

**SKRIPSI**

**ANALISIS STRUKTUR JEMBATAN  
BERBENTANG KHUSUS DENGAN MENGGUNAKAN  
BETON MUTU TINGGI**



**NATANAEL EDUARDO  
NPM : 2017410132**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
FEBRUARI 2021**



**SKRIPSI**

**ANALISIS STRUKTUR JEMBATAN  
BERBENTANG KHUSUS DENGAN MENGGUNAKAN  
BETON MUTU TINGGI**



**NATANAEL EDUARDO  
NPM : 2017410132**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
FEBRUARI 2021**



**SKRIPSI**

**ANALISIS STRUKTUR JEMBATAN  
BERBENTANG KHUSUS DENGAN MENGGUNAKAN  
BETON MUTU TINGGI**



**NATANAEL EDUARDO  
NPM : 2017410132**

**BANDUNG, 14 FEBRUARI 2021**

**PEMBIMBING:**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
FEBRUARI 2021**

## PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Natanael Eduardo  
NPM : 2017410132  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi\*) dengan judul:

### **ANALISIS STRUKTUR JEMBATAN BERBENTANG KHUSUS DENGAN MENGGUNAKAN BETON MUTU TINGGI**

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 26 Januari 2021



Natanael Eduardo  
2017410132

\*) coret yang tidak perlu

# **ANALISIS STRUKTUR JEMBATAN BERBENTANG KHUSUS DENGAN MENGGUNAKAN BETON MUTU TINGGI**

**Natanael Eduardo  
NPM: 2017410132**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
FEBRUARI 2021**

## **ABSTRAK**

Jembatan adalah salah satu infrastruktur penting dalam perkembangan negara dan memiliki nilai investasi yang tinggi. Karena itu struktur jembatan perlu didesain dengan baik agar efektif dan aman. Jembatan yang masih dikembangkan adalah jembatan berbentang khusus. Salah satu jembatan bentang khusus yang sering digunakan saat ini adalah jembatan gelagar box. Dalam mendesain jembatan ini perlu diperhatikan jumlah strands pada jembatan agar mendapatkan jembatan dengan desain yang efektif. Pada analisis ini akan membandingkan jumlah strands yang dibutuhkan pada beton mutu normal dan beton mutu tinggi pada jembatan box girder dengan metode konstruksi *Free Cantilever Balance*. Jembatan direncanakan memiliki panjang keseluruhan 300 meter dengan mutu beton yang digunakan dalam penelitian ini adalah 40 MPa, 80 MPa, dan 120 MPa. Permodelan dilakukan dengan bantuan program *midas civil* dengan memperhatikan *construction stage*. Analisis dilakukan dengan membandingkan tegangan serat atas dan serat bawah agar memenuhi syarat tegangan izin dari setiap mutu beton sehingga mendapat jumlah strands yang efektif pada masing masing mutu beton. Dari hasil analisis tegangan pada serat atas dan serat bawah beton pada setiap model dengan mutu beton yang berbeda didapatkan bahwa terjadi pengurangan strands sebesar 7.55% dari mutu beton 40 MPa ke 80 MPa, pada mutu beton 80 MPa ke 120 MPa juga terjadi pengurangan sebesar 11.35%, sehingga pada mutu beton 40 MPa ke 120 MPa terjadi pengurangan sebesar 18.04%

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





# **STUDY OF SPECIAL SPAN BRIDGE WITH HIGH STRENGTH CONCRETE**

**Natanael Eduardo  
NPM: 2017410132**

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

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL  
ENGINEERING**

**(Accredited by BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG  
FEBRUARY 2021**

## **ABSTRACT**

Bridge is one of the most important infrastructure in the developing country. Moreover bridge has high investment value. Therefore, the bridge structure needs to be designed properly to become effective and safe. The bridge structure that is still being developed is special span bridge. One of the special span bridge that is often used is box girder bridge. It is necessary to pay attention to the number of strands on the bridge in order to get a bridge with an effective design. This analysis will compare the number of strands required for normal strength concrete and high strength concrete on box girder bridges with the Free Cantilever Balance construction method. The models are planned to have a total length of 300 meters with various concrete quality such as 40 MPa, 80 MPa, 120 MPa. The analysis uses Midas Civil program by paying attention to construction stage. This analysis will compare the tension of the upper and lower fiber in order to meet the allowable stress requirements of each concrete quality to get the effective number of strands. The result of the stress analysis on the upper and lower fiber of the concrete in each model with different concrete quality, it was found that there was a reduction in strands of 7.55% from the quality of the concrete 40 MPa to 80 MPa, there was also a reduction 11.35% from the quality of concrete 80 MPa to 120 MPa and the reduction of strands number are 18.04% from the quality of concrete 40 MPa to 120 MPa.

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

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis diizinkan untuk menyelesaikan skripsi dengan judul “ Analisis Struktur Jembatan Berbentang Khusus dengan Menggunakan Beton Mutu Tinggi dan Beton Mutu Normal”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menerima banyak bimbingan, saran, kiritik dan dorongan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu:

1. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan moral, doa dan semangat selama penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Altho Sagara, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan dan masukan yang sangat membantu dalam penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh dosen KBI Struktur yang sudah memberikan waktu, pikiran, dan masukan kepada penulis dalam menyempurnakan skripsi ini.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan pengetahuan serta pengarahan kepada penulis selama masa perkuliahan.
5. Teman teman seperjuangan skripsi yang telah memberi semangat untuk menyelesaikan skripsi ini
6. Teman teman di Jakarta yang menemani, memberikan dukungan positif, menyemangati penulis walau penulis sedang putus asa.
7. Restoran dan kafe yang penulis kunjungi bila mengerjakan skripsi
8. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini.

Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat menyebarkan ilmu bagi para pembacanya. Penulis sendiri menyadari ada banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan

kritik dan saran sehingga dapat membangun dan menambah pengetahuan penulis.

Bandung, Januari 2021



Natanael Eduardo

2017410132



# DAFTAR ISI

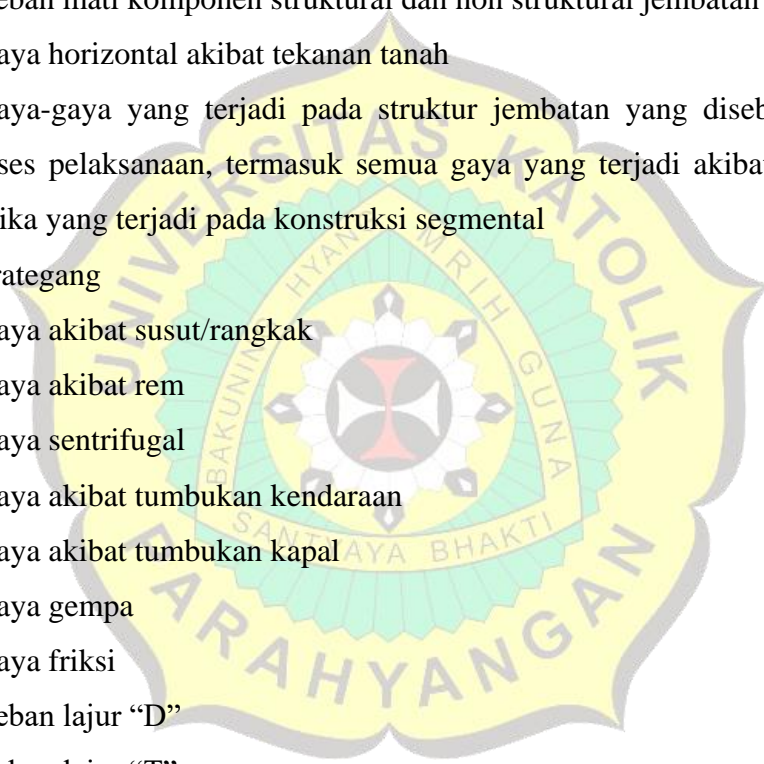
ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xx
LAMPIRAN .....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-3
1.3 Tujuan Penelitian .....	1-3
1.4 Ruang Lingkup Pembahasan.....	1-3
1.5 Metode Penulisan.....	1-4
1.6 Sistematika Penulisan .....	1-5
BAB 2 STUDI PUSTAKA .....	2-1
2.1 Beton Mutu Tinggi.....	2-1
2.2 Jembatan Bentang Khusus .....	2-2
2.3 Jembatan Box girder .....	2-3
2.4 Metode Konstruksi Jembatan.....	2-5
2.5 Metode Balanced Cantilever dengan box girder cast in-situ .....	2-6
2.5.1 Metode <i>Erection Balanced cantilever</i> dengan metode <i>cast in-situ</i> ....	
.....	2-7
2.5.2 Construction stage <i>Balanced Cantilever</i> .....	2-7
2.6 Persyaratan Umum Perancangan Jembatan .....	2-9
2.7 Rangkak .....	2-10
2.8 Susut.....	2-11
2.9 Beton Prategang .....	2-12
2.9.1 Prinsip Prategang.....	2-14

2.9.2 Tahap pembebanan.....	2-16
2.10 Standar Pembebanan Jembatan.....	2-18
2.10.1 Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan .....	2-18
2.10.2 Beban Permanen .....	2-21
2.10.3 Beban Sendiri (MS).....	2-22
2.10.4 Beban Mati Tambahan/Utilitas (MA) .....	2-22
2.10.5 Beban Lalu Lintas .....	2-23
2.10.6 Beban Lajur “D” (TD) .....	2-23
2.10.7 Beban Truk “T” (TT).....	2-25
2.10.8 Faktor Beban Dinamis .....	2-26
2.10.9 Pengaruh Susut dan Rangkak (SH).....	2-28
2.10.10 Pengaruh Prategang.....	2-28
<b>BAB 3 ANALISIS DAN PERMODELAN STRUKTUR.....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Deskripsi Umum Jembatan.....	3-1
3.2 Spesifikasi Material .....	3-2
3.2.1 Struktur Beton Prategang .....	3-2
3.2.2 Tendon.....	3-5
3.3 Preliminary Design <i>Box girder</i> .....	3-6
3.4 <i>Layout</i> Tendon .....	3-8
3.5 Tahap Konstruksi.....	3-9
3.6 Pembebanan.....	3-14
3.6.1 Berat sendiri.....	3-15
3.6.2 Berat Alat Konstruksi .....	3-15
3.6.3 Beban Mati Tambahan .....	3-15
3.6.4 Beban Hidup.....	3-16
3.6.5 Pengaruh Rangkak Susut.....	3-19
<b>BAB 4 HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Analisis Masa Konstruksi .....	4-1
4.1.1 Diagram Momen Akibat Berat sendiri .....	4-1
4.1.2 Diagram Momen Akibat Gaya Prategang .....	4-7
4.1.3 Diagram Momen Akibat <i>Summation</i> .....	4-15
4.1.4 Diagram Tegangan pada Masa Konstruksi.....	4-32

4.1.5 Analisis Lendutan Pada Tahap Konstruksi.....	4-68
4.2 Analisis Masa Layan.....	4-70
4.2.1 Diagram Momen Pada Masa Layan .....	4-70
4.2.2 Tegangan Akibat Masa Layan.....	4-72
4.2.3 Analisis Lendutan Pada Masa layan.....	4-75
4.3 Analisis jumlah <i>Strands</i> pada Tendon .....	4-75
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1 Kesimpulan .....	5-1
5.2 Saran .....	5-2
Daftar Pustaka .....	xxiv



## DAFTAR NOTASI



$\gamma_{MS}$	: Faktor beban berat sendiri
$\gamma_{MA}$	: Faktor beban beban tambahan
$\gamma_{TD}$	: Faktor beban “D”
$\gamma_{TT}$	: Faktor beban “T”
$\gamma_{BF}$	: Faktor gaya friksi
$\gamma_{PR}$	: Faktor gaya prategang
$MA$	: Beban mati perkerasan dan utilitas
$MS$	: Beban mati komponen struktural dan non struktural jembatan
$TA$	: Gaya horizontal akibat tekanan tanah
$PL$	: Gaya-gaya yang terjadi pada struktur jembatan yang disebabkan oleh proses pelaksanaan, termasuk semua gaya yang terjadi akibat perubahan statika yang terjadi pada konstruksi segmental
$PR$	: Prategang
$SH$	: Gaya akibat susut/rangkak
$TB$	: Gaya akibat rem
$TR$	: Gaya sentrifugal
$TC$	: Gaya akibat tumbukan kendaraan
$TV$	: Gaya akibat tumbukan kapal
$EQ$	: Gaya gempa
$BF$	: Gaya friksi
$TD$	: Beban lajur “D”
$TT$	: Beban lajur “T”
$TP$	: Beban pejalan kaki
$SE$	: Beban akibat penurunan
$ET$	: Gaya akibat temperatur gradien
$EU_n$	: Gaya akibat temperatur seragam
$EF$	: Gaya apung
$EW_s$	: Beban angin pada struktur
$EW_L$	: Beban angin pada kendaraan
$EU$	: Beban arus dan hanyutan

$FBD$  : Faktor Beban Dinamis  
 $q$  : Intensitas beban terbagi rata (BTR)  
 $L$  : Panjang total jembatan  
 $D$  : Tinggi balok jembatan  
 $L_c$  : Panjang sayap kantilever balok girder  
 $t_{tip}$  : Tebal pelat kantilever ujung  
 $t_c$  : Tebal pelat kantilever pangkal  
 $p$  : Intensitas beban garis tepusat (BGT)  
 $f_{ci}'$  : Tegangan izin tekan beton pada masa transfer  
 $f_c'$  : Mutu beton  
 $E_c$  : Modulus elastisitas beton  
 $\alpha$  : Koefisien pemuaian  
 $\beta$  : Konstanta beton  
 $h_1$  : Tinggi slab atas box girder  
 $h_2$  : Tinggi slab bawah box girder  
 $b_1$  : Lebar slab atas box girder  
 $b_2$  : lebar slab bawah box girder  
 $h_{tot}$  : Tinggi keseluruhan box girder  
 $f_{pu}$  : Tegangan ultimit putus baja prategang  
 $f_{py}$  : Tegangan leleh baja prategang  
 $M_u$  : Momen ultimate  
 $\phi M_n$  : Momen nominal terfaktor  
 $E_s$  : Modulus elastisitas baja  
 $f_{ps}$  : Tegangan leleh baja prategang setelah dikoreksi  
 $c_{ps}$  : Tebal selimut beton untuk baja prategang  
 $d$  : Jarak tepi penampang beton ke tulangan tarik (jarak terjauh)  
 $d_b$  : Diameter tulangan  
 $d_{ps}$  : Diameter efektif baja prategang  
 $M_{nps}$  : Momen nominal akibat baja prategang  
 $M_{ns}$  : Momen nominal akibat tulangan



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b> Potongan Memanjang Jembatan Khusus <i>Box girder</i> .....	1-4
<b>Gambar 1. 2</b> Potongan Melintang <i>Box girder</i> Pada Lapangan dan Tumpuan	1-4
<b>Gambar 2.1</b> Penampang Melintang <i>Single-cell Box girder</i> .....	2-3
<b>Gambar 2.2</b> Penampang Melintang <i>Multi-cell Box girder</i> .....	2-3
<b>Gambar 2.3</b> Tahap Konstruksi jembatan <i>Balanced Cantilever</i> .....	2-6
<b>Gambar 2.4</b> <i>Erection</i> dengan <i>Form traveller</i> .....	2-7
<b>Gambar 2.5</b> <i>Construction stage 1</i> .....	2-8
<b>Gambar 2.6</b> <i>Construction stage 2</i> sampai N+1 .....	2-8
<b>Gambar 2.7</b> <i>Construction stage</i> pemasangan segmen <i>full shoring method</i> ....	2-8
<b>Gambar 2.8</b> <i>Construction stage</i> tahap akhir .....	2-9
<b>Gambar 2.9</b> Grafik Hubungan Regangan dan Waktu akibat Rangkak.....	2-11
<b>Gambar 2.10</b> Grafik Hubungan Regangan dan Waktu akibat Susut .....	2-12
<b>Gambar 2.11</b> Ilustrasi Beton Prategang Pratarik .....	2-13
<b>Gambar 2.12</b> Ilustrasi Beton Prategang Pascatarik .....	2-14
<b>Gambar 2.13</b> Distribusi Tegangan Beton Prategang .....	2-15
<b>Gambar 2.14</b> Momen Pnahan Internal pada Balok Beton Prategang dan Beton Bertulang .....	2-16
<b>Gambar 2.15</b> Balok Prategang dengan Tendon Parabola .....	2-16
<b>Gambar 2.16</b> Beban lajur “D” .....	2-24
<b>Gambar 2.17</b> Alternatif Penempatan Beban “D” dalam Arah Memanjang..	2-25
<b>Gambar 2.18</b> Pembebanan Truk “T” (500kN).....	2-26
<b>Gambar 2.19</b> Faktor Beban Dinamis untuk Beban T pada Pembebanan Lajur “D” .....	2-27
<b>Gambar 3.1</b> Permodelan Jembatan pada Midas Civil dengan Metode FCB ..	3-1
<b>Gambar 3.2</b> Model Struktr Jembatan Dalam Bentuk <i>Node</i> .....	3-2
<b>Gambar 3.3</b> Potongan Melintang Box Girder pada Tumpuan dan Lapangan	3-7
<b>Gambar 3.4</b> Layout Jarak Tendon Pada Tumpuan dan Lapangan.....	3-8
<b>Gambar 3.5</b> Layout Letak Tendon Pada Tumpuan dan Lapangan.....	3-8
<b>Gambar 3.6</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 1</i> .....	3-9
<b>Gambar 3.7</b> Teondon <i>Construction stage 1</i> .....	3-10

<b>Gambar 3.8</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 2</i> .....	3-10
<b>Gambar 3.9</b> Teondon <i>Construction stage 2</i> .....	3-10
<b>Gambar 3.10</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 3</i> .....	3-10
<b>Gambar 3.11</b> Teondon <i>Construction stage 3</i> .....	3-10
<b>Gambar 3.12</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 4</i> .....	3-10
<b>Gambar 3.13</b> Teondon <i>Construction stage 4</i> .....	3-11
<b>Gambar 3.14</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 5</i> .....	3-11
<b>Gambar 3.15</b> Teondon <i>Construction stage 5</i> .....	3-11
<b>Gambar 3.16</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 6</i> .....	3-11
<b>Gambar 3.17</b> Teondon <i>Construction stage 6</i> .....	3-11
<b>Gambar 3.18</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 7</i> .....	3-11
<b>Gambar 3.19</b> Teondon <i>Construction stage 7</i> .....	3-11
<b>Gambar 3.20</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 8</i> .....	3-12
<b>Gambar 3.21</b> Teondon <i>Construction stage 8</i> .....	3-12
<b>Gambar 3.22</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 9</i> .....	3-12
<b>Gambar 3.23</b> Teondon <i>Construction stage 9</i> .....	3-12
<b>Gambar 3.24</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 10</i> .....	3-12
<b>Gambar 3.25</b> Teondon <i>Construction stage 10</i> .....	3-12
<b>Gambar 3.26</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 11</i> .....	3-12
<b>Gambar 3.27</b> Teondon <i>Construction stage 11</i> .....	3-13
<b>Gambar 3.28</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 12</i> .....	3-13
<b>Gambar 3.29</b> Teondon <i>Construction stage 12</i> .....	3-13
<b>Gambar 3.30</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 13</i> .....	3-13
<b>Gambar 3.31</b> Teondon <i>Construction stage 13</i> .....	3-13
<b>Gambar 3.32</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 14</i> .....	3-13
<b>Gambar 3.33</b> Teondon <i>Construction stage 14</i> .....	3-13
<b>Gambar 3.34</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 15</i> .....	3-13
<b>Gambar 3.35</b> Teondon <i>Construction stage 15</i> .....	3-14
<b>Gambar 3.36</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 16</i> .....	3-14
<b>Gambar 3.37</b> Teondon <i>Construction stage 16</i> .....	3-14
<b>Gambar 3.38</b> Permodelan Beban pada <i>Construction stage 17</i> .....	3-14
<b>Gambar 3.39</b> Teondon <i>Construction stage 17</i> .....	3-14

<b>Gambar 3.40</b>	Pembebanan Struktur Jembatan Akibat Beban Aspal .....	3-15
<b>Gambar 3.41</b>	Pembebanan Struktur Jembatan Akibat Trotoar.....	3-16
<b>Gambar 3.42</b>	Beban BTR di <i>Mid Span</i> .....	3-17
<b>Gambar 3.43</b>	Beban BTR di <i>side span</i> .....	3-17
<b>Gambar 3.44</b>	Beban BGT Pada <i>Mid Span</i> .....	3-17
<b>Gambar 3.45</b>	Beban BGT Pada <i>Side Span</i> .....	3-18
<b>Gambar 3.46</b>	Pembebanan Truk "T" .....	3-18
<b>Gambar 3.47</b>	Pengaplikasian Beban Truk "T1" Pada Midas Civil .....	3-18
<b>Gambar 3.48</b>	Pengaplikasian Beban Truk "T2" Pada Midas Civil .....	3-19
<b>Gambar 3.49</b>	Pengaruh <i>Creep</i> dan <i>Shrinkage</i> untuk beton mutu 40 MPa....	3-20
<b>Gambar 3.50</b>	<i>Compression Strength</i> untuk beton mutu 40 MPa.....	3-20
<b>Gambar 3.51</b>	Pengaruh <i>Creep</i> dan <i>Shrinkage</i> untuk beton mutu 80 MPa....	3-21
<b>Gambar 3.52</b>	<i>Compression Strength</i> untuk beton mutu 80 MPa.....	3-21
<b>Gambar 3.53</b>	<i>Compression Strength</i> untuk beton mutu 120 MPa.....	3-22
<b>Gambar 3.54</b>	<i>Compression Strength</i> untuk beton mutu 120 M.....	3-22
<b>Gambar 4.1</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 1 .....	4-2
<b>Gambar 4.2</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 2.....	4-2
<b>Gambar 4.3</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 3.....	4-2
<b>Gambar 4.4</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 4.....	4-3
<b>Gambar 4.5</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 5.....	4-3
<b>Gambar 4.6</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 6.....	4-3
<b>Gambar 4.7</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 7.....	4-4
<b>Gambar 4.8</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 8.....	4-4
<b>Gambar 4.9</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 9.....	4-4
<b>Gambar 4.10</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 10.....	4-5
<b>Gambar 4.11</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 11.....	4-5
<b>Gambar 4.12</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 12.....	4-5
<b>Gambar 4.13</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 13.....	4-6
<b>Gambar 4.14</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 14.....	4-6
<b>Gambar 4.15</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 15.....	4-6
<b>Gambar 4.16</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 16.....	4-7
<b>Gambar 4.17</b>	Diagram Momen Akibat <i>Dead load</i> pada CS 17.....	4-7

<b>Gambar 4.18</b>	<i>Layout</i> Tendon untuk Setiap Mutu Beton.....	4-8
<b>Gambar 4.19</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 1 .....	4-9
<b>Gambar 4.20</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 2 .....	4-9
<b>Gambar 4.21</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 3 .....	4-9
<b>Gambar 4.22</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 4 .....	4-10
<b>Gambar 4.23</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 5 .....	4-10
<b>Gambar 4.24</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 6 .....	4-10
<b>Gambar 4.25</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 7 .....	4-11
<b>Gambar 4.26</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 8 .....	4-11
<b>Gambar 4.27</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 9 .....	4-11
<b>Gambar 4.28</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 10 .....	4-12
<b>Gambar 4.29</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 11 .....	4-12
<b>Gambar 4.30</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 12 .....	4-12
<b>Gambar 4.31</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 13 .....	4-13
<b>Gambar 4.32</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 14 .....	4-13
<b>Gambar 4.33</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 15 .....	4-13
<b>Gambar 4.34</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 16 .....	4-14
<b>Gambar 4.35</b>	Diagram Momen Akibat Gaya Prategang pada CS 17 .....	4-14
<b>Gambar 4.36</b>	Diagram Momen Summation CS 1 (40 MPa) .....	4-15
<b>Gambar 4.37</b>	Diagram Momen Summation CS 2 (40 MPa) .....	4-15
<b>Gambar 4.38</b>	Diagram Momen Summation CS 3 (40 MPa) .....	4-16
<b>Gambar 4.39</b>	Diagram Momen Summation CS 4 (40 MPa) .....	4-16
<b>Gambar 4.40</b>	Diagram Momen Summation CS 5 (40 MPa) .....	4-16
<b>Gambar 4.41</b>	Diagram Momen Summation CS 6 (40 MPa) .....	4-17
<b>Gambar 4.42</b>	Diagram Momen Summation CS 7 (40 MPa) .....	4-17
<b>Gambar 4.43</b>	Diagram Momen Sumation CS 8 (40 MPa) .....	4-17
<b>Gambar 4.44</b>	Diagram Momen Summation CS 9 (40 MPa) .....	4-18
<b>Gambar 4.45</b>	Diagram Momen Summation CS 10 (40 MPa) .....	4-18
<b>Gambar 4.46</b>	Diagram Momen Summation CS 11 (40 MPa) .....	4-18
<b>Gambar 4.47</b>	Diagram Momen Summation CS 12 (40 MPa) .....	4-19
<b>Gambar 4.48</b>	Diagram Momen Summation CS 13 (40 MPa) .....	4-19
<b>Gambar 4.49</b>	Diagram Momen Summation CS 14 (40 MPa) .....	4-19

<b>Gambar 4.50</b> Diagram Momen Summation CS 15 (40 MPa) .....	4-20
<b>Gambar 4.51</b> Diagram Momen Summation CS 16 (40 MPa) .....	4-20
<b>Gambar 4.52</b> Diagram Momen Summation CS 17 (40 MPa) .....	4-20
<b>Gambar 4.53</b> Diagram Momen Summation CS 1 (80 MPa) .....	4-21
<b>Gambar 4.54</b> Diagram Momen Summation CS 2 (80 MPa) .....	4-21
<b>Gambar 4.55</b> Diagram Momen Summation CS 3 (80 MPa) .....	4-21
<b>Gambar 4.56</b> Diagram Momen Summation CS 4 (80 MPa) .....	4-22
<b>Gambar 4.57</b> Diagram Momen Summation CS 5 (80 MPa) .....	4-22
<b>Gambar 4.58</b> Diagram Momen Summation CS 6 (80 MPa) .....	4-22
<b>Gambar 4.59</b> Diagram Momen Summation CS 7 (80 MPa) .....	4-23
<b>Gambar 4.60</b> Diagram Momen Summation CS 8 (80 MPa) .....	4-23
<b>Gambar 4.61</b> Diagram Momen Summation CS 9 (80 MPa) .....	4-23
<b>Gambar 4.62</b> Diagram Momen Summation CS 10 (80 MPa) .....	4-24
<b>Gambar 4.63</b> Diagram Momen Summation CS 11 (80 MPa) .....	4-24
<b>Gambar 4.64</b> Diagram Momen Summation CS 12 (80 MPa) .....	4-24
<b>Gambar 4.65</b> Diagram Momen Summation CS 13 (80 MPa) .....	4-25
<b>Gambar 4.66</b> Diagram Momen Summation CS 14 (80 MPa) .....	4-25
<b>Gambar 4.67</b> Diagram Momen Summation CS 15 (80 MPa) .....	4-25
<b>Gambar 4.68</b> Diagram Momen Summation CS 16 (80 MPa) .....	4-26
<b>Gambar 4.69</b> Diagram Momen Summation CS 17 (80 MPa) .....	4-26
<b>Gambar 4.70</b> Diagram Momen Summation CS 1 (120 MPa) .....	4-26
<b>Gambar 4.71</b> Diagram Momen Summation CS 2 (120 MPa) .....	4-27
<b>Gambar 4.72</b> Diagram Momen Summation CS 3 (120 MPa) .....	4-27
<b>Gambar 4.73</b> Diagram Momen Summation CS 4 (120 MPa) .....	4-27
<b>Gambar 4.74</b> Diagram Momen Summation CS 5 (120 MPa) .....	4-28
<b>Gambar 4.75</b> Diagram Momen Summation CS 6 (120 MPa) .....	4-28
<b>Gambar 4.76</b> Diagram Momen Summation CS 7 (120 MPa) .....	4-28
<b>Gambar 4.77</b> Diagram Momen Summation CS 8 (120 MPa) .....	4-29
<b>Gambar 4.78</b> Diagram Momen Summation CS 9 (120 MPa) .....	4-29
<b>Gambar 4.79</b> Diagram Momen Summation CS 10 (120 MPa) .....	4-29
<b>Gambar 4.80</b> Diagram Momen Summation CS 11 (120 MPa) .....	4-30
<b>Gambar 4.81</b> Diagram Momen Summation CS 12 (120 MPa) .....	4-30

<b>Gambar 4.82</b> Diagram Momen Summation CS 13 (120 MPa) .....	4-30
<b>Gambar 4.83</b> Diagram Momen Summation CS 14 (120 MPa) .....	4-31
<b>Gambar 4.84</b> Diagram Momen Summation CS 15 (120 MPa) .....	4-31
<b>Gambar 4.85</b> Diagram Momen Summation CS 16 (120 MPa) .....	4-31
<b>Gambar 4.86</b> Diagram Momen Summation CS 17 (120 MPa) .....	4-32
<b>Gambar 4.87</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 1 (40 MPa).....	4-33
<b>Gambar 4.88</b> Diagram Tegangan Serat Bawah CS 1 (40 MPa).....	4-33
<b>Gambar 4.89</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 2 (40 MPa).....	4-34
<b>Gambar 4.90</b> Diagram Tegangan Serat Bawah CS 2 (40 MPa).....	4-34
<b>Gambar 4.91</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 3 (40 MPa).....	4-34
<b>Gambar 4.92</b> Diagram Tegangan Serat Bawah CS 3 (40 MPa).....	4-35
<b>Gambar 4.93</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 4 (40 MPa).....	4-35
<b>Gambar 4.94</b> Diagram Tegangan Serat Bawah CS 4 (40 MPa).....	4-35
<b>Gambar 4.95</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 5 (40 MPa).....	4-36
<b>Gambar 4.96</b> Diagram Tegangan Serat Bawah CS 5 (40 MPa).....	4-36
<b>Gambar 4.97</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 6 (40 MPa).....	4-36
<b>Gambar 4.98</b> Diagram Tegangan Serat Bawah CS 6 (40 MPa).....	4-37
<b>Gambar 4.99</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 7 (40 MPa).....	4-37
<b>Gambar 4.100</b> Diagram Tegangan Serat Bawah CS 7 (40 MPa).....	4-37
<b>Gambar 4.101</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 8 (40 MPa).....	4-38
<b>Gambar 4.102</b> Diagram Tegangan Serat Bawah CS 8 (40 MPa).....	4-38
<b>Gambar 4.103</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 9 (40 MPa).....	4-38
<b>Gambar 4.104</b> Diagram Tegangan Serat Bawah CS 9 (40 MPa).....	4-39
<b>Gambar 4.105</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 10 (40 MPa).....	4-39
<b>Gambar 4.106</b> Diagram Tegangan Serat Bawah CS 10 (40 MPa).....	4-39
<b>Gambar 4.107</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 11 (40 MPa).....	4-40
<b>Gambar 4.108</b> Diagram Tegangan Serat Bawah CS 11 (40 MPa).....	4-40
<b>Gambar 4.109</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 12 (40 MPa).....	4-40
<b>Gambar 4.110</b> Diagram Tegangan Serat Bawah CS 12 (40 MPa).....	4-41
<b>Gambar 4.111</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 13 (40 MPa).....	4-41
<b>Gambar 4.112</b> Diagram Tegangan Serat Bawah CS 13 (40 MPa).....	4-41
<b>Gambar 4.113</b> Diagram Tegangan Serat Atas CS 14 (40 MPa).....	4-42

<b>Gambar 4.114</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 14 (40 MPa) .....	4-42
<b>Gambar 4.115</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 15 (40 MPa) .....	4-42
<b>Gambar 4.116</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 15 (40 MPa) .....	4-43
<b>Gambar 4.117</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 16 (40 MPa) .....	4-43
<b>Gambar 4.118</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 16 (40 MPa) .....	4-43
<b>Gambar 4.119</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 17 (40 MPa) .....	4-44
<b>Gambar 4.120</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 17 (40 MPa) .....	4-44
<b>Gambar 4.121</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 1 (80 MPa) .....	4-44
<b>Gambar 4.122</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 1 (80 MPa) .....	4-45
<b>Gambar 4.123</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 2 (80 MPa) .....	4-45
<b>Gambar 4.124</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 2 (80 MPa) .....	4-45
<b>Gambar 4.125</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 3 (80 MPa) .....	4-46
<b>Gambar 4.126</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 3 (80 MPa) .....	4-46
<b>Gambar 4.127</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 4 (80 MPa) .....	4-46
<b>Gambar 4.128</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 4 (80 MPa) .....	4-47
<b>Gambar 4.129</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 5 (80 MPa) .....	4-47
<b>Gambar 4.130</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 5 (80 MPa) .....	4-47
<b>Gambar 4.131</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 6 (80 MPa) .....	4-48
<b>Gambar 4.132</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 6 (80 MPa) .....	4-48
<b>Gambar 4.133</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 7 (80 MPa) .....	4-48
<b>Gambar 4.134</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 7 (80 MPa) .....	4-49
<b>Gambar 4.135</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 8 (80 MPa) .....	4-49
<b>Gambar 4.136</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 8 (80 MPa) .....	4-49
<b>Gambar 4.137</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 9 (80 MPa) .....	4-50
<b>Gambar 4.138</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 9 (80 MPa) .....	4-50
<b>Gambar 4.139</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 10 (80 MPa) .....	4-50
<b>Gambar 4.140</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 10 (80 MPa) .....	4-51
<b>Gambar 4.141</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 11 (80 MPa) .....	4-51
<b>Gambar 4.142</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 11 (80 MPa) .....	4-51
<b>Gambar 4.143</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 12 (80 MPa) .....	4-52
<b>Gambar 4.144</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 12 (80 MPa) .....	4-52
<b>Gambar 4.145</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 13 (80 MPa) .....	4-52

<b>Gambar 4.146</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 13 (80 MPa).....	4-53
<b>Gambar 4.147</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 14 (80 MPa).....	4-53
<b>Gambar 4.148</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 14 (80 MPa).....	4-53
<b>Gambar 4.149</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 15 (80 MPa).....	4-54
<b>Gambar 4.150</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 15 (80 MPa).....	4-54
<b>Gambar 4.151</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 16 (80 MPa).....	4-54
<b>Gambar 4.152</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 16 (80 MPa).....	4-55
<b>Gambar 4.153</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 17 (80 MPa).....	4-55
<b>Gambar 4.154</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 17 (80 MPa).....	4-55
<b>Gambar 4.155</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 1 (120 MPa).....	4-56
<b>Gambar 4.156</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 1 (120MPa).....	4-56
<b>Gambar 4.157</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 2 (120 MPa).....	4-56
<b>Gambar 4.158</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 2 (120MPa).....	4-57
<b>Gambar 4.159</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 3 (120 MPa).....	4-57
<b>Gambar 4.160</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 3 (120MPa).....	4-57
<b>Gambar 4.161</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 4 (120 MPa).....	4-58
<b>Gambar 4.162</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 4 (120MPa).....	4-58
<b>Gambar 4.163</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 5 (120 MPa).....	4-58
<b>Gambar 4.164</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 5 (120MPa).....	4-59
<b>Gambar 4.165</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 6 (120 MPa).....	4-59
<b>Gambar 4.166</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 6 (120MPa).....	4-59
<b>Gambar 4.167</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 7 (120 MPa).....	4-60
<b>Gambar 4.168</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 7 (120MPa).....	4-60
<b>Gambar 4.169</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 8 (120 MPa).....	4-60
<b>Gambar 4.170</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 8 (120MPa).....	4-61
<b>Gambar 4.171</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 9 (120 MPa).....	4-61
<b>Gambar 4.172</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 9 (120MPa).....	4-61
<b>Gambar 4.173</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 10 (120 MPa).....	4-62
<b>Gambar 4.174</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 10 (120MPa).....	4-62
<b>Gambar 4.175</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 11 (120 MPa).....	4-62
<b>Gambar 4.176</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 11 (120MPa).....	4-63
<b>Gambar 4.177</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 12 (120 MPa).....	4-63



<b>Gambar 4.178</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 12 (120MPa) .....	4-63
<b>Gambar 4.179</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 13 (120 MPa).....	4-64
<b>Gambar 4.180</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 13 (120MPa) .....	4-64
<b>Gambar 4.181</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 14 (120 MPa).....	4-64
<b>Gambar 4.182</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 14 (120MPa) .....	4-65
<b>Gambar 4.183</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 15 (120 MPa).....	4-65
<b>Gambar 4.184</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 15 (120MPa) .....	4-65
<b>Gambar 4.185</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 16 (120 MPa).....	4-66
<b>Gambar 4.186</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 16 (120MPa) .....	4-66
<b>Gambar 4.187</b>	Diagram Tegangan Serat Atas CS 17 (120MPa).....	4-66
<b>Gambar 4.188</b>	Diagram Tegangan Serat Bawah CS 17 (120MPa) .....	4-67
<b>Gambar 4.189</b>	Diagram Momen Masa Layan (40 MPa) .....	4-71
<b>Gambar 4.190</b>	Diagram Momen Masa Layan (80 MPa) .....	4-71
<b>Gambar 4.191</b>	Diagram Momen Masa Layan (120 MPa) .....	4-71
<b>Gambar 4.192</b>	Tegangan Serat Atas Masa Layan (40MPa) .....	4-72
<b>Gambar 4.193</b>	Tegangan Serat Bawah Masa Layan (40MPa) .....	4-73
<b>Gambar 4.194</b>	Tegangan Serat Atas Masa Layan (80MPa) .....	4-73
<b>Gambar 4.195</b>	Tegangan Serat Bawah Masa Layan (80MPa) .....	4-73
<b>Gambar 4.196</b>	Tegangan Serat Atas Masa Layan (120MPa) .....	4-74
<b>Gambar 4.197</b>	Tegangan Serat Bawah Masa Layan (120MPa) .....	4-74
<b>Gambar 4.198</b>	Perbandingan Jumlah <i>Strands</i> Terhadap Mutu Beton .....	4-76

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Pedoman bentang ekonomis jembatan .....	2-10
<b>Tabel 2.2</b> Nilai Konstanta Beton .....	2-17
<b>Tabel 2.3</b> Kombinasi Beban dan Faktor Beban.....	2-20
<b>Tabel 2.4</b> Berat Isi untuk Beban Mati .....	2-21
<b>Tabel 2.5</b> Faktor Beban untuk Berat Sendiri .....	2-22
<b>Tabel 2.6</b> Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan.....	2-23
<b>Tabel 2.7</b> Faktor Beban untuk Beban Lajur “D” .....	2-24
<b>Tabel 2.8</b> Faktor Beban untuk Beban “T” .....	2-26
<b>Tabel 2.9</b> Faktor Beban Akibat Susut dan Rangkak.....	2-28
<b>Tabel 2.10</b> Faktor Beban akibat Pengaruh Prategang .....	2-28
<b>Tabel 3.1</b> Karakteristik Material Dipengaruhi Waktu .....	3-3
<b>Tabel 3.2</b> Spesifikasi Material Beton Prategang ( $f_c' = 40$ MPa).....	3-4
<b>Tabel 3.3</b> Spesifikasi Material Beton Prategang ( $f_c' = 80$ MPa).....	3-4
<b>Tabel 3.4</b> Spesifikasi Material Beton Prategang ( $f_c' = 120$ MPa).....	3-5
<b>Tabel 3.5</b> Dimensi Duct dan Strand .....	3-6
<b>Tabel 3.6</b> Spesifikasi Kabel Baja Prategang.....	3-6
<b>Tabel 3.7</b> Kontrol Syarat Ketebalan <i>Flange Box Girder</i> Lapangan.....	3-7
<b>Tabel 3.8</b> Kontrol Syarat Ketebalan <i>Flange Box Girder</i> Tumpuan .....	3-7
<b>Tabel 3.9</b> Kontrol Syarat Ketebalan <i>Web Box Girder</i> Lapangan .....	3-8
<b>Tabel 4.1</b> tegangan Izin pada Masa Transfer.....	4-32
<b>Tabel 4.2</b> Tabulasi Tegangan Serat Atas dan Bawah Masa Konstruksi.....	4-67
<b>Tabel 4.3</b> Lendutan Maksimum Pada Tahap Konstruksi (Kantilever).....	4-68
<b>Tabel 4.4</b> Lendutan Maksimum Pada Tahap Konstruksi (Full Span) .....	4-69
<b>Tabel 4.5</b> syarat Tegangan Izin Masa Layan.....	4-72
<b>Tabel 4.6</b> Tabulasi Tegangan Serat Atas dan Bawah Masa Layan .....	4-74
<b>Tabel 4.7</b> Lendutan Maksimum Pada Masa Layan .....	4-75
<b>Tabel 4.8</b> Perbandingan Jumlah <i>Strands</i> .....	4-76

## LAMPIRAN

- Lampiran1 perhitungan kapasitas penampang box girder untuk model jembatan 40 MPa
- Lampiran2 perhitungan kapasitas penampang box girder untuk model jembatan 40 MPa
- Lampiran3 perhitungan kapasitas penampang box girder untuk model jembatan 40 MPa



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Permasalahan

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang dengan tingkat kepadatan populasi yang sangat tinggi. Deputi Menteri Negara PPN/Bappenas Bidang Sumber Daya Manusia dan Kebudayaan menyatakan dengan Laju Pertumbuhan Penduduk (LPP) yang terus meningkat dari tahun ke tahun, diperkirakan pada tahun 2035 jumlah penduduk Indonesia dapat melebihi 300 (tiga ratus) juta jiwa. Hal demikian tentu berdampak pada kondisi ekonomi, kesejahteraan rakyat, tata ruang, infrastruktur, hingga perkembangan negara. Salah satu pembangunan infrastruktur yang berperan penting dalam perkembangan negara adalah jalan. Namun, dengan padatnya populasi dan daya dukung lingkungan yang semakin tidak ideal, pembangunan jalan sudah tidak memungkinkan untuk dilakukan. Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan membangun jembatan di bawah jalanan eksisting.

Jembatan secara umum berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh suatu rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api dan jalan yang melintang tidak sebidang dan lain – lain. Secara garis besar, jembatan terdiri dari 2 (dua) bagian yaitu struktur atas (*superstructure*) dan struktur bawah (*substructure*). Struktur atas merupakan bagian yang menerima langsung beban baik dari lalu lintas kendaraan, beban pejalan kaki, bahkan beban mati yang selanjutnya disalurkan ke struktur bawah jembatan. Struktur bawah merupakan bagian jembatan yang menerima beban dari struktur atas ditambah tekanan tanah dan gaya tumbukan dari pelintasan di bawah jembatan atau sebagai pemikul beban pada struktur atas.

Di Indonesia sendiri, salah satu jenis jembatan yang masih dikembangkan adalah jembatan khusus. Jembatan ini merupakan jembatan dengan bentang yang panjang dan memiliki konstruksi yang unik dan memiliki nilai investasi yang besar.

Suatu jembatan dapat dikategorikan sebagai jembatan khusus jika memiliki bentang jembatan yang lebih panjang dari 100 m, atau panjang keseluruhan jembatan yang lebih dari 3000 m atau jembatan dengan pilar yang memiliki tinggi di atas 40 m. Selain itu, kriteria suatu jembatan dinyatakan sebagai jembatan khusus adalah jembatan tersebut memiliki struktur yang unik seperti cable stayed, jembatan gantung, jembatan pelengkung, dan jembatan gelagar box.

Mayoritas pembangunan jembatan khusus menggunakan struktur *box girder*. *Box girder* merupakan struktur atas jembatan yang pada umumnya berbentuk trapesium atau persegi yang memiliki rongga ditengah yang dapat digunakan sebagai tempat untuk air, instalasi listrik, dan peralatan lainnya yang dibutuhkan oleh jembatan itu sendiri. *Box girder* sendiri terdiri dari dua jenis yaitu *box girder* precast dan pengecoran di tempat. Pemilihan *box girder* dapat disesuaikan dengan banyak hal seperti metode konstruksi yang akan digunakan, lokasi jembatan, dan pertimbangan lainnya.

Salah satu metode konstruksi yang digunakan dalam jembatan khusus dengan *box girder* adalah metode *free cantilever balanced*. Konstruksi ini merupakan konstruksi yang membutuhkan peralatan berteknologi tinggi dan pengerjaannya cukup rumit. Melalui metode ini, gelagar jembatan dapat dibuat tanpa mengganggu lalu lintas yang ada di bawahnya, sehingga meminimalkan perancah yang akan digunakan. Metode ini juga memungkinkan suatu jembatan untuk dapat dibangun di bawah sungai yang memiliki aliran yang deras. Penggunaan metode *free cantilever balanced* dalam membangun jembatan juga memungkinkan jembatan tersebut untuk dapat dibuat dengan *box girder* precast maupun *box girder* insitu.

Pembangunan jembatan perlu mempertimbangkan aspek keamanan, harga, waktu pelaksanaan, dan fleksibilitas dari suatu material. Dalam membangun jembatan *box girder*, umumnya beton yang digunakan adalah beton dengan mutu yang tinggi. Beton dengan mutu tinggi tersebut memiliki tegangan izin yang lebih besar dibandingkan dengan beton dengan mutu normal. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa penggunaan beton dengan mutu tinggi dapat meminimalisir penggunaan tendon.

## 1.2 Inti Permasalahan

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka inti permasalahan dari penelitian ini adalah analisis efektifitas beton mutu tinggi pada jembatan bentang khusus *box girder* menggunakan metode konstruksi *free cantilever balance*. Penelitian ini akan membandingkan beton mutu tinggi dengan beton mutu normal dari segi efisiensi dalam penggunaan *strands*. Dalam penelitian ini, mutu beton yang digunakan adalah 40 MPa, 80 MPa, dan 120 MPa. Penggunaan *strands* pada tendon di jembatan mempengaruhi besar tegangan serat atas maupun bawah. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan analisis tegangan serat atas dan bawah dengan mutu beton yang berbeda.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan permodelan dan analisis jembatan khusus *box girder* dengan menggunakan metode konstruksi *free cantilever balanced*.
2. Melakukan analisis tegangan yang terjadi pada ketiga mutu beton.
3. Membandingkan jumlah *strands* pada tendon yang dibutuhkan.

## 1.4 Ruang Lingkup Pembahasan

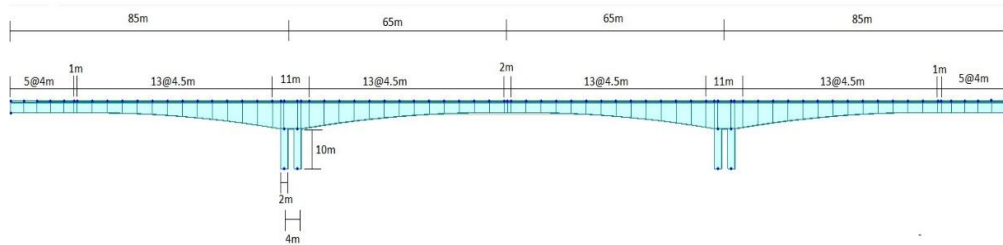
Berdasarkan inti permasalahan di atas, maka ruang lingkup masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Analisis hanya dilakukan pada bagian *superstructure* jembatan
2. Tipe struktur atas jembatan yang dipakai adalah *box girder* prategang dengan metode konstruksi *free cantilever balanced*.
3. Analisis dilakukan dengan memperhatikan *construction stage*.
4. Mutu beton yang digunakan adalah 40 MPa, 80 MPa, dan 120 MPa dengan masa jenis  $24 \text{ kN/m}^3$ .
5. Jembatan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

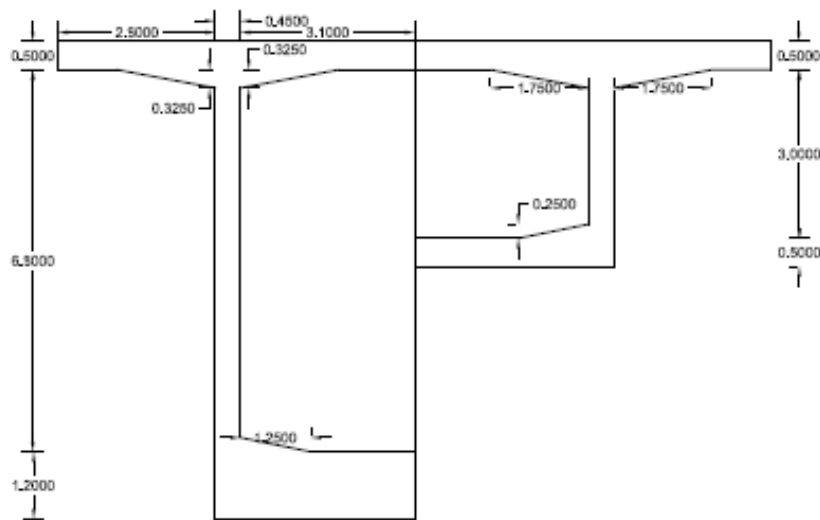
Panjang Jembatan : 300 m

Lebar Jembatan : 12.7 m (2 lajur / 2 arah)

Panjang Seegmen : 4.5 m  
 Jumlah segmen : 13 segmen / span  
*Box girder* : *Cast in-situ*



**Gambar 1. 1** Potongan Memanjang Jembatan Khusus *Box girder*



**Gambar 1. 2** Potongan Melintang *Box girder* Pada Lapangan dan Tumpuan

6. Jenis tendon yang digunakan adalah tendon dengan ukuran 0.6 inch (15.3 mm) dengan kuat Tarik 1860 MPa.
7. Pembebanan jembatan mengikuti SNI-1725-2016
8. Perancangan struktur beton jembatan mengikuti RSNI-T-012-2004

## 1.5 Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Studi literatur

Melakukan kajian dari beberapa literatur yang dapat mendukung penelitian dalam melakukan analisis yang bersumber dari buku, jurnal, artikel, dan tulisan di internet yang tercantum dalam daftar pustaka.

## 2. Studi Analisis

Penelitian ini menggunakan beberapa program untuk memperoleh data penunjang penelitian, terutama pada saat permodelan. Program yang digunakan berupa Midas Civil, dan Microsoft Excel.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini adalah:

#### BAB 1 Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang permasalahan, inti permasalahan, tujuan penelitian, ruang lingkup, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

#### BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang landasan teori yang akan digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

#### BAB 3 Desain dan Pemodelan Struktur

Bab ini berisi tentang desain dan pemodelan struktur jembatan *box girder* dengan metode *Free Balanced cantilever* menggunakan bantuan program Midas Civil

#### BAB 4 Analisis dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang hasil analisis struktur menggunakan bantuan program Midas Civil

#### BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil analisis dan saran berdasarkan hasil yang diperoleh



