

TUGAS AKHIR
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
BOX GIRDER PRATEGANG PADA JEMBATAN CINCIN LAMA
PENGHUBUNG LAMONGAN DAN TUBAN

Disusun Dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Program Skripsi
Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang



Disusun Oleh :
Guruh Narendra Sukmana
16.21.156

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2021

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
BOX GIRDER PRATEGANG PADA JEMBATAN CINCIN LAMA
PENGHUBUNG LAMONGAN DAN TUBAN**

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil (S-1)
Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

GURUH NARENDRA SUKMANA

16.21.156

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Ester Priskasari, MT
NIP.Y. 1039400265

Vega Aditama, ST., MT
NIP.Y. 1031900559

Mengetahui

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang**

Dr. I Wayan Mandra, MT
NIP.Y. 1018700150

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2021

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
BOX GIRDER PRATEGANG PADA JEMBATAN CINCIN LAMA
PENGHUBUNG LAMONGAN DAN TUBAN**

Telah disetujui oleh Dosen Penguji dan Diterima
Tugas Akhir ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Skripsi
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 2021 dan Diterima
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun oleh :

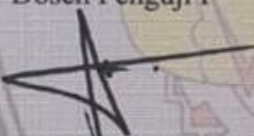
GURUH NARENDRA SUKMANA

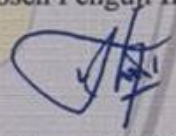
16.21.156

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II


Ir. A. Agus Santosa, MT
NIP.Y. 1018700155

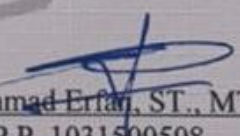

Ir. Munasih, MT
NIP.Y. 1028800187

Disahkan Oleh :

Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1

Sekretaris Jurusan Teknik Sipil S-1




Mohammad Erfan, ST., MT
NIP.P. 1031500508

**PROGRAM TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2021

LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Guruh Narendra Sukmana
NIM : 16.21.156
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul :

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS BOX GIRDER PRATEGANG PADA JEMBATAN CINCIN LAMA PENGHUBUNG LAMONGAN DAN TUBAN

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau yang diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia TUGAS AKHIR ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diprotes sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No 20 tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 2021

...t pernyataan

Guruh Narendra Sukmana
16.21.156

LEMBAR PERSEMBAHAN



Segala Puji bagi Allah SWT. Untuk yang telah diberikan berupa kesehatan, lalu cinta dan karuniannya. Tidak lupa shalawat dan salam telimpahkan kepada baginda Rasulullah SAW.

Ini kupersembahkan kepada orang – orang yang sangat kusayangi.

Ibunda dan Ayahanda tersayang

Tidak lupa bersyukur pada Allah SWT. Karena telah diturunkan 2 malaiikat tak bersayap dalam hidup saya, yaitu kedua orang tua yang selalu memberi semangat, kasih sayang serta do'a di setiap langkah yang kuambil. Karena mereka juga saya akhirnya menyanggah gelar sarjana.

Orang terkasih

- *Untuk Mbak Dian, Mbak Mutia dan Kandita, Keluarga yang selalu ada disaat aku terpuruk.*

Teman – Teman

- *Teman-teman Progam Studi Teknik Sipil (S-1) Angkatan 2016*

ABSTRAK

GURUH NARENDRA SUKMANA. Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Box Girder Prategang pada Jembatan Cincin Lama Penghubung Lamongan dan Tuban. (Ir. Ester Priskasari, MT. dan Vega Aditama, ST., MT)

Jembatan Cincin Lama Penghubung Tuban-Lamongan merupakan jembatan bekas rel kereta api peninggalan kolonial Belanda dan sudah tidak beroperasi sejak tahun 1980-an. Saat ini jembatan cincin lama dijadikan jalur alternatif untuk menyeberangi sungai bengawan solo. Jembatan dengan panjang 200 meter dan lebar 9 meter itu terbagi atas lima segmen (bentang) masing masing memiliki panjang 40 meter tiap segmen. Yang ambruk kemarin adalah segmen ketiga yang berada ditengah sungai. Oleh karena itu direncanakan desain Jembatan Cincin Lama yang baru menggunakan struktur beton prategang berpenampang *box girder* segmental sehingga menghasilkan struktur yang lebih kuat menahan beban. Pada struktur box girder, jumlah komponen untuk membentuk dua lajur lebih sedikit dibanding komponen baja, sehingga pada saat pelaksanaannya dapat mempersingkat gangguan selama distribusi atau erection komponen.

Kata Kunci : Box Girder, Jembatan Cincin Lama, Struktur

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas segala limpahan rahmat dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Box Girder pada Jembatan Cincin Lama Penghubung Lamongan dan Tuban. Skripsi dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik S-1 Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang.

Atas terselesaikan laporan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada :

- 1) Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Rektor ITN Malang
- 2) Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, Msc. Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang
- 3) Ir. I Wayan Mundra, MT. Selaku Kaprodi Teknik Sipil S-1 ITN Malang
- 4) Ir. Ester Priskasari, MT selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir
- 5) Vega Aditama, ST, MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
- 6) Kedua Orang Tua dan Saudara penulis, serta teman teman yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan skripsi ini jauh dari sempurna, untuk itu berbagai kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Selain itu penulis berharap semoga penulisan laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Februari 2021

Penulis

(Guruh Narendra Sukmana)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
1.6 Manfaat.....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Jembatan Box Girder	4
2.1.1 Desain Perancangan Awal.....	4
2.2 Pembebanan Jembatan.....	5
2.2.1 Beban Permanen.....	5
2.2.2 Beban Lalu Lintas	6
2.2.3 Aksi Lingkungan.....	10
2.2.4 Tahap Pembebanan	11
2.2.5 Keadaan Batas Daya Layan	11
2.2.6 Keadaan Batas Fatik dan Fraktur	12
2.2.7 Keadaan Batas Kekuatan.....	12

2.2.8	Keadaan Batas Ekstrem.....	13
2.2.9	Kombinasi pembebanan.....	14
2.3	Beton Pratekan.....	15
2.3.1	Konsep dasar.....	15
2.3.2	Material beton prategang.....	18
2.3.3	Tegangan ijin.....	21
2.3.4	Sistem penegangan.....	22
2.3.5	Kehilangan Tegangan.....	24
2.4	Balok Ujung (End Block).....	29
2.5	Tulangan Non-Prategang (Tulangan Geser).....	31
2.6	Lendutan.....	33
2.7	Metode Konstruksi.....	35
BAB III.....		38
METODOLOGI PENELITIAN.....		38
3.1	Lokasi.....	38
3.2	Data Perencanaan.....	38
3.2.1	Data Umum.....	38
3.2.2	Data Teknis Jembatan.....	38
3.3	Diagram alir.....	39
BAB IV.....		41
PEMBAHASAN.....		41
4.1	Perencanaan Penampang Gelagar.....	41
4.1.1	Dimensi Penampang Gelagar.....	41
4.2	Section Properties.....	41
4.3	Perencanaan Sandaran.....	67
4.3.1	Perencanaan Dimensi Pipa Sandaran (Hand Rail).....	67
4.3.2	Perencanaan Tiang Sandaran.....	68
4.3.3	Perencanaan Trotoir.....	74
4.4	Perhitungan Pembebanan.....	80
4.4.1	Berat Sendiri (MS).....	80
4.4.2	Beban Mati Tambahan (MA).....	81
4.4.3	Beban Lajur “D” (TD).....	81

4.4.4	Gaya Akibat Rem (TB)	84
4.5	Tegangan Ijin.....	85
4.5.1	Tegangan Ijin Beton Prategang.....	85
4.6	Perencanaan Tendon Prategang.....	86
4.6.1	Tahap Kantilever (Tahap 1)	86
4.6.2	Perencanaan tendon menerus (Tahap 2)	125
4.7	Perhitungan Kehilangan Gaya Prategang.....	132
4.7.1	Kehilangan Gaya Prategang Tahap Pertama.....	132
4.7.2	Kehilangan Gaya Prategang Tahap Kedua	136
4.7.3	Perhitungan Kehilangan Prategang Total.....	140
4.8	Kontrol Keamanan.....	143
4.8.1	Kontrol Lendutan pada Beton Prategang	143
4.9	Penulangan pada Box Girder.....	149
4.9.1	Kontrol dan Penulangan Geser pada Box Girder	149
4.9.2	Penulangan Lentur Box Girder	156
4.10	Perencanaan End Block.....	186
BAB V.....		188
KESIMPULAN DAN SARAN.....		188
5.1	Kesimpulan.....	188
5.2	Saran	188
DAFTAR PUSTAKA		189

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Berat Isi untuk Beban Mati	5
Tabel 2. 2 Faktor Beban Untuk Berat Sendiri	6
Tabel 2. 3 Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan	6
Tabel 2. 4 Jumlah Lajur Lalu Lintas Rencana	7
Tabel 2. 5 Faktor Beban untuk beban lajur “D”	8
Tabel 2. 6 Faktor Beban untuk beban “T”	9
Tabel 2. 7 Tekanan Angin Dasar.....	10
Tabel 2. 8 Kombinasi Beban dan Faktor Beban	14
Tabel 2. 9 Tipikal Baja Prategang.....	19
Tabel 2. 10 Nilai koefisien susut, KSH.....	27
Tabel 2. 11 Nilai J dan Kre	28
Tabel 2. 12 Nilai – nilai C.....	29
Tabel 2. 13 Lendutan Izin Maksimum yang Dihitung	35
Tabel 2. 14 Perbandingan Metode Pelaksanaan Box Girder Pracetak.....	36
Tabel 4. 1 Perhitungan Section Properties Segmen 0	42
Tabel 4. 2 Perhitungan Section Properties Segmen 1	44
Tabel 4. 3 Perhitungan Section Properties Segmen 2	46
Tabel 4. 4 Perhitungan Section Properties Segmen 3	48
Tabel 4. 5 Perhitungan Section Properties Segmen 4	50
Tabel 4. 6 Perhitungan Section Properties Segmen 5	52
Tabel 4. 7 Perhitungan Section Properties Segmen 6	54
Tabel 4. 8 Perhitungan Section Properties Segmen 7	56
Tabel 4. 9 Perhitungan Section Properties Segmen 8	58
Tabel 4. 10 Perhitungan Section Properties Segmen 9	60
Tabel 4. 11 Perhitungan Section Properties Segmen 10	62
Tabel 4. 12 Perhitungan Section Properties Segmen 11	64
Tabel 4. 13 Rekap Perhitungan Penampang Setiap Segmen.....	66
Tabel 4. 14 Beban Mati Tambahan	81
Tabel 4. 15 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Berat Sendiri	87

Tabel 4. 16 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Berat Sendiri	88
Tabel 4. 17 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Berat Sendiri	89
Tabel 4. 18 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Berat Sendiri	91
Tabel 4. 19 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Berat Sendiri:	93
Tabel 4. 20 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Berat Sendiri:	95
Tabel 4. 21 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Berat Sendiri:	
97	
Tabel 4. 22 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Berat Sendiri	99
Tabel 4. 23 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Berat Sendiri:	101
Tabel 4. 24 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Berat Sendiri:	104
Tabel 4. 25 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Berat Sendiri	107
Tabel 4. 26 Perhitungan Momen dan Gaya Lintang Akibat Berat Sendiri:	109
Tabel 4. 32 Kontrol tegangan sesuai tendon terpasang pada saat menerus	130
Tabel 4. 33 Kontrol total tegangan pada upper tendon (tendon awal+tendon tambahan).....	131
Tabel 4. 34 Tabel Kehilangan Prategang Akibat Perpendekan Elastis pada Tahap Kantilefer.....	133
Tabel 4. 35 Tabel Kehilangan Prategang Akibat Perpendekan Elastis pada Tahap Servis.....	133
Tabel 4. 36 Tabel Kehilangan Prategang Akibat Gesekan Kabel pada Tahap Kantilefer.....	135
Tabel 4. 37 Tabel Kehilangan Prategang Akibat Gesekan Kabel pada Tahap Servis.....	135
Tabel 4. 38 Tabel Kehilangan Prategang Akibat Rangkak Beton pada Tahap Kantilefer.....	136
Tabel 4. 39 Tabel Kehilangan Prategang Akibat Rangkak Beton pada Tahap Servis.....	137
Tabel 4. 40 Tabel Kehilangan Prategang Akibat Susut pada Tahap Kantilefer..	138
Tabel 4. 41 Tabel Kehilangan Prategang Akibat Susut pada Tahap Servis.....	138
Tabel 4. 42 Tabel Kehilangan Prategang Akibat Relaksasi Baja pada Tahap Kantilefer.....	139

Tabel 4. 43 Tabel Kehilangan Prategang Akibat Relaksasi Baja pada Tahap Servis	140
Tabel 4. 44 Tabel Kehilangan Prategang Total Tahap Kantilefer	140
Tabel 4. 45 Tabel Kehilangan Prategang Total Tahap Servis.....	141
Tabel 4. 46 Tabel Kontrol Tegangan Setelah Kehilangan Prategang pada Tendon Kantilefer.....	142
Tabel 4. 47 Momen Akibat Tahap Kantilever (MuTK) dan Tahap Servis (MuTS)	149
Tabel 4. 48 Gaya Geser Akibat Beban mati (VD) dan Beban Hidup (VL)	150
Tabel 4. 49 Rekapitulasi Penulangan Plat Atas	174
Tabel 4. 50 Rekapitulasi Penulangan Plat Bawah.....	181
Tabel 4. 51 Rekapitulasi Penulangan Plat Bawah.....	181
Tabel 4. 52 Rekapitulasi Penulangan Web.....	185

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penampang Box Girder Satu Sel	4
Gambar 2. 2 Penampang Box Girder Multi Sel.....	4
Gambar 2. 3 Beban lajur “D”	8
Gambar 2. 4 Pembebanan truk “T” (500 kN).....	9
Gambar 2. 5 Penampang Beton Pratekan Box Girder	15
Gambar 2. 6 Konsep Beton Konsentris dan Eksentris	16
Gambar 2. 7 Konsep Kesetimbangan Beban	17
Gambar 2. 8 Tipikal Baja Prategang	19
Gambar 2. 9 Selongsong tendon (Duct)	20
Gambar 2. 10 Angkur Hidup dan Angkur Mati.....	21
Gambar 2. 11 Penyambung Multistrand.....	21
Gambar 2. 12 Konsep Pratarik	23
Gambar 2. 13 Konsep Pascatarik	24
Gambar 2. 14 Transisi Daerah Solid Ke Tumpuan.....	30
Gambar 2. 15 Zona Ujung, Retak Bursting dan Retak Spalling	30
Gambar 2. 16 Sengkang Vertikal	32
Gambar 2. 17 Jarak Tulangan Badan	33
Gambar 2. 18 Ilustrasi Balanced Cantilever dengan Form Traveler Method.....	37
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Studi Perencanaan	38
Gambar 3. 2 Diagram Alir	40
Gambar 4. 1 Gambar Rencana	41
Gambar 4. 2 Section Properties Box Girder 0	41
Gambar 4. 3 Section Properties Box Girder 1	44
Gambar 4. 4 Section Properties Box Girder 2	46
Gambar 4. 5 Section Properties Box Girder 3	48
Gambar 4. 6 Section Properties Box Girder 4	50
Gambar 4. 7 Section Properties Box Girder 5	52
Gambar 4. 8 Section Properties Box Girder 6	54
Gambar 4. 9 Section Properties Box Girder 7	56
Gambar 4. 10 Section Properties Box Girder 8	58
Gambar 4. 11 Section Properties Box Girder 9	60
Gambar 4. 12 Section Properties Box Girder 10	62

Gambar 4. 13 Section Properties Box Girder 11	64
Gambar 4. 14 Skema Pembebanan pipa sandaran	68
Gambar 4. 15 Gaya yang bekerja pada tiang sandaran	69
Gambar 4. 16 Skema Pembebanan Pada Tiang Sandaran dengan Tumpuan Jepit.....	70
Gambar 4. 17 Penampang tiang sandaran	71
Gambar 4. 18 Penulangan tiang sandaran	73
Gambar 4. 19 Beban yang terjadi pada trotoir.....	74
Gambar 4. 20 Skema Pembebanan yang terjadi pada trotoir.....	76
Gambar 4. 21 Rencana Tulangan	79
Gambar 4. 22 Lajur rencana beban hidup kendaraan	81
Gambar 4. 23 Distribusi Beban Hidup Kendaraan	82
Gambar 4. 24 Faktor Beban Dinamis untuk Beban Lajur “D”	83
Gambar 4. 25 Faktor Beban Dinamis untuk Beban Lajur “D”	84
Gambar 4. 26 Kantilever.....	86
Gambar 4. 27 Beban Kantilever pada Segmen 0.....	86
Gambar 4. 28 Hasil Momen dan Lintang Tahap Kantilever Segmen 0	87
Gambar 4. 29 Beban Kantilever pada Segmen 1	87
Gambar 4. 30 Hasil Momen dan Lintang Tahap Kantilever Segmen 1	88
Gambar 4. 31 Beban Kantilever pada Segmen 2	89
Gambar 4. 32 Hasil Momen dan Lintang Tahap Kantilever Segmen 2	90
Gambar 4. 33 Beban Kantilever pada Segmen 3	90
Gambar 4. 34 Hasil Momen dan Lintang Tahap Kantilever Segmen 3	91
Gambar 4. 35 Beban Kantilever pada Segmen 4.....	92
Gambar 4. 36 Hasil Momen dan Lintang Tahap Kantilever Segmen 4	93
Gambar 4. 37 Beban Kantilever pada Segmen 5	94
Gambar 4. 38 Hasil Momen dan Lintang Tahap Kantilever Segmen 5	95
Gambar 4. 39 Beban Kantilever pada Segmen 6.....	96
Gambar 4. 40 Hasil Momen dan Lintang Tahap Kantilever Segmen 6	97
Gambar 4. 41 Beban Kantilever pada Segmen 7	98
Gambar 4. 42 Hasil Momen dan Lintang Tahap Kantilever Segmen 7	99
Gambar 4. 43 Beban Kantilever pada Segmen 8	100
Gambar 4. 44 Hasil Momen dan Lintang Tahap Kantilever Segmen 8	102
Gambar 4. 45 Beban Kantilever pada Segmen 9	103
Gambar 4. 46 Hasil Momen dan Lintang Tahap Kantilever Segmen 9	105

Gambar 4. 47 Beban Kantilever pada Segmen 10	106
Gambar 4. 48 Hasil Momen dan Lintang Tahap Kantilever Segmen 10	107
Gambar 4. 49 Beban Kantilever pada Segmen 11	108
Gambar 4. 50 Hasil Momen dan Lintang Tahap Kantilever Segmen 11	109
Gambar 4. 51 Lampiran Strand and Tendon Properties VSL	111
Gambar 4. 52 Tegangan pada Joint 14 Segmen 0.....	113
Gambar 4. 53 Gambar Pemasangan Segmen.....	114
Gambar 4. 54 Gambar Pemasangan Segmen 1.....	114
Gambar 4. 55 Gambar Pemasangan Segmen 2.....	115
Gambar 4. 56 Gambar Pemasangan Segmen 3.....	116
Gambar 4. 57 Gambar Pemasangan Segmen 4.....	117
Gambar 4. 58 Gambar Pemasangan Segmen 5.....	118
Gambar 4. 59 Gambar Pemasangan Segmen 6.....	119
Gambar 4. 60 Gambar Pemasangan Segmen 7.....	120
Gambar 4. 61 Gambar Pemasangan Segmen 8.....	121
Gambar 4. 62 Gambar Pemasangan Segmen 9.....	122
Gambar 4. 63 Gambar Pemasangan Segmen 10.....	123
Gambar 4. 64 Gambar Pemasangan Segmen 11.....	124
Gambar 4. 65 Gambar Beban Lalu Lintas Kombinasi 1.....	126
Gambar 4. 66 Gambar Momen Akibat Kombinasi 1.....	126
Gambar 4. 67 Gambar Beban Lalu Lintas Kombinasi 2.....	126
Gambar 4. 68 Gambar Momen Akibat Kombinasi 2.....	126
Gambar 4. 69 Gambar Beban Lalu Lintas Kombinasi 3.....	126
Gambar 4. 70 Gambar Momen Akibat Kombinasi 3.....	126
Gambar 4. 71 Gambar Beban Lalu Lintas Kombinasi 4.....	127
Gambar 4. 72 Gambar Momen Akibat Kombinasi 4.....	127
Gambar 4. 73 Gambar Beban Lalu Lintas Kombinasi 5.....	127
Gambar 4. 74 Gambar Momen Akibat Kombinasi 5.....	127
Gambar 4. 75 Gambar Beban Lalu Lintas Kombinasi 6.....	127
Gambar 4. 76 Gambar Momen Akibat Kombinasi 6.....	127
Gambar 4. 77 Lendutan Tendon Lurus.....	144
Gambar 4. 78 Luasan Momen Area untuk Menghitung Lendutan Akibat Berat Sendiri	144
Gambar 4. 79 Lendutan Akibat Beban Mati Tambahan dengan Tumpuan Sendi – Sendi	146

Gambar 4. 80 a.) Lendutan Akibat BTR _{100m} b.) Lendutan Akibat BGT _{100m}	147
Gambar 4. 81 Lendutan Akibat Beban Rem Struktur dengan Tumpuan Sendi-Sendi	147
Gambar 4. 82 Kontrol Lendutan yang terjadi terhadap Lendutan Ijin	148
Gambar 4. 83 Penulangan Tulangan Geser pada Segmen Tumpuan	155
Gambar 4. 84 Penampang Box Girder Kondisi 1	157
Gambar 4. 85 Output Momen Penampang Box Girder Kondisi 1	157
Gambar 4. 86 Penampang Box Girder Kondisi 2	158
Gambar 4. 87 Output Momen Penampang Box Girder Kondisi 2	159
Gambar 4. 88 Penampang Box Girder Kondisi 3	160
Gambar 4. 89 Output Momen Penampang Box Girder Kondisi 3	160
Gambar 4. 90 Penampang Box Girder Kondisi 4	161
Gambar 4. 91 Output Momen Penampang Box Girder Kondisi 4	161
Gambar 4. 92 Distribusi Regangan – Tegangan pada Plat Atas (Tumpuan).....	164
Gambar 4. 93 Distribusi Regangan – Tegangan pada Plat Atas (Lapangan)	170
Gambar 4. 94 Penulangan Plat Atas	174
Gambar 4. 95 Distribusi Regangan – Tegangan pada Plat Bawah.....	179
Gambar 4. 96 Penulangan Plat Bawah	181
Gambar 4. 97 Penulangan Plat Web.....	185
Gambar 4. 98 Angkur VSL tipe Sc	186
Gambar 4. 99 Pembesian End Block.....	187

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2. 1 $P_D = P_B \sqrt{DZVB^2}$	10
Persamaan 2. 2 Tegangan : $f = M . cI$	16
Persamaan 2. 3 $f_t = - PA + P_e cI - M . cI$	17
Persamaan 2. 4 $f_b = - PA - P_e cI - M . cI$	17
Persamaan 2. 5 $W_b = 8PaL^2$	18
Persamaan 2. 6 $ES = Kes EsEci f cir$	25
Persamaan 2. 7 $f cir = - FoA - Fo. e2I + MG. eI$	25
Persamaan 2. 8 $\Delta f_p f = f_{pi} (\emptyset . \alpha + k. L)$	25
Persamaan 2. 9 $\Delta f_{pa} = \Delta AL. E$	26
Persamaan 2. 10 $CR = Kcr EsEc (fcir - fc ds)$	26
Persamaan 2. 11 $SH = 8,2 \times 10^{-6} KSH Es (1-0.0236 VS) (100 - RH)$	27
Persamaan 2. 12 $RE = [Kre - J (SH + CR)] \times C$ Relasi baja prategang	27
Persamaan 2. 13 $F_{bst} = 0,3 \times P_j \times [(1-(y_{po}/y_o))^{0,58}]$	31
Persamaan 2. 14 $\sigma_{bi} = 0,8 f' ci A2A1 - 0,2 \leq 1,25 f' ci$	31
Persamaan 2. 15 $\sigma_{bi} = 0,6 f' ci A2A1$	31
Persamaan 2. 16 $V_{ci} = 120 f' c \times bw \times dp + Vd + ViMmaks (Mcr)$	32
Persamaan 2. 17 $V_{cw} = [0,3 f' c + f_{pc}] bw \times dp + Vp$	32
Persamaan 2. 18 $s = Av fy dVu \emptyset = Av \emptyset fy dVu - \emptyset Vc$	32
Persamaan 2. 19 $Av = 50 bw s fy$	33
Persamaan 2. 20 $\Delta = -5. q. L4384. EI$	34