

**SKRIPSI**

**STUDI ANALISIS JEMBATAN *BOX GIRDER*  
METODE *MOVABLE SCAFFOLD SYSTEM* (MSS)  
DENGAN MENGGUNAKAN MUTU BETON  
40 MPa, 80 MPa dan 120 MPa**



**KEVIN RIYANTO**

**NPM: 2013410016**

**PEMBIMBING : Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.**

**Ko-PEMBIMBING : Altho Sagara, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JANUARI 2017**

**SKRIPSI**

**STUDI ANALISIS JEMBATAN *BOX GIRDER*  
METODE *MOVABLE SCAFFOLD SYSTEM* (MSS)  
DENGAN MENGGUNAKAN MUTU BETON  
40 MPa, 80 MPa dan 120 MPa**



**KEVIN RIYANTO**

**NPM: 2013410016**

**PEMBIMBING:**

**Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.**

**Ko-PEMBIMBING :**

**Altho Sagara, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JANUARI 2017**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama Lengkap : Kevin Riyanto

NPM : 2013410016

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : STUDI ANALISIS JEMBATAN BOX GIRDER METODE MOVABLE SCAFFOLD SYSTEM (MSS) DENGAN MENGGUNAKAN MUTU BETON 40 MPa, 80 MPa, DAN 120 MPa adalah karya ilmiah yang bebas plagiat . Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 10 Januari 2017



Kevin Riyanto

2013410016

**STUDI ANALISIS JEMBATAN *BOX GIRDER* METODE  
*MOVABLE SCAFFOLD SYSTEM* (MSS) DENGAN  
MENGUNAKAN MUTU BETON  
40 MPa, 80 MPa dan 120 MPa**

Kevin Riyanto  
NPM : 2013410016

Pembimbing : Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.  
Ko-Pembimbing : Altho Sagara, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JANUARI 2017**

**ABSTRAK**

Jembatan merupakan suatu konstruksi bangunan yang bertujuan untuk menghubungkan antara jalan yang satu dengan yang lain yang terputus oleh rintangan. Jembatan box girder dengan Movable Scaffold System (MSS) merupakan salah satu metode konstruksi yang dipengaruhi oleh mutu beton sebagai materialnya. Perbedaan mutu beton akan mempengaruhi jumlah strand pada tendon jembatan. Model yang akan dianalisis adalah mutu beton 40MPa, 80MPa, dan 120MPa. Analisis menggunakan bantuan program MIDAS CIVIL untuk membuat dan menganalisis tegangan pada model dan program SAP untuk melakukan menganalisis gaya dalam akibat beban lajur 'D'. Model mempunyai panjang 200 meter yang terbagi menjadi 5 segmen dan memperhatikan *construction stage*. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan efisiensi penggunaan jumlah *strands* pada tendon diantara ketiga mutu beton. Analisis dilakukan dengan membandingkan tegangan serat atas dan bawah agar memenuhi syarat tegangan izin beton masing-masing mutu beton supaya mendapatkan jumlah *strands* yang efektif. Dari hasil analisis tegangan serat atas dan bawah pada masing-masing model, dapat disimpulkan bahwa terjadi pengurangan jumlah *strands* sebanyak 30% dari mutu beton 40 MPa ke 80 MPa, dan pengurangan jumlah *strands* sebanyak 52,54% dari mutu beton 40 MPa ke 120 MPa, serta terjadi pengurangan jumlah *strands* sebanyak 32,20% dari mutu beton 80 MPa ke 120MPa.

Kata kunci : tegangan izin, mutu beton, *construction stage*, *strand*

**BOX GIRDER BRIDGE ANALYSIS STUDY BY  
MOVABLE SCAFFOLD SYSTEM (MSS) METHOD  
USING CONCRETE QUALITY NUMBER  
40 MPa, 80 MPa, AND 120 MPa**

Kevin Riyanto  
NPM : 2013410016

Advisor : Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.  
Co-Advisor : Altho Sagara, S.T., M.T.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
JANUARY 2017**

***ABSTRACT***

Bridge is a construction bridge that connect one way to the other which is disconnected by obstacles. Box girder bridge with using Movable Scaffold System (MSS) is one of construction method that influenced by number of concrete quality. The number of concrete quality will affect the number of strands on tendon's bridge. The model that would be analyzed is the concrete quality 40MPa, 80MPa, and 120MPa. This analysis uses MIDAS CIVIL program to create and analysis tension on the model and SAP program to do force analysis in the live load. The model has 200 meters of length which divided into 5 segments and considerate construction stage. The purpose of this research is to compare the efficiency of using a number of strands on tendon among three of concrete quality numbers. The analysis was performed by comparing upper fiber tension and lower fiber tension so it fulfills the allowable stress of concrete on each concrete quality number to get the effective number of strands. The conclusion of this analysis is strands number of concrete quality 40MPa to 80MPa decreasing 30%, strands number of concrete quality 40 MPa to 120MPa decreasing 52.54%, and strands number of concrete quality from 80 MPa to 120 MPa decreasing 32.20%. The reduction of strands number which obtained is not significant as the increase the number of concrete quality.

Keyword : allowable stress, concrete quality, construction stage, strands

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis pada menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Studi Analisis Jembatan Box Girder *Movable Scaffold System* (MSS) dengan menggunakan mutu beton 40 MPa, 80 MPa, dan 120 MPa “. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan Sarjana Teknik Sipil di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak halangan yang ditemui oleh penulis, namun berkat bimbingan, saran, kritik, dan dorongan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu :

1. Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan dan masukan yang sangat membantu dalam penyusunan skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini pada waktunya.
2. Bapak Altho Sagara, S.T., M.T. selaku dosen ko-pembimbing yang telah banyak memberikan pengarahan, koreksi, masukan dan arah yang sangat membantu dalam proses penyusunan skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini pada waktunya.
3. Ibu Dr-ing Dina Rubiana Widarda dan Ibu Buen Sian Ir. M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak saran dan masukan terhadap skripsi ini.
4. Seluruh dosen di lingkungan Jurusan Teknik Sipil UNPAR, atas pendidikan dan pengarahan yang diberikan selama masa perkuliahan

5. Papa, Mama, Kakak, Adik dan keluarga besar dari papa dan mama yang telah memberikan kasih sayang, doa, dorongan, dan semangat selama penulisan skripsi ini.
6. Winny Wirianta, yang selalu rela menemani penulis dalam menyusun skripsi ini, dan juga selalu mendoakan serta memberikan semangat dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. Hengky, Nico, Marthius yang menjadi sahabat perjuangan dalam mengerjakan skripsi ini.
8. Pengurus inti Eleven Summits KMBP, yang selalu memberikan semangat dan dukungan positif pada penulis walau penulis sedang putus asa.
9. Anggota Keluarga Mahasiswa Parahyangan, yang telah menemani penulis selama kuliah dan juga memberikan semangat serta doa dalam penyusunan skripsi ini.
10. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung dalam menyusun skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan membuat penulis untuk menjadi lebih baik. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 10 Januari 2017

Kevin Riyanto

2013410016

# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Inti Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	3
1.4 Ruang Lingkup Pembahasan.....	3
1.5 Metode Penulisan.....	4
BAB 2 STUDI PUSTAKA .....	6
2.1 Beton Mutu Tinggi.....	6
2.2 Komponen Jembatan.....	6
2.3 Jembatan Box Girder .....	10
2.4 Prinsip Perencanaan Jembatan.....	11
2.5 Jembatan Prestressed Box Girder dengan Metode Konstruksi Movable Scaffold System (MSS).....	13
2.6 Struktur Beton Prategang.....	16
2.6.1 Prinsip dan Cara Kerja Struktur Beton Prategang .....	17
2.6.2 Tahap Pembebanan .....	19
2.6.3 Keunggulan Beton Prategang.....	20
2.7 Pembebanan pada Jembatan.....	21
2.7.1 Beban Mati (Dead Load).....	22
2.7.2 Beban Mati Tambahan .....	22
2.7.3 Beban Lalu Lintas .....	23



2.7.4 Beban Lajur “D” .....	24
2.7.5 Beban Truk.....	26
2.7.6 Faktor Beban Dinamis (FBD).....	27
2.7.7 Kombinasi Pembebanan.....	28
<b>BAB 3 STUDI KASUS .....</b>	<b>32</b>
3.1 Deskripsi Umum Jembatan .....	32
3.2 Spesifikasi Material .....	36
3.2.1 Struktur Beton Prategang (box girder).....	36
3.2.2 Baja Tendon (prategang).....	39
3.3 Preliminary Design Box Girder .....	41
3.4 Preliminary Tendon .....	43
3.4.1 Desain Tendon(Saat Konstruksi) .....	44
3.4.2 Desain Tendon (Masa Layan).....	52
3.5 Pemodelan Struktur Jembatan.....	60
3.5.1 Pengaturan tahap konstruksi .....	61
3.5.2 Pengaturan Layout Tendon .....	62
3.5.3 Pembebanan .....	62
<b>BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>67</b>
4.1 Analisis Masa Konstruksi .....	67
4.1.1 Diagram Momen Akibat Berat Sendiri(Dead Load).....	67
4.1.2 Diagram Momen akibat Gaya Prategang Tendon.....	70
4.1.3 Diagram Momen Akibat Summation.....	74
4.1.4 Tegangan akibat beban masa konstruksi.....	77
4.2 Analisis Masa Layan.....	91
4.2.1 Diagram Momen Akibat Masa Layan.....	92
4.2.2 Tegangan akibat masa layan .....	92
4.3 Analisis jumlah strands pada tendon.....	95
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>98</b>
5.1 Kesimpulan .....	98
5.2 Saran .....	98
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>100</b>

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$A_c$	= Luas penampang <i>box girder</i>
$e$	= eksentrisitas
$E_c$	= modulus elastisitas beton
$f_c'$	= kuat tekan beton pada umur 28 hari
$f_{ci}'$	= kuat tekan beton pada umur tertentu
$f_{pu}$	= kuat tarik <i>strands</i>
$f_{py}$	= kuat leleh <i>strands</i>
$I$	= inersia penampang
$Y_{bot}$	= jarak titik berat terhadap serat bawah
$Y_{top}$	= jarak titik berat terhadap serat atas
$Z_{bot}$	= tahanan momen serat bawah
$Z_{top}$	= tahanan momen serat atas
$\sigma_{bot}$	= tegangan serat bawah
$\sigma_{top}$	= tegangan serat atas
$\rho$	= massa jenis
BGT	= Beban Garis Terpusat
BTR	= Beban Terbagi Rata
CS	= tahap konstruksi ( <i>construction stage</i> )
LL	= beban hidup
SIDL	= beban mati tambahan

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Potongan memanjang jembatan prategang box girder .....	4
Gambar 1. 2 Penampang box girder .....	4
Gambar 2. 1 Struktur Atas dan Struktur Bawah.....	9
Gambar 2. 2 Alur Metode Konstruksi Movable Scaffold System .....	14
Gambar 2. 3 Ilustrasi Metode Konstruksi Movable Scaffold System .....	15
Gambar 2. 4 Struktur Balok Beton Bertulang dan Balok Beton Prategang tanpa beban.....	16
Gambar 2. 5 Struktur Balok Beton Bertulang dan Balok Beton Prategang dengan beban tipikal w .....	17
Gambar 2. 6 Ilustrasi kehilangan tegangan.....	17
Gambar 2. 7 Tegangan akibat gaya prategang .....	18
Gambar 2. 8 Tegangan akibat gaya prategang dan beban sendiri.....	18
Gambar 2. 9 Tegangan akibat masa layan .....	18
Gambar 2. 10 Beban lajur "D" .....	25
Gambar 2. 11 Susunan Pembebanan "D" .....	25
Gambar 2. 12 Pembebanan truk "T" (500 kN) .....	26
Gambar 2. 13 Faktor beban dinamik BGT untuk pembebanan lajur "D" .....	28
Gambar 3. 1 Potongan Memanjang Jembatan.....	33
Gambar 3. 2 Potongan Melintang Jembatan .....	33
Gambar 3. 3 Construction Stages 1.....	34
Gambar 3. 4 Construction Stages 2.....	34
Gambar 3. 5 Construction Stages 3.....	34
Gambar 3. 6 Construction Stages 4.....	34

Gambar 3. 7 Construction Stages 5.....	35
Gambar 3. 8 Penampang box girder .....	42
Gambar 3. 9 Layout Tendon Rencana .....	43
Gambar 3. 10 Diagram momen akibat beban SIDL.....	52
Gambar 3. 11 Diagram momen akibat beban hidup .....	52
Gambar 3. 12 Diagram momen akibat kombinasi beban SIDL dan beban hidup	53
Gambar 3. 13 Tendon yang dipasang pada proses konstruksi ( $f'c=40$ MPa) .....	59
Gambar 3. 14 Tendon yang dipasang pada proses konstruksi ( $f'c=80$ MPa) .....	59
Gambar 3. 15 Tendon yang dipasang pada proses konstruksi ( $f'c=120$ MPa) ....	59
Gambar 3. 16 Model Struktur Jembatan dalam Node.....	60
Gambar 3. 17 Model Struktur Jembatan dalam bentuk Elemen .....	61
Gambar 3. 18 Layout tendon dengan menggunakan wizard.....	62
Gambar 3. 19 Layout tendon tampak atas .....	62
Gambar 3. 20 Layout tendon tampak 3D.....	62
Gambar 3. 21 Pemasukan beban SIDL .....	64
Gambar 3. 22 Pemasukan beban terbagi rata.....	65
Gambar 3. 23 Pemasukan beban garis terpusat .....	66
Gambar 4. 1 Momen dead load CS 1.....	68
Gambar 4. 2 Momen dead load CS 2.....	68
Gambar 4. 3 Momen dead load CS 3 .....	68
Gambar 4. 4 Diagram momen dead load CS 4 .....	69
Gambar 4. 5 Diagram momen dead load CS 5 .....	69
Gambar 4. 6 Diagram momen dead load .....	69
Gambar 4. 7 Layout Tendon .....	70

Gambar 4. 8 Momen gaya prategang CS 1 .....	71
Gambar 4. 9 Momen gaya prategang CS 2 .....	71
Gambar 4. 10 Momen gaya prategang CS3 .....	72
Gambar 4. 11 Momen gaya Prategang CS 4.....	72
Gambar 4. 12 Momen gaya Prategang CS 5.....	73
Gambar 4. 13 Momen gaya prategang CS 6 .....	73
Gambar 4. 14 Momen Summation CS 1 .....	74
Gambar 4. 15 Momen Summation CS2.....	75
Gambar 4. 16 Momen Summation CS3.....	75
Gambar 4. 17 Momen Summation CS4.....	76
Gambar 4. 18 Momen Summation CS5.....	76
Gambar 4. 19 Momen Summation CS6.....	77
Gambar 4. 20 Tegangan Serat atas CS1(40MPa) .....	78
Gambar 4. 21 Tegangan Serat Atas CS2(40MPa) .....	79
Gambar 4. 22 Tegangan Serat atas CS3(40MPa) .....	79
Gambar 4. 23 Tegangan Serat Atas CS4(40MPa) .....	79
Gambar 4. 24 Tegangan Serat Atas CS5(40MPa) .....	80
Gambar 4. 25 Tegangan Serat Atas CS6(40MPa) .....	80
Gambar 4. 26 Tegangan Serat Bawah CS1(40MPa).....	80
Gambar 4. 27 Tegangan Serat Bawah CS2(40MPa).....	81
Gambar 4. 28 Tegangan Serat Bawah CS3(40MPa).....	81
Gambar 4. 29 Tegangan Serat Bawah CS4(40MPa).....	81
Gambar 4. 30 Tegangan Serat Bawah CS5(40MPa).....	82
Gambar 4. 31 Tegangan Serat Bawah CS6(40MPa).....	82

Gambar 4. 32 Tegangan Serat Atas CS1(80MPa) .....	82
Gambar 4. 33 Tegangan Serat Atas CS2(80MPa) .....	83
Gambar 4. 34 Tegangan Serat Atas CS3(80MPa) .....	83
Gambar 4. 35 Tegangan Serat Atas CS4(80MPa) .....	83
Gambar 4. 36 Tegangan Serat Atas CS5(80MPa) .....	84
Gambar 4. 37 Tegangan Serat Atas CS6(80MPa) .....	84
Gambar 4. 38 Tegangan Serat Bawah CS1(80MPa).....	84
Gambar 4. 39 Tegangan Serat Bawah CS2(80MPa).....	85
Gambar 4. 40 Tegangan Serat Bawah CS3(80MPa).....	85
Gambar 4. 41 Tegangan Serat Bawah CS4(80MPa).....	85
Gambar 4. 42 Tegangan Serat Bawah CS5(80MPa).....	86
Gambar 4. 43 Tegangan Serat Bawah CS6(80MPa).....	86
Gambar 4. 44 Tegangan Serat Atas CS1(120MPa) .....	86
Gambar 4. 45 Tegangan Serat Atas CS2(120MPa) .....	87
Gambar 4. 46 Tegangan Serat Atas CS3(120MPa) .....	87
Gambar 4. 47 Tegangan Serat Atas CS4(120MPa) .....	87
Gambar 4. 48 Tegangan Serat Atas CS5(120MPa) .....	88
Gambar 4. 49 Tegangan Serat Atas CS6(120MPa) .....	88
Gambar 4. 50 Tegangan Serat Bawah CS1(120MPa).....	88
Gambar 4. 51 Tegangan Serat Bawah CS2(120MPa).....	89
Gambar 4. 52 Tegangan Serat Bawah CS3(120MPa).....	89
Gambar 4. 53 Tegangan Serat Bawah CS4(120MPa) .....	89
Gambar 4. 54 Tegangan Serat Bawah CS5(120MPa).....	90
Gambar 4. 55 Tegangan Serat Bawah CS6(120MPa).....	90

Gambar 4. 56 Momen pada Masa Layan .....	92
Gambar 4. 57 Tegangan Serat Atas Masa Layan(40MPa).....	93
Gambar 4. 58 Tegangan Serat Bawah Masa Layan(40MPa).....	93
Gambar 4. 59 Tegangan Serat Atas Masa Layan(80MPa).....	93
Gambar 4. 60 Tegangan Serat Bawah Masa Layan(80MPa).....	94
Gambar 4. 61 Tegangan Serat Atas Masa Layan(120MPa).....	94
Gambar 4. 62 Tegangan Serat Bawah Masa Layan(120MPa).....	94
Gambar 4. 63 Perbandingan Jumlah Strands Terhadap Mutu beton .....	96

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Berat isi untuk beban mati .....	22
Tabel 2. 2 Jumlah lajur lalu lintas rencana.....	24
Tabel 2. 3 Kombinasi beban dan faktor beban.....	29
Tabel 2. 4 Faktor beban akibat berat sendiri.....	30
Tabel 2. 5 Faktor beban akibat beban mati tambahan.....	30
Tabel 2. 6 Faktor beban akibat beban pelaksanaan.....	30
Tabel 2. 7 Faktor beban akibat beban lajur “D” .....	31
Tabel 2. 8 Faktor beban akibat beban truk “T” .....	31
Tabel 2. 9 Faktor beban akibat susut dan rangkai.....	31
Tabel 2. 10 Faktor beban akibat prategang .....	31
Tabel 3. 1 Jarak Setiap Tahap Konstruksi.....	35
Tabel 3. 2 Nilai konstanta beton .....	37
Tabel 3. 3 Karakteristik material yang dipengaruhi waktu.....	38
Tabel 3. 4 Spesifikasi material beton prategang ( $f_c'=40$ MPa).....	38
Tabel 3. 5 Spesifikasi material beton prategang ( $f_c'=80$ MPa) .....	39
Tabel 3. 6 Spesifikasi material beton prategang ( $f_c'=120$ MPa).....	39
Tabel 3. 7 Dimensi Strand .....	40
Tabel 3. 8 Dimensi Strand & Duct.....	40
Tabel 3. 9 Spesifikasi kabel baja prategang .....	41
Tabel 3. 10 Kontrol syarat ketebalan flange box girder.....	42
Tabel 3. 11 Kontrol syarat ketebalan web box girder .....	43
Tabel 3. 12 Pendefinisian Tahap Konstruksi .....	45



Tabel 3. 13 Tabulasi Perhitungan Momen Maksimum pada masa Konstruksi (kNm)	46
Tabel 3. 14 Tegangan untuk setiap tahap konstruksi ( $f'c=40\text{MPa}$ )	49
Tabel 3. 15 Desain Tendon yang dipasang pada masa konstruksi ( $f'c=40\text{MPa}$ )	49
Tabel 3. 16 Tegangan untuk setiap tahap konstruksi ( $f'c=80\text{MPa}$ )	50
Tabel 3. 17 Desain Tendon yang dipasang pada masa konstruksi ( $f'c=80\text{MPa}$ )	50
Tabel 3. 18 Tegangan yang terjadi pada setiap tahap konstruksi ( $f'c=120\text{MPa}$ )	51
Tabel 3. 19 Desain tendon yang dipasang pada masa konstruksi ( $f'c=120\text{MPa}$ )	51
Tabel 3. 20 Momen maksimum akibat kombinasi beban SIDL dan beban hidup	53
Tabel 3. 21 Momen servis akibat beban hidup, beban SIDL dan beban hidup	53
Tabel 3. 22 Tegangan yang terjadi pada masa layan ( $f'c=40\text{MPa}$ )	57
Tabel 3. 23 Tegangan yang terjadi pada masa layan ( $f'c=80\text{MPa}$ )	57
Tabel 3. 24 Tegangan yang terjadi pada masa layan ( $f'c=120\text{MPa}$ )	58
Tabel 4. 1 Syarat Tegangan Izin Masa Transfer	78
Tabel 4. 2 Tabulasi Tegangan Serat Atas dan Bawah Masa Konstruksi	91
Tabel 4. 3 Syarat Tegangan Izin Masa Layan	92
Tabel 4. 4 Tabulasi Tegangan Serat Atas dan Bawah Masa Layan	95
Tabel 4. 5 Perbandingan Jumlah Strands	96

## **DAFTAR LAMPIRAN**

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Jembatan merupakan bagian dari jalan raya dan merupakan suatu konstruksi bangunan yang bertujuan untuk menghubungkan antara jalan yang satu dengan yang lain yang terputus oleh rintangan, misalnya : sungai, rawa atau hal lainnya. Pada proses konstruksi jembatan, terdapat beberapa aspek yang penting untuk diperhatikan antara lain aspek kekuatan dan stabilitas struktural, aspek tingkat pelayanan, aspek kemudahan dalam pelaksanaan konstruksi, aspek ekonomis dan aspek estetika. Secara struktural, salah satu syarat yang harus dipenuhi adalah kekuatan dari struktural jembatan untuk menahan beban – beban yang bekerja pada struktur jembatan itu seperti beban hidup lalu-lintas, beban mati, beban akibat gempa maupun beban lainnya.

Struktur jembatan terdapat dua bagian struktur yaitu struktur atas (*superstructure*) dan struktur bawah (*substructure*). Struktur atas (*superstructure*) merupakan struktur bagian atas yang berfungsi untuk menahan beban-beban yang ditimbulkan oleh lintasan lalu lintas, aktifitas manusia, atau yang lainnya secara langsung. Sedangkan struktur bawah (*substructure*) merupakan struktur yang berfungsi untuk menahan beban – beban yang bekerja pada struktur atas yang akan disalurkan ke tanah melalui pondasi.

Salah satu jenis jembatan yang lazim digunakan di Indonesia adalah jembatan *box girder* . Jembatan *box girder* adalah jembatan dimana struktur atas terdiri dari balok-balok penopang utama yang berbentuk kotak berongga. Material yang

digunakan umumnya dipilih berdasarkan aspek struktural, ekonomis dan estetika. Jembatan *box girder* memiliki keuntungan dalam proses pelaksanaannya seperti memiliki efisiensi struktur yang dapat mengurangi gaya prategang untuk menahan momen lentur yang diberikan, mengakomodasi layanan seperti pipa gas, air, instalasi listrik, dan lain-lain, dan juga dalam proses pemeliharaan *box girder* lebih mudah. *Box girder* yang biasa dipakai di lapangan adalah fabrikasi(*precast*) dan pengecoran di tempat (*cast-in situ*). Dengan semakin banyaknya metode konstruksi jembatan, maka semakin banyak pilihan yang dihadapi oleh konsultan teknik sipil. Pilihan metode konstruksi ini didasarkan oleh metode mana yang paling menguntungkan dan sesuai dengan kondisi lapangan. Salah satunya adalah metode konstruksi pada jembatan prategang *box girder* seperti metode *Movable Scaffold System*. Metode *Movable Scaffold System* merupakan suatu metode yang digunakan pada pelaksanaan *cast-insitu* dengan prinsip memindahkan perancah (*Scaffolding*) dengan cara digeser ke segmen berikutnya setelah beton mengeras.

Mutu beton yang digunakan pada konstruksi jembatan sangat berpengaruh pada penggunaan strands pada tendon di jembatan. Pada umumnya, mutu beton yang digunakan adalah mutu beton normal dan tinggi. Mutu beton tinggi memiliki keuntungan seperti pengurangan jumlah strands pada tendon karena memiliki tegangan izin yang lebih besar dibandingkan beton normal dan juga dapat menghemat dimensi dan berat beton itu sendiri.

## **1.2 Inti Permasalahan**

Analisis jembatan *box girder* dengan menggunakan metode *Movable Scaffold System* memiliki efisiensi tertentu dengan menggunakan mutu beton yang berbeda yaitu berupa perbedaan penggunaan *strands*. Mutu beton yang digunakan adalah

mutu beton normal dan mutu beton tinggi yaitu 40 MPa, 80 MPa, dan 120 MPa. Pemakaian strands pada tendon akan mempengaruhi tegangan serat atas maupun bawah yang harus memenuhi tegangan izin beton. Maka pada skripsi ini, dilakukan analisis tegangan serat atas dan bawah dengan mutu beton berbeda.

### 1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis dan pemodelan struktur jembatan dengan metode konstruksi *Movable Scaffold System*.
2. Melakukan perbandingan tegangan yang terjadi di antara ketiga mutu beton.
3. Membandingkan jumlah strands pada tendon yang dibutuhkan.

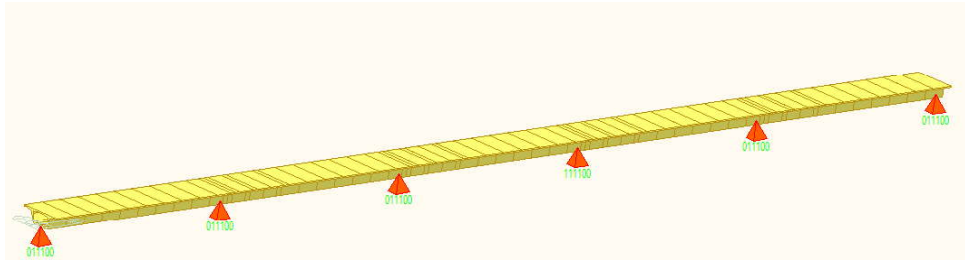
### 1.4 Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup masalah dalam penulisan ini adalah :

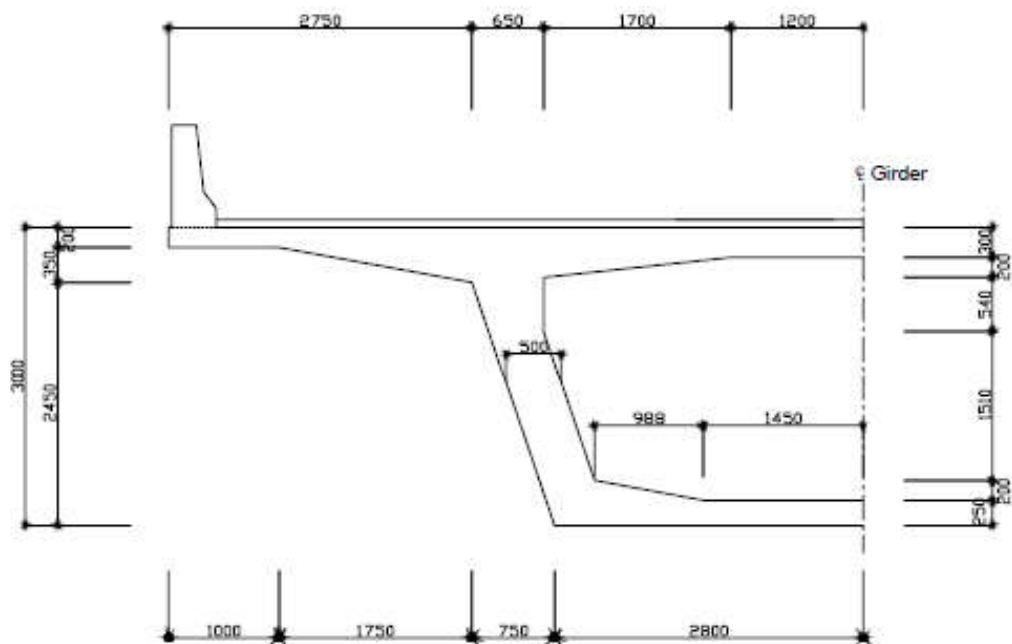
1. Tipe struktur atas jembatan yang dipakai adalah *box girder* prategang.
2. Analisis ini dilakukan dengan memperhatikan *construction stage*.
3. Objek yang digunakan adalah jembatan jalan raya.
4. Mutu beton tinggi (*High Strength Concrete*) yang digunakan adalah 80 MPa dan 120 MPa, serta mutu beton (beton normal) yang digunakan adalah 40 MPa, dengan massa jenis beton yang direncanakan adalah  $25\text{kN/m}^3$ .
5. Jenis tendon yang digunakan pada beton prategang adalah tendon 0,6 *inch* (15,30 mm) dengan kekuatan tarik 1860 MPa.
6. Spesifikasi dimensi jembatan yaitu:
  1. Panjang 1 segmen : 40 m
  2. Lebar Jembatan : 12,60 m (dua lajur dua arah)

3. Panjang Jembatan : 200 m

4. Jumlah Segmen : 5



**Gambar 1. 1** Potongan memanjang jembatan prategang *box girder*



**Gambar 1. 2** Penampang *box girder*

7. Pembebanan jembatan mengikuti SNI-1725-2016, dan perencanaan struktur beton untuk jembatan mengikuti RSNI-T-012-200X
8. Lokasi jembatan di Bandung (Jawa Barat).
9. Software yang digunakan adalah Midas Civil.

### 1.5 Metode Penulisan

Pada skripsi ini, metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Melakukan kajian dari beberapa literatur untuk mendapatkan konsep – konsep yang diperlukan dalam mendukung analisis yang dilakukan. Sumber-sumber penulisan diperoleh dari dari buku, jurnal, artikel dan tulisan di internet yang tercantum pada daftar pustaka.

## 2. Studi Analisis

Program yang digunakan adalah Midas Civil , Microsoft Excel dan SAP.