Maureen selaku orang tua penulis atas jasa-jasanya, kesabaran, doa, dukungan, dan tidak pernah lelah dalam mendidik dan memberi kasih sayang kepada penulis semenjak kecil.
9. Saudara terkasih Joshua Reisandi yang telah banyak memberikan dukungan dan semangat bagi penulis hingga penulisan skripsi ini selesai.
10. Teman-teman KKTS atas kebersamaan, bantuan, kerja sama, serta dukungan bagi penulis dari awal perkuliahan hingga akhir.
11. Rekan-rekan dari PT. Andal Rekacipta Pratama yang selalu menghibur, memberikan support, serta memberikan bantuan bagi penulis dari awal Kerja Praktek hingga penulis menyelesaikan Tugas Akhir.
12. Teman-teman dari XO yang mengajari penulis untuk terus mengandalkan Tuhan dalam menyusun skripsi hingga selesai, dan selalu mendoakan kelancaran skripsi penulis.
13. Teman-teman KBTS yang selalu menemani penulis selama perkuliahan dan atas dukungannya untuk menyelesaikan skripsi ini.
14. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Tuhan YME memberikan balasan yang berlipat ganda atas segala bantuan yang telah diberikan, dan kiranya Tuhan selalu menyertai kita semua dalam perkenanan-Nya. Semoga skripsi yang telah ditulis oleh penulis dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan dapat digunakan dengan sebaik-baiknya.

Jakarta, 31 Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL (<i>COVER</i>)	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERNYATAAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xii
BAB I - PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I - 1
1.2 Identifikasi Masalah	I - 2
1.3 Rumusan Masalah	I - 3
1.4 Maksud dan Tujuan.....	I - 3
1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah	I - 4
1.6 Metode Perancangan.....	I - 5
1.7 Sistematika Penulisan	I - 5
BAB II - TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Umum	II - 1
2.1.1 Abutment/ Kepala Jembatan	II - 2
2.1.2 Pier/ Pilar.....	II - 3
2.1.3 Girder/ Gelagar.....	II - 3
2.1.4 Lock-up Device	II - 4
2.1.5 Bridge Bearing	II - 5

2.2	Beton Prategang.....	II - 5
2.2.1	Pengertian Beton Prategang.....	II - 5
2.2.2	Prinsip Beton Prategang.....	II - 6
2.2.3	Konsep Dasar Beton Prategang.....	II - 7
2.2.4	Kelebihan dan Kelemahan Beton Prategang.....	II - 11
2.2.5	Metode Beton Prategang.....	II - 13
2.3	Material Beton Prategang.....	II - 14
2.3.1	Beton.....	II - 14
2.3.1.1	Kuat Tekan.....	II - 15
2.3.1.2	Modulus Elastisitas.....	II - 17
2.3.1.3	Modulus Retak.....	II - 18
2.3.1.4	<i>Poisson Ratio</i>	II - 19
2.3.2	Tulangan Baja elemen Non Prategang.....	II - 19
2.3.3	Tulangan Baja Prategang.....	II - 20
2.3.4	Kabel/ Tendon.....	II - 21
2.4	Tahap Pembebanan.....	II - 25
2.5	Kehilangan Gaya Prategang.....	II - 29
2.6	Pembebanan Jembatan.....	II - 40
2.6.1	Beban Permanen.....	II - 40
2.6.2	Beban Lalu Lintas.....	II - 41
2.6.3	Beban Lingkungan.....	II - 47
2.6.4	Beban Lainnya.....	II - 50
2.6.5	Kombinasi Beban.....	II - 50
BAB III - METODOLOGI PERANCANGAN		
3.1	Bagan Alir / Flow Chart.....	III - 1
3.2	Studi Literatur <i>Segmental Box Girder & Balanced Cantilever</i>	III - 4

3.2.1	Pelaksanaan Metode <i>Balanced Cantilever</i>	III - 4
3.3	Spesifikasi Jembatan.....	III - 5
3.4	Analisa Pembebanan Jembatan.....	III - 5
3.5	Perencanaan Kebutuhan Gaya Prategang	III - 6
3.6	Kontrol Tegangan Gaya Prategang.....	III - 7
3.6.1	Gaya Prategang <i>Launching Stage</i>	III - 7
3.6.2	Gaya Prategang <i>Final Stage</i>	III - 8
3.7	Analisa Kehilangan Gaya Prategang	III - 9
BAB IV - HASIL & ANALISIS DATA LAUNCHING STAGE		
4.1	Data Fisik, Data Bahan & Perencanaan Dimensi	IV -1
4.2	Perencanaan Awal Dimensi <i>Segmental Box Girder</i>	IV -3
4.3	Data Pembebanan <i>Segmental Box Girder (Transverse Analysis)</i>	IV -4
4.4	Analisis <i>Launching Stage (Longitudinal Analysis)</i>	IV -5
4.4.1	Analisa Kebutuhan Gaya Prategang <i>Top Tendon</i>	IV -11
4.4.2	Analisis Kebutuhan Gaya Prategang <i>Bottom Tendon</i>	IV -37
4.4.3	Kontrol Tegangan <i>Launching Stage</i> Sebelum <i>Lost of Prestress</i>	IV -41
4.4.4	Analisis Kehilangan Gaya Prategang (<i>Loss of Prestressed</i>)	IV -54
4.4.5	Kontrol Tegangan <i>Launching Stage</i> Sesaat setelah Transfer (<i>Balanced Cantilever</i>).....	IV -64
4.4.6	Kontrol Tegangan <i>Launching Stage</i> Sesaat setelah Transfer (Ujung <i>Cantilever</i> Menumpu pada Tumpuan <i>Abutment</i>)	IV -77
4.4.6	Analisis Kehilangan Prategang Terhadap Waktu (<i>Time Dependent Loss</i>)	IV -81
4.5	Analisis Deformasi Struktur	IV -86
BAB V - HASIL & ANALISIS DATA FINAL STAGE		
5.1	Analisis Final Stage (Longitudinal Analysis).....	V - 1
5.2	Hasil Analisis.....	V - 9

5.3 Analisis Deformasi Struktur	V - 11
---------------------------------------	--------

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	VI - 1
----------------------	--------

6.2 Saran	VI - 2
-----------------	--------

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi metode balanced cantilever dengan lifting crane	II - 1
Gambar 2. 2 Struktur kantilever jembatan box girder	II - 2
Gambar 2. 3 Erection dan stressing hingga mencapai puncak span jembatan	II - 2
Gambar 2. 4 Kepala jembatan.....	II - 3
Gambar 2. 5 Lock-up device.....	II - 4
Gambar 2. 6 Perletakan mechanical bearing pada pilar jembatan	II - 5
Gambar 2. 7 Prinsip dasar prategang	II - 7
Gambar 2. 8 Distribusi tegangan serat beton pada balok persegi panjang dengan tendon lurus. (a) Tendon konsentris, hanya prategang. (b) Tendon konsentris, berat sendiri ditambahkan. (c) Tendon eksentris, hanya prategang. (d) Tendon eksentris, berat sendiri ditambahkan.....	II - 8
Gambar 2. 9 Momen penahan internal pada balok beton prategang dan beton bertulang	II - 10
Gambar 2. 10 Metode Pre-tension beton prategang	II - 13
Gambar 2. 11 Metode Post-tension beton prategang.....	II - 14
Gambar 2. 12 Diagram Tegangan-Regangan Beton menurut Hognestad	II - 15
Gambar 2. 13 Variasi pengaruh kekuatan beton terhadap waktu	II - 16
Gambar 2. 14 Kurva tegangan-regangan "Modified Hognestad".....	II - 17
Gambar 2. 15 Kurva Secant Modulus.....	II - 18
Gambar 2. 16 Kurva hubungan Tegangan-Regangan Tulangan non Prategang.....	II - 20
Gambar 2. 17 Diagram Tegangan-Regangan baja.....	II - 21
Gambar 2. 18 Kurva tegangan-regangan untuk baja prategang.....	II - 22
Gambar 2. 19 Bentuk tendon lurus dan draped tendon.....	II - 24
Gambar 2. 20 Bentuk harped tendon	II - 25
Gambar 2. 21 Kurva beban- deformasi pada balok prategang tipikal	II - 26
Gambar 2. 22 Perpendekan elastis beton. (a) Balok tak bertegangan; (b) Balok yang memendek secara longitudinal.....	II - 32
Gambar 2. 23 Distribusi tegangan akibat gaya gesekan di tendon	II - 34

Gambar 2. 24 Kehilangan akibat friksi kelengkungan. (a) Alinyemen tendon; (b) Gaya-gaya di segmen yang amat kecil di mana F_1 ada di ujung pendongkrakan; (c) Poligon gaya dengan mengasumsikan bahwa $F_1=F_2$ di segmen kecil dalam (b).....	II - 34
Gambar 2. 25 Pendekatan sudut pusat tendon	II - 35
Gambar 2. 26 Alinyemen tendon prategang	II - 36
Gambar 2. 27 Hubungan tegangan-relaksasi pada stress-relieved strands	II - 38
Gambar 2. 28 Beban lajur "D"	II - 42
Gambar 2. 29 Penyebaran pembebanan arah melintang.....	II - 43
Gambar 2. 30 Pembebanan truk "T" (500 Kn)	II - 44
Gambar 2. 31 Faktor gaya rem	II - 44
Gambar 2. 32 Gaya rem per lajur 2,75 m	II - 45
Gambar 2. 33 Faktor beban dinamis untuk BGT pembebanan lajur "D"	II - 46
Gambar 2. 34 Grafik pembebanan untuk pejalan kaki	II - 47
Gambar 3. 1 Pelaksanaan konstruksi jembatan segmental box girder dengan menggunakan balanced cantilever method	III - 4
Gambar 4. 1 Urutan <i>Erection</i> Segmen <i>Box Girder</i> (<i>Launching Stage</i>)	IV - 5
Gambar 4. 2 Gaya Momen pada saat <i>Launching Stage</i> Segmen ke-1	IV - 6
Gambar 4. 3 Gaya Momen pada saat <i>Launching Stage</i> Segmen ke-2	IV - 6
Gambar 4. 4 Gaya Momen pada saat <i>Launching Stage</i> Segmen ke-3	IV - 6
Gambar 4. 5 Gaya Momen pada saat <i>Launching Stage</i> Segmen ke-4	IV - 7
Gambar 4. 6 Gaya Momen pada saat <i>Launching Stage</i> Segmen ke-5	IV - 7
Gambar 4. 7 Gaya Momen pada saat <i>Launching Stage</i> Segmen ke-6	IV - 7
Gambar 4. 8 Gaya Momen pada saat <i>Launching Stage</i> Segmen ke-7	IV - 8
Gambar 4. 9 Gaya Momen pada saat <i>Launching Stage</i> Segmen ke-8	IV - 8
Gambar 4. 10 Gaya Momen pada saat <i>Launching Stage</i> Segmen ke-9	IV - 8
Gambar 4. 11 Gaya Momen pada saat <i>Launching Stage</i> Segmen ke-10	IV - 9
Gambar 4. 12 Gaya Momen pada saat <i>Launching Stage</i> Segmen ke-11	IV - 9
Gambar 4. 13 Gaya Momen pada saat <i>Launching Stage</i> Segmen ke-12	IV - 9
Gambar 4. 14 Envelope Momen pada saat <i>Launching Stage</i>	IV - 10
Gambar 4. 15 Gaya Momen pada saat <i>Launching Stage</i> (akibat Beban Mati).....	IV - 10
Gambar 4. 16 Penampang box girder dan letak titik berat penampang	IV - 11

Gambar 4. 17 Konfigurasi kebutuhan tendon pada penampang <i>box girder</i> Segmen 1	IV - 39
Gambar 4. 18 Konfigurasi kebutuhan tendon pada penampang <i>box girder</i> Segmen 2	IV - 39
Gambar 4. 19 Konfigurasi kebutuhan tendon pada penampang <i>box girder</i> Segmen 3	IV - 40
Gambar 4. 20 Konfigurasi kebutuhan tendon pada penampang <i>box girder</i> Segmen 4 dan 5	IV - 40
Gambar 4. 21 Konfigurasi kebutuhan tendon pada penampang <i>box girder</i> Segmen 6	IV - 40
Gambar 4. 22 Konfigurasi kebutuhan tendon pada penampang <i>box girder</i> Segmen 7 dan 8	IV - 41
Gambar 4. 23 Konfigurasi kebutuhan tendon pada penampang <i>box girder</i> Segmen 9, 10, 11 dan 12	IV - 41
Gambar 4. 24 Diagram tegangan <i>launching stage</i> pada Segmen 1	IV - 42
Gambar 4. 25 Diagram tegangan <i>launching stage</i> pada Segmen 2	IV - 43
Gambar 4. 26 Diagram tegangan <i>launching stage</i> pada Segmen 3	IV - 44
Gambar 4. 27 Diagram tegangan <i>launching stage</i> pada Segmen 4	IV - 45
Gambar 4. 28 Diagram tegangan <i>launching stage</i> pada Segmen 5	IV - 46
Gambar 4. 29 Diagram tegangan <i>launching stage</i> pada Segmen 6	IV - 47
Gambar 4. 30 Diagram tegangan <i>launching stage</i> pada Segmen 7	IV - 48
Gambar 4. 31 Diagram tegangan <i>launching stage</i> pada Segmen 8	IV - 49
Gambar 4. 32 Diagram tegangan <i>launching stage</i> pada Segmen 9	IV - 50
Gambar 4. 33 Diagram tegangan <i>launching stage</i> pada Segmen 10	IV - 51
Gambar 4. 34 Diagram tegangan <i>launching stage</i> pada Segmen 11	IV - 52
Gambar 4. 35 Diagram tegangan <i>launching stage</i> pada Segmen 12	IV - 53
Gambar 4. 36 Diagram tegangan <i>launching stage</i> pada <i>bottom tendon</i>	IV - 54
Gambar 4. 37 Diagram tegangan sesaat setelah transfer pada Segmen 1	IV - 65
Gambar 4. 38 Diagram tegangan sesaat setelah transfer pada Segmen 2	IV - 66
Gambar 4. 39 Diagram tegangan sesaat setelah transfer pada Segmen 3	IV - 67
Gambar 4. 40 Diagram tegangan sesaat setelah transfer pada Segmen 4	IV - 68
Gambar 4. 41 Diagram tegangan sesaat setelah transfer pada Segmen 5	IV - 69

Gambar 4. 42 Diagram tegangan sesaat setelah transfer pada Segmen 6.....	IV - 70
Gambar 4. 43 Diagram tegangan sesaat setelah transfer pada Segmen 7.....	IV - 71
Gambar 4. 44 Diagram tegangan sesaat setelah transfer pada Segmen 8.....	IV - 72
Gambar 4. 45 Diagram tegangan sesaat setelah transfer pada Segmen 9.....	IV - 73
Gambar 4. 46 Diagram tegangan sesaat setelah transfer pada Segmen 10.....	IV - 74
Gambar 4. 47 Diagram tegangan sesaat setelah transfer pada Segmen 11.....	IV - 75
Gambar 4. 48 Diagram tegangan sesaat setelah transfer pada Segmen 12.....	IV - 76
Gambar 4. 49 Gaya Momen Akibat Beban Mati + Beban Mati tambahan	IV - 77
Gambar 4. 50 Diagram tegangan saat ujung <i>cantilever</i> telah menumpu di <i>abutment</i> pada Segmen 1.....	IV - 78
Gambar 4. 51 Diagram tegangan saat ujung <i>cantilever</i> telah menumpu di <i>abutment</i> pada Segmen 2.....	IV - 79
Gambar 4. 52 Diagram tegangan saat ujung <i>cantilever</i> telah menumpu di <i>abutment</i> pada <i>bottom tendon</i>	IV - 81
Gambar 4. 53 Deformasi saat Launching Stage Segmen 1.....	IV - 86
Gambar 4. 54 Deformasi saat Launching Stage Segmen 2.....	IV - 87
Gambar 4. 55 Deformasi saat Launching Stage Segmen 3.....	IV - 87
Gambar 4. 56 Deformasi saat Launching Stage Segmen 4.....	IV - 87
Gambar 4. 57 Deformasi saat Launching Stage Segmen 5.....	IV - 88
Gambar 4. 58 Deformasi saat Launching Stage Segmen 6.....	IV - 88
Gambar 4. 59 Deformasi saat Launching Stage Segmen 7.....	IV - 88
Gambar 4. 60 Deformasi saat Launching Stage Segmen 8.....	IV - 89
Gambar 4. 61 Deformasi saat Launching Stage Segmen 9.....	IV - 89
Gambar 4. 62 Deformasi saat Launching Stage Segmen 10.....	IV - 89
Gambar 4. 63 Deformasi saat Launching Stage Segmen 11.....	IV - 90
Gambar 4. 64 Deformasi saat Launching Stage Segmen 12.....	IV - 90
Gambar 4. 65 Deformasi struktur <i>cantilever</i> akibat beban struktur sendiri.....	IV - 91
Gambar 5. 1 Layout jembatan segmental box girder dengan CSI BRIDGE	V - 10
Gambar 5. 2 Layout tendon jembatan segmental box girder.....	V - 10

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Bentuk dan Ukuran Penampang Tulangan Prategang	II - 23
Tabel 2. 2 Jenis-jenis Kehilangan Prategang	II - 31
Tabel 2.3 Koefisien Gesek Kelengkungan dan Wobble (ACI 318 Commentary)..	II - 35
Tabel 2. 4 Nilai K_{SH} untuk Komponen Struktur Pascatarik.....	II - 40
Tabel 2. 5 Berat Isi untuk Beban Mati.....	II - 40
Tabel 2. 6 Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana	II - 41
Tabel 2. 7 Beban Pejalan Kaki.....	II - 46
Tabel 2. 8 Gaya Angin Rencana	II - 48
Tabel 2. 9 Tabel Kombinasi Beban Ultimit Jembatan.....	II - 51
Tabel 4. 1 Perhitungan kehilangan prategang akibat friksi internal pada Tendon Atas	IV - 56
Tabel 4. 2 Perhitungan kehilangan prategang akibat friksi internal pada Tendon Bawah	IV - 56
Tabel 4. 3 Perhitungan kehilangan prategang akibat dudukan angkur pada Tendon Atas	IV - 57
Tabel 4. 4 Perhitungan kehilangan prategang akibat dudukan angkur pada Tendon Bawah	IV - 57
Tabel 4. 5 Kehilangan Gaya Prategang tiap Segmen akibat Perpendekan Elastis Beton (Elastic Shortening Loss) pada Tendon Atas.....	IV - 63
Tabel 4. 6 Kehilangan Gaya Prategang tiap Segmen akibat Perpendekan Elastis Beton (Elastic Shortening Loss) pada Tendon Bawah.....	IV - 64
Tabel 4. 7 Kehilangan Gaya Prategang tiap Segmen Sesaat setelah Transfer Total pada Tendon Atas.....	IV - 64
Tabel 4. 8 Kehilangan Gaya Prategang tiap Segmen Sesaat setelah Transfer Total pada Tendon Bawah.....	IV - 64
Tabel 4. 9 Perhitungan kehilangan prategang akibat susut (Shrinkage loss) pada tendon atas	IV - 82

Tabel 4. 10 Perhitungan kehilangan prategang akibat susut (shrinkage loss) pada tendon bawah.....	IV - 82
Tabel 4. 11 Perhitungan kehilangan prategang akibat rangkai (creep loss) pada tendon atas	IV - 83
Tabel 4. 12 Perhitungan kehilangan prategang akibat rangkai (creep loss) pada tendon bawah.....	IV - 83
Tabel 4. 13 Perhitungan kehilangan prategang akibat relaksasi tendon (<i>steel relaxation loss</i>) pada tendon atas	IV - 84
Tabel 4. 14 Perhitungan kehilangan prategang akibat relaksasi tendon (<i>steel relaxation loss</i>) pada tendon bawah.....	IV - 84
Tabel 4. 15 Nilai kehilangan prategang yang terjadi dari tahap transfer hingga tahap layan.....	IV - 85
Tabel 4. 16 Persentase kehilangan prategang yang terjadi dari tahap transfer hingga tahap layan.....	IV - 86
Tabel 4. 17 Deformasi saat Launching Stage terhadap Segmen yang ditinjau dan deformasi maksimum yang terjadi.....	IV - 90
Tabel 5. 1 Nilai gaya prategang yang terjadi dari tahap transfer hingga tahap layan	V - 9