

TUGAS AKHIR
STUDI KOMPARASI STRUKTUR PENAMPANG *SINGLE BOX*
***GIRDER DAN DOUBLE BOX GIRDER* PADA JALAN TOL**
BERTINGKAT (*ELEVATED TOLL ROAD*)
STUDI KASUS: JALAN TOL HARBOUR ROAD 2 JAKARTA



UNIVERSITAS
DISUSUN OLEH :
Roland Aditya Putra Sulistyo (41116120009)

DOSEN PEMBIMBING:

Fajar Triwardono, S.T. , M.T.

FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MERCU BUANA JAKARTA
2021



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

Q

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 : Studi Komparasi Struktur Penampang *Single Box Girder*
Dan *Double Box Girder* Pada Jalan Tol Bertingkat
(*Elevated Toll Road*). Studi Kasus : Jalan Tol *Harbour Road 2* Jakarta**

Disusun oleh

Nama : Roland Aditya Putra Sulistyo
NIM : 41116120009
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : 20 Februari 2021

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Mengetahui

Pembimbing Tugas Akhir 
Fajar Triwardono, S.T., M.T.

Ketua Penguji 
Donald Essen, S.T., M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Acep Hidayat, S.T., M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Roland Aditya Putra Sulistyo

Nomor Induk Mahasiswa : 41116120009

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. 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 di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

Jakarta, 22 Februari 2021

Yang memberikan pernyataan



Roland Aditya Putra Sulistyo

ABSTRAK

Judul : Studi Komparasi Struktur Penampang *Single Box Girder* dan *Double Box Girder*
Pada Jalan Tol Bertingkat (*Elevated Toll Road*), Studi Kasus : Jalan Tol *Harbour Road* 2
Jakarta, Nama : Roland Aditya Putra Sulistyo, Nim : 41116120009, Jurusan Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Dosen Pembimbing : Fajar Triwardono, S.T.,
M.T., 2021

Jalan tol *Harbour* 2 direncanakan menggunakan desain jalan tol layang (*elevated toll road*). Hal itu dikarenakan pada lokasi rencana pembangunan jalan tol tersebut sangat minim adanya lahan yang tersedia dan adanya jalan tol eksisting *Harbour Road* 1. Struktur atas yang akan digunakan pada Jalan Tol *Harbour* 2 menggunakan struktur jembatan *box girder*. Jembatan *box girder* adalah sebuah jembatan dimana struktur atas jembatan terdiri dari balok-balok penopang utama yang berbentuk kotak berongga. Box girder yang akan dilakukan analisis *single box girder* dan *double box girder*. Untuk struktur *single box girder* mempunyai lebar 26,4 m dan tinggi 2,6 m, sedangkan untuk struktur *double box girder* mempunyai ukuran lebar 13,3 m dan juga mempunyai tinggi 2,6 m dalam satu penampang *box girder*. Pembebanan ultimate yang terjadi pada struktur model *single box girder* sebesar 44982,27 kNm sedangkan untuk model *double box girder* sebesar 38557,84 kNm. Untuk pembebanan layan yang terjadi pada struktur model *single box girder* sebesar 30586,47 kNm sedangkan untuk model *double box girder* sebesar 23779,35 kNm. Ragam bentuk struktur didapatkan frekuensi natural untuk model *single box girder* sebesar 29,342 cycle/sec sedangkan pada model *double box girder* sebesar 31,236 cycle/sec. Kekakuan struktur antara kedua model *box girder* pada model *single box girder* sebesar 43976299,20 kN/m sedangkan pada model *double box girder* sebesar 34696429,46 kN/m. Lendutan penampang *box girder* yang terjadi akibat beban hidup layan (*service*) pada model *single box girder* sebesar 13,52 mm sedangkan lendutan yang terjadi pada model *double box girder* sebesar 8,91 mm dan tidak melebihi batas izin.

Kata Kunci: Jalan Tol *Harbour* 2, Jembatan *Box Girder*, Perilaku Dinamik Struktur.

MERCU BUANA

ABSTRACT

Title : Comparative Study Of Structure Single Box Girder and Double Box Girder on Elevated Toll Road, Case Study : Jalan Tol Harbour Road 2 Jakarta, Name : Roland Aditya Putra Sulisty, Nim : 41116120009, Civil Engineering Department, Faculty Of Engineering, Universitas Mercu Buana, Supervisor : Fajar Triwardono, S.T., M.T., 2021

Harbour 2 Toll Road is planned to use an elevated toll road design. This is because at the location of the toll road development plan there is very little land available and existence of an existing Harbour 1 toll road. The upper structure to be used on the Harbour 2 toll road uses a box girder bridge structure. Box girder bridge is a bridge where the upper structure of the bridge consists of the main support beams in the form a hollow box. Box girder which will be analyzed single box girder and double box girder. The single box girder structure has a width of 26,4 m and a height 26,6 m, while the double box girder structure has a width of 13,3 m and also has a height of 2,6 m in one box girder section. The ultimate loading that occurs in the structure of the single box girder model is 44982,27 kNm, while for the double box girder model it is 38557,84 kNm. The service loading that occurs in the single box girder model structure is 30586,47 kNm, while for the double box girder model it's 23779,35 kNm. Mode shape of structure obtained natural frequency for single box girder model of 29,342 cycles/sec, whele in double box girder model 31,236 cycles/sec. The structural stiffness between the two box girder models in the single box girder model is 43972699,20 kN/m, while the double box girder model is 34696429,46 kN/m. The deflection of the box girder section that occurs due to the service live load on the single box girder model is 13,52 mm, while the deflection that occurs in the double box girder model is 8,91 mm and doses not exceed the permit limit.

Keywords : Harbour 2 Toll Road, Box Girder Bridges, Dynamic behavior of strucutre.



KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) pada program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.

Adapun judul tugas akhir ini adalah “**Studi Komparasi Struktur Single Box Girder dan Double Girder Pada Jalan Tol Bertingkat, Studi Kasus : Jalan Tol Harbour Road 2**”. Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari pertolongan banyak pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Acep Hidayat, ST, MT, selaku ketua Program Studi Teknik Sipil sekaligus dosen pengajar pada kelas tugas akhir.
2. Bapak Fajar Triwardono, ST, MT, selaku dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan dan saran kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu dan kakak saya atas dukungan baik dalam doa dan nasehat yang sangat berarti bagi penulis selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
4. Terima kasih untuk motivasi dan saran yang diberikan oleh rekan-rekan di kantor, untuk Erwin, Nizar, Daniel, Ikhsan, dan Wira.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari bapak dan ibu staf

pengajar serta rekan-rekan mahasiswa demi penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat besar bagi kita semua.

Jakarta, 22 Februari 2021

Hormat

Roland Aditya Putra Sulistyo
NIM : 41116120009



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. 1 Latar Belakang Masalah.....	1
1. 2 Identifikasi Masalah.....	2
1. 3 Perumusan Masalah.....	3
1. 4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1. 5 Manfaat Penelitian	4
1. 6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah.....	4
1. 7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	1
2.1 Jalan Tol	1
2.2 Jembatan	2
2.2.1 Fungsi Jembatan	3
2.2.2 Bentuk dan Tipe Jembatan.....	3

2.2.3	Struktur Jembatan	10
2.2.3.1	Bangunan Bawah Jembatan (<i>Sub Structure</i>).....	10
2.2.3.2	Bangunan Atas Jembatan (<i>Superstructure</i>).....	10
2.3	Tipe – Tipe <i>Girder</i>	11
2.4	Jembatan <i>Box Girder</i>	15
2.5	Pembebanan	16
2.5.1	Beban Permanen.....	17
2.5.2	Beban Lalu Lintas.....	17
2.5.3	Beban Temperatur (<i>EUn</i>).....	21
2.5.4	Beban Angin.....	21
2.5.5	Beban Gempa	24
2.6	Kombinasi Pembebanan	29
2.7	Beton Prategang	31
2.7.1	Metode Prategang	32
2.7.2	Sistem Prategang	34
2.7.3	Tegangan Izin Beton Prategang	35
2.7.4	Kehilangan Gaya Prategang.....	37
2.8	Batas Layan Pada Aspek Lendutan.....	41
2.9	Kerangka Berpikir.....	42
2.10	Penelitian Terdahulu	42
	BAB III METODE PENELITIAN	1

3.1	Umum.....	1
3.2	Diagram Alir	1
3.3	Pengumpulan Data	2
3.4	Identifikasi Masalah.....	3
3.5	Tinjauan Pustaka.....	3
3.6	<i>Preliminary Design</i>	3
3.6.1	<i>Single Box Girder</i>	3
3.6.2	<i>Double Box Girder</i>	6
3.7	Perhitungan Pembebatan	8
3.8	Perhitungan Gaya <i>Prestress</i>	10
3.9	Pemodelan Struktur <i>Box Girder</i>	10
3.10	Input Pembebatan.....	10
3.11	Hasil Analisis <i>Box Girder</i>	10
3.12	Analisis Perbandingan <i>Box Girder</i>	10
3.13	Kesimpulan.....	11
3.14	Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	11
	BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	1
4.1	Data <i>Box Girder Prestress</i> (<i>Single Box Girder</i>)	1
4.2	Material.....	3
4.2.1	Beton <i>Prestress</i>	3
4.2.2	Kawat Baja <i>Prestress</i>	4

4.2.3	<i>Specific Gravity</i>	4
4.3	Perhitungan Pembeban (<i>Single Box Girder</i>).....	5
4.3.1	Beban Sendiri Struktur.....	5
4.3.2	Beban Mati Tambahan.....	5
4.3.3	Beban Lalu Lintas.....	6
4.3.4	Beban Angin.....	10
4.3.5	Beban Gempa	13
4.3.6	Beban Temperatur	24
4.3.7	<i>Resume Momen Maksimum</i>	26
4.4	Gaya <i>Prestress</i> , Jumlah Tendon, dan Posisi Tendon	27
4.4.1	Tegangan Izin Beton.....	27
4.4.2	Tegangan Izin <i>Prestress</i>	28
4.4.3	Gaya <i>Prestress</i> Pada Kondisi Awal (<i>Transfer</i>).....	28
4.4.4	Posisi Tendon.....	32
4.4.5	Kehilangan Tegangan	34
4.4.6	Gaya Prestress Pada Kondisi Layan (<i>Service</i>)	42
4.5	Pembebanan <i>Ultimate</i> , Layan, dan Gaya geser <i>Single Box Girder</i>	43
4.6	Lendutan Penampang <i>Single Box Girder</i>	45
4.7	Perilaku Dinamik Penampang <i>Single Box Girder</i>	47
4.8	Data Box Girder <i>Prestress</i> (<i>Double Box Girder</i>)	48
4.9	Perhitungan Pembeban (<i>Double Box Girder</i>).....	50

4.9.1	Beban Sendiri Struktur.....	50
4.9.2	Beban Mati Tambahan.....	50
4.9.3	Beban Lalu Lintas.....	51
4.9.4	Beban Angin.....	55
4.9.5	Beban Gempa	58
4.9.6	Beban Temperatur	69
4.9.7	<i>Resume Momen Maksimum.....</i>	71
4.10	Gaya <i>Prestress</i> , Jumlah Tendon, dan Posisi Tendon	72
4.10.1	Tegangan Izin Beton.....	72
4.10.2	Tegangan Izin <i>Prestress</i>	73
4.10.3	Gaya <i>Prestress</i> Pada Kondisi Awal (<i>Transfer</i>).....	73
4.10.4	Posisi Tendon	77
4.10.5	Kehilangan Tegangan	79
4.10.6	Gaya <i>Prestress</i> Pada Kondisi Layan (<i>Service</i>).....	86
4.11	Pembebaan <i>Ultimate</i> , Layan, dan Gaya Geser <i>Double Box Girder</i>	90
4.12	Lendutan Penampang <i>Double Box Girder</i>	92
4.13	Perilaku Dinamik Penampang <i>Double Box Girder</i>	94
4.14	Kekakuan Penampang <i>Box Girder</i>	95
4.15	Perbandingan Struktur <i>Single Box Girder</i> dan <i>Double Box Girder</i>	96
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	1
5.1	Kesimpulan	1

5.2 Saran.....	3
DAFTAR PUSTAKA.....	1
LAMPIRAN.....	1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jembatan Pelengkung.....	4
Gambar 2. 2 Jembatan Rangka Baja	5
Gambar 2. 3 Jembatan Gantung.....	6
Gambar 2. 4 Jembatan Slab Beton Bertulang	7
Gambar 2. 5 Jembatan Gelagar Kotak (Box Girder).....	8
Gambar 2. 6 Jembatan Gelagar Dek (I Girder).....	9
Gambar 2. 7 Cable Stayed Bridge.....	10
Gambar 2. 8 Box girder multi sel dan single sel.....	12
Gambar 2. 9 PCI Girder.....	13
Gambar 2. 10 PCU Girder	13
Gambar 2. 11 T-Girder	14
Gambar 2. 12 Plate Girder.....	15
Gambar 2. 13 Beban lajur “D”.....	18
Gambar 2. 14 Pembebanan truk “T” (500 kN)	19
Gambar 2. 15 Faktor beban dinamis untuk beban “T” untuk pembebanan lajur “D”	20
Gambar 2. 16 Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun.....	25
Gambar 2. 17 Peta respon spektra percepatan 0.2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun	25
Gambar 2. 18 Peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun.....	26
Gambar 2. 19 Bentuk tipikal respon spektra di permukaan tanah	26
Gambar 2. 20 Sistem Pratarik (Pre-tensioned Prestressed Concrete)	32
Gambar 2. 21 Sistem Pasca Tarik (Post-tensioned Prestressed Concrete).....	33

Gambar 2. 22 Kerangka Berpikir Penelitian.....42

Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian1

Gambar 3. 2 Layout proyek jalan tol harbour 22

Gambar 3. 3 Potongan melintang struktur single box girder3

Gambar 3. 4 Dimensi melintang single box girder4

Gambar 3. 5 Denah bentang 35 m single box girder4

Gambar 3. 6 Potongan memanjang bentang 35 m single box girder4

Gambar 3. 7 Pemodelan single box girder dengan MIDAS Civil5

Gambar 3. 8 Potongan melintang struktur double box girder6

Gambar 3. 9 Dimens melintang double box girder6

Gambar 3. 10 Denah bentang 35 m double box girder6

Gambar 3. 11 Potongan memanjang bentang 35 m double box girder7

Gambar 3. 12 Pemodelan double box girder dengan MIDAS Civil7

Gambar 3. 13 Diagram alir perencanaan beban jembatan8

Gambar 3. 14 Diagram alir perancangan jembatan terhadap beban gempa9

MERCU BUANA

Gambar 4. 1 Data penampang single box girder1

Gambar 4. 3 Dimensi single box girder1

Gambar 4. 4 Dimensi wings single box girder2

Gambar 4. 5 Penampang beban lajur “D”6

Gambar 4. 6 Penampang beban truk “T”8

Gambar 4. 7 Penampang beban rem “TB”9

Gambar 4. 8 Penampang beban angin “EW”10

Gambar 4. 9 Input nilai SS, S1, PGA kedalam software.....	14
Gambar 4. 10 Hasil respon spektum dari software	14
Gambar 4. 11 Koefisien geser dasar (C) plastis untuk analisis statis.....	19
Gambar 4. 12 Penampang beban temperatur “ET”	24
Gambar 4. 13 Gradien temperatur vertikal pada box girder.....	25
Gambar 4. 14 Penampang properties box girder (Single Box Girder).....	28
Gambar 4. 15 Penampang properties wings box girder (Single Box Girder).....	29
Gambar 4. 16 Potongan tendon single box girder di tumpuan	32
Gambar 4. 17 Potongan tendon single box girder pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari tumpuan	33
Gambar 4. 18 Penampang menerus tendon single box girder	34
Gambar 4. 19 Pemodelan tendon single box girder pada software.....	34
Gambar 4. 20 Grafik kehilangan tegangan single box girder	41
Gambar 4. 21 Momen ultimit kombinasi pembebanan kuat I	44
Gambar 4. 22 Momen layan ultimit kombinasi pembebanan layan II	44
Gambar 4. 23 Gaya geser ultimit kombinasi pembebanan kuat I.....	45
Gambar 4. 24 Lendutan maksimum akibat pembebanan selesai kosntruksi	45
Gambar 4. 25 Lendutan maksimum akibat rencana beban layan	46
Gambar 4. 26 Lendutan maksimum akibat beban layan	46
Gambar 4. 27 Ragam bentuk struktur single box girder kondisi 1	47
Gambar 4. 28 Ragam bentuk struktur single box girder kondisi 2	48
Gambar 4. 29 Ragam bentuk struktur single box girder kondisi 3	48
Gambar 4. 30 Penampang double box girder	48
Gambar 4. 31 Dimensi double box girder	49
Gambar 4. 32 Penampang beban lajur “D”	51
Gambar 4. 33 Penampang beban truk “T”.....	53

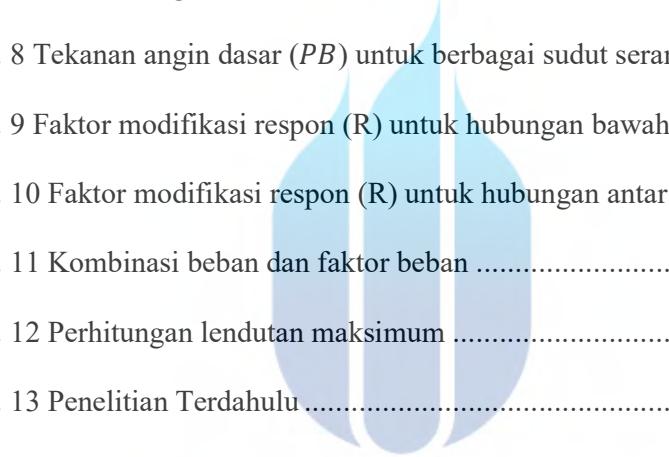
Gambar 4. 34 Penampang beban rem “TB”	54
Gambar 4. 35 Penampang beban angin “EW”	55
Gambar 4. 36 Input nilai SS, S1, PGA kedalam software.....	59
Gambar 4. 37 Hasil respon spektum dari software	59
Gambar 4. 38 Koefisien geser dasar (C) plastis untuk analisis statis.....	64
Gambar 4. 39 Penampang beban temperatur “ET”	69
Gambar 4. 40 Gradien temperatur vertikal pada box girder	70
Gambar 4. 41 Penampang properties box girder (Double Box Girder)	73
Gambar 4. 42 Potongan tendon double box girder di tumpuan	77
Gambar 4. 43 Potongan tendon double box girder pada jarak $\frac{1}{2} L$ dari tumpuan	78
Gambar 4. 44 Penampang menerus tendon double box girder	78
Gambar 4. 45 Pemodelan tendon double box girder pada software	79
Gambar 4. 46 Grafik kehilangan tegangan double box girder.....	89
Gambar 4. 47 Momen ultimit kombinasi pembebanan kuat I	91
Gambar 4. 48 Momen layan ultimit kombinasi pembebanan layan II	91
Gambar 4. 49 Gaya geser ultimit kombinasi pembebanan kuat I	92
Gambar 4. 50 Lendutan maksimum akibat pembebanan selesai konstruksi	92
Gambar 4. 51 Lendutan bawah maksimum akibat rencana beban layan	93
Gambar 4. 52 Lendutan maksimum akibat beban layan	93
Gambar 4. 53 Ragam bentuk struktur double box girder kondisi 1	94
Gambar 4. 54 Ragam bentuk struktur double box girder kondisi 2	95
Gambar 4. 55 Ragam bentuk struktur double box girder kondisi 3	95
Gambar 4. 56 Grafik perbandingan frekuensi struktur box girder.....	97
Gambar 4. 57 Grafik perbandingan periode struktur box girder.....	97
Gambar 4. 58 Grafik perbandingan kekakuan struktur box girder	98

Gambar 4. 59 Grafik perbandingan lendutan struktur akibat beban layan.....99



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor beban untuk berat sendiri	17
Tabel 2. 2 Faktor beban untuk beban mati tambahan	17
Tabel 2. 3 Faktor beban untuk beban lajur “D”	18
Tabel 2. 4. Faktor beban untuk beban “T”.....	19
Tabel 2. 5 Sfat bahan rata-rata akibat pengaruh temperatur.....	21
Tabel 2. 6 Nilai Vo dan Zo untuk berbagai variasi kondisi permukaan hulu.....	23
Tabel 2. 7 Tekanan angin dasar	23
Tabel 2. 8 Tekanan angin dasar (PB) untuk berbagai sudut serang.....	24
Tabel 2. 9 Faktor modifikasi respon (R) untuk hubungan bawah.....	28
Tabel 2. 10 Faktor modifikasi respon (R) untuk hubungan antar elemen struktur	28
Tabel 2. 11 Kombinasi beban dan faktor beban	30
Tabel 2. 12 Perhitungan lendutan maksimum	36
Tabel 2. 13 Penelitian Terdahulu	43



Tabel 3. 1 Jadwal pelaksanaan penelitian.....	11
---	----

Tabel 4. 1 Data penampang single box girder	1
Tabel 4. 3 Dimensi penampang single box girder.....	2
Tabel 4. 4 Dimensi penampang wings single box girder	3
Tabel 4. 5 Dimensi box girder penampang beban angin	11
Tabel 4. 6 Faktor amplifikasi untuk PGA dan 0,2 detik ($FPGA/Fa$).....	15
Tabel 4. 7 Besarnya nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (Fv).....	15
Tabel 4. 8 Kategori kinerja seismik	17

Tabel 4. 9 Prosedur analisis berdasarkan kategori kinerja seismik (A-D)	17
Tabel 4. 10 Beban gempa horizontal dan vertikal.....	23
Tabel 4. 11 Sifat bahan rata-rata akibat pengaruh temperatur.....	24
Tabel 4. 12 Temperatur jembatan nominal rata-rata	25
Tabel 4. 13 Parameter T_1 , T_2 , dan T_3	26
Tabel 4. 14 Resume momen maksimum akibat beban.....	27
Tabel 4. 15 Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur	27
Tabel 4. 16 Resume properties box girder prestress	29
Tabel 4. 17 Resume kehilangan tegangan dari beberapa aspek.....	41
Tabel 4. 18 Momen ultimate, layan dan gaya geser ultimate single box girder	44
Tabel 4. 19 Frekuensi natural dan periode natural single box girder	47
Tabel 4. 20 Data penampang double box girder	49
Tabel 4. 21 Dimensi penampang double box girder	49
Tabel 4. 22 Dimensi box girder penampang beban angin	56
Tabel 4. 23 Faktor amplifikasi untuk PGA dan 0,2 detik ($FPGA/F_a$).....	60
Tabel 4. 24 Besarnya nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)	60
Tabel 4. 25 Kategori kinerja seismik.....	62
Tabel 4. 26 Prosedur analisis berdasarkan kategori kinerja seismik (A-D)	62
Tabel 4. 27 Beban gempa horizontal dan vertikal.....	68
Tabel 4. 28 Sifat bahan rata-rata akibat pengaruh temperatur.....	69
Tabel 4. 29 Temperatur jembatan nominal rata-rata	70
Tabel 4. 30 Parameter T_1 , T_2 , dan T_3	71
Tabel 4. 31 Resume momen maksimum akibat beban.....	72
Tabel 4. 32 Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur	72
Tabel 4. 33 Resume properties box girder prestress	74

Tabel 4. 34 Resume kehilangan tegangan dari beberapa aspek (10 Tendon).....	86
Tabel 4. 35 Resume tegangan leleh pada baja gaya prestress transfer (12 Tendon).....	88
Tabel 4. 36 Resume tegangan prestress akibat jacking gaya prestress transfer (12 Tendon).....	88
Tabel 4. 37 Resume kehilangan tegangan dari beberapa aspek (12 Tendon).....	88
Tabel 4. 38 Resume total kehilangan tegangan prestress (12 Tendon)	89
Tabel 4. 39 Momen ultimate, layan dan gaya geser double box girder	91
Tabel 4. 40 Frekuensi natural dan periode natural double box girder.....	94
Tabel 4. 41 Perbandingan perilaku dinamik struktur box girder	97
Tabel 4. 42 Perbandingan kekakuan struktur box girder.....	98
Tabel 4. 43 Perbandingan lendutan struktur akibat beban layan	99
Tabel 5. 1 Tegangan beton pada saat transfer dan layan	1

