

**SKRIPSI**

**STUDI PERBANDINGAN *INTEGRAL ABUTMENT BRIDGES* TERHADAP JEMBATAN *SIMPLE SPAN* BERDASARKAN PERATURAN SNI 1725:2016 DAN SNI 2833:2016**



**ARDIANTO HARTONO  
NPM: 2015410116**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN PT/Akred/S/VII/2018)  
JUNI  
2019**

**SKRIPSI**

**STUDI PERBANDINGAN *INTEGRAL ABUTMENT BRIDGES* TERHADAP JEMBATAN *SIMPLE SPAN* BERDASARKAN PERATURAN SNI 1725:2016 DAN SNI 2833:2016**



**ARDIANTO HARTONO**  
**NPM: 2015410116**

**PEMBIMBING:**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

**JUNI**  
**2019**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Ardianto Hartono

NPM : 2015410116

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **STUDI PERBANDINGAN *INTEGRAL ABUTMENT BRIDGES* TERHADAP JEMBATAN *SIMPLE SPAN* BERDASARKAN PERATURAN SNI 1725:2016 DAN SNI 2833:2016** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Juni 2019



Ardianto Hartono

2015410116

**STUDI PERBANDINGAN *INTEGRAL ABUTMENT BRIDGES* TERHADAP JEMBATAN *SIMPLE SPAN* BERDASARKAN PERATURAN SNI 1725:2016 DAN SNI 2833:2016**

**Ardianto Hartono  
NPM: 2015410116**

**Pembimbing: Altho Sagara, S.T., M.T.  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
JUNI 2019**

**ABSTRAK**

*Integral Abutment Bridges* adalah jembatan yang tidak menggunakan *expansion joint* dan *bearing pad* serta menggunakan pelat beton yang dicor monolit pada kepala dinding *abutment*. Penggunaan IABs dapat mereduksi momen secara signifikan, dapat mengurangi penggunaan pondasi, serta penghematan dalam aspek pemeliharaan jembatan. Dengan adanya pengaruh rangkai susut pada struktur atas jembatan maka dapat mengakibatkan tekanan tanah berubah, tidak seperti pada jembatan *simple span* pada umumnya. Tahapan konstruksi pada IABs juga berbeda akibat perubahan tipe struktur jembatan yaitu perletakan IABs menjadi jepit-jepit, berbeda dengan jembatan *simple span* yaitu jepit-bebas. Pada penelitian skripsi ini bertujuan untuk membandingkan jembatan IABs dan jembatan *simple span* serta mendapatkan tahapan konstruksi yang tepat pada IABs. Terdapat varian model yang terbagi atas beberapa bentang jembatan dan tinggi abutment untuk meneliti model yang paling efektif untuk IABs. Pada hasil analisis perbandingan, terdapat hasil perbesaran momen Y sebesar 14539,48 kNm yang berdampak pada reduksi banyak tulangan sampai sebesar 44%. Penggunaan pondasi dari IABs tereduksi sebesar 33% dari jembatan *simple span*, sehingga baris pondasi dapat direduksi atau dapat diperbesar dimensi tulangan atau diperbanyak jumlah tulangan. Setiap tahapan konstruksi mempunyai parameter yaitu harus memenuhi tegangan tarik dan tekan izin, dan pada pemodelan telah memenuhi syarat tegangan izin.

Kata kunci: Jembatan integral, *integral abutment bridges*, perbandingan, tegangan, tahapan konstruksi, monolit, rangkai susut

# **COMPARATIVE STUDY OF INTEGRAL ABUTMENT BRIDGES AGAINST SIMPLE SPAN BRIDGES BASED ON SNI 1725:2016 AND SNI 2833:2016 REGULATIONS**

**Ardianto Hartono**

**NPM: 2015410116**

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

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**

**(Accredited by SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG**

**JUNE 2019**

## **ABSTRACT**

Integral Abutment Bridges are bridges that do not use expansion joints and bearing pads and use concrete plates that are casted monolithically on the head of the abutment wall. The use of IABs can reduce moments significantly, reduce the use of foundation, as well as savings in aspects of bridge maintenance. With the influence of shrinkage and creep on the structure of the bridge, it can cause soil pressure to change, unlike the simple span bridges in general. The stages of construction in IABs are also different due to changes in the type of bridge structure, namely placement of IABs into fix-fix, in contrast to simple bridges that are fix-free. In this thesis research aims to compare IABs bridges and simple span bridges and get the right construction stages in IABs. There is a model variant that is divided into several bridges and high abutments to examine the most effective models for IABs. In the results of the comparison analysis, there is a Y moment magnification of 14539.48 kN which results in a reduction of many reinforcements up to 44%. The use of foundations from reduced IABs is 33% of simple span bridges, so that the foundation rows can be reduced or can be enlarged or reinforced dimensions of reinforcement. Each phase of construction has a parameter that must qualify the requisite of tensile stress and pressure stress, and the modeling fulfills the stress requirements.

Keywords: Integral bridges, integral abutment bridges, comparison, stresses, construction stage, monoliths, creep and shrinkage

## **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **STUDI PERBANDINGAN INTEGRAL ABUTMENT BRIDGES TERHADAP JEMBATAN SIMPLE SPAN BERDASARKAN PERATURAN SNI 1725:2016 DAN SNI 2833:2016**.

Skripsi ini menjadi salah satu prasyarat kelulusan sarjana program studi teknik sipil, fakultas teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulisan skripsi tidak lepas dari hambatan baik fisik maupun psikis dalam skala yang relatif besar ataupun kecil yang dialami oleh penulis. Penulis sangat bersyukur atas hadirnya orang-orang yang selalu menghibur, membantu dan menemani penulis untuk mengatasi berbagai hambatan dan kendala. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada orang-orang disekeliling penulis, yaitu:

1. Budi Hartono, Sukawati, Andrianto Hartono, dan Imelda Hartono selaku keluarga ini penulis yang selalu menyemangati dan mengingatkan penulis untuk selalu berjuan.
2. Bapak Altho Sagara, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang dengan sangat sabar membimbing, mendampingi, serta memberikan edukasi yang sangat efektif kepada penulis dalam berlangsungnya proses penulisan skripsi.
3. Bang Tri dan Benny Hung, selaku *engineer* dari EPIC yang membantu dan memberi saran dalam melakukan proses analisis.
4. Seluruh dosen dan staff pengajar KBI Struktur Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji untuk segala kritik, masukan, dan sarannya.
5. Louis dan Marcellino Arifin selaku teman seperjuangan dan rekan lomba yang selalu membantu penulis dalam menyelesaikan kendala, serta saling memberi semangat satu sama lain.
6. Geofanny Ivonne Goenawan, Try Tirto, dan Vincent Justin selaku teman penulis yang sudah lulus namun tetap membantu dalam proses analisis.
7. Kevin Arya, Galdo Wirabakti, Gilbert Akira, dan Michael Hans yang selalu menemani penulis untuk bersama-sama menyelesaikan penulisan skripsi.
8. Alvin Yo, Adelbert Agung, Ega Ciaputra, Fawwaz Sapta Adli, Franklin Ronaldo, Jevon, Meyer, Rovelly Hansel, Vito Lay, Yosua Margon, Alvin Kurniawan, Marcelino Raditya, Jillie Cornelia, Alia Azzahra, Daniel Raja,

Nabila Qolbi selaku teman baik penulis selama berkuliah di Universitas Katolik Parahyangan yang selalu memberikan semangat positif kepada penulis.

9. Tim sukses dan Ring 1 HMPSTS 2017/2018 penulis yang memberikan semangat untuk lebih cepat menyelesaikan penulisan skripsi.
10. Tanto Wijaya, Reinaldo, dan David selaku teman rantau yang saling memberikan bantuan dan semangat.
11. Sipil Unpar 2015 dan Masyarakat Sipil yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari akan kelemahan, kekurangan, dan ketidaksempurnaan yang dilakukan selama proses penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat membutuhkan kritik dan saran yang membangun agar kedepannya dapat menjadi lebih baik lagi. Terima kasih.

Bandung, Juni 2019



Ardianto Hartono  
2015410116

# DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 Latar Belakang Permasalahan .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian .....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah .....	1-3
1.5 Metode Penelitian .....	1-4
1.6 Sistematika Penulisan .....	1-4
1.7 Diagram Alir Penelitian .....	1-5
<b>BAB 2 DASAR TEORI</b> .....	<b>2-1</b>
2.1 Jembatan .....	2-1
2.1.1 Definisi Jembatan .....	2-1
2.1.2 Komponen Jembatan .....	2-1
2.1.3 Jenis-jenis Jembatan .....	2-2
2.2 <i>Integral Abutment Bridges</i> .....	2-3
2.2.1 Full Integral Bridge .....	2-3
2.2.2 Semi Integral Bridges.....	2-5
2.2.3 Keuntungan .....	2-5
2.2.4 Masalah .....	2-5
2.3 Beton Prategang .....	2-6
2.3.1 Pre-tensioning.....	2-8
2.3.2 Post-tensioning.....	2-8
2.4 <i>Creep dan Shrinkage</i> .....	2-8
2.5 Peraturan SNI 1725:2016.....	2-9
2.5.1 Beban Permanen.....	2-9
2.5.2 Beban Mati Tambahan/Utilitas (MA) .....	2-10



2.5.3	Beban Lalu Lintas.....	2-10
2.5.4	Beban Akibat Tekanan Tanah (TA) .....	2-13
2.5.5	Beban Lingkungan.....	2-14
2.6	Desain Tulangan Lentur dan Geser .....	2-17
2.7	Koefisien Tekanan Tanah IABs .....	2-18
<b>BAB 3 DATA DAN PEMODELAN .....</b>		<b>3-1</b>
3.1	Pemodelan Jembatan IABs.....	3-1
3.1.1	Material.....	3-1
3.1.2	Penampang.....	3-2
3.1.3	Pembebanan.....	3-6
3.1.4	Tumpuan.....	3-13
3.1.5	Pengaruh Perubahan Material Terhadap Waktu .....	3-14
3.1.6	Data NSPT .....	3-14
3.1.7	Construction Stage Analysis.....	3-15
3.2	Pemodelan Jembatan <i>Simple Span</i> .....	3-19
3.2.1	Material.....	3-20
3.2.2	Penampang.....	3-21
3.2.3	Pembebanan.....	3-22
3.2.4	Tumpuan.....	3-27
3.3	Kombinasi Pembebanan .....	3-27
<b>BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>4-1</b>
4.1	Analisis Tegangan Pada Girder .....	4-1
4.2	Analisis Gaya Dalam.....	4-10
4.3	Penulangan Lentur dan Geser <i>Abutment</i> .....	4-12
4.4	Penulangan Lentur dan Geser Pada Ujung Girder .....	4-14
4.5	Analisis Kebutuhan Pondasi.....	4-18
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>5-1</b>
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-1
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>xxv</b>
<b>LAMPIRAN 1 .....</b>		<b>L1-1</b>
<b>LAMPIRAN 2 .....</b>		<b>L2-1</b>
<b>LAMPIRAN 3 .....</b>		<b>L3-1</b>
<b>LAMPIRAN 4 .....</b>		<b>L4-1</b>

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

BTR	:	Beban terbagi rata
BGT	:	Beban garis
CTC	:	<i>Center-to-center</i>
MS	:	Beban mati komponen struktural dan non struktural jembatan
MA	:	Beban mati perkerasan dan utilitas
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
EG	:	Gaya akibat temperatur gradien
EU <sub>n</sub>	:	Gaya akibat temperatur seragam
EF	:	Gaya apung
EW <sub>s</sub>	:	Beban angin pada struktur
EW <sub>l</sub>	:	Beban angin pada kendaraan
EU	:	Beban arus dan hanyutan
$\gamma_P$	:	Dapat berupa $\gamma_{MS}$ , $\gamma_{MA}$ , $\gamma_{TA}$ , $\gamma_{PR}$ , $\gamma_{PL}$ , $\gamma_{SH}$
$\gamma_{MS}$	:	Faktor beban sendiri struktur
$\gamma_{MA}$	:	Faktor beban mati tambahan

X

$\gamma_{TA}$	:	Faktor beban tekanan tanah
$\gamma_{PR}$	:	Faktor pengaruh prategang
$\gamma_{PL}$	:	Faktor pengaruh pelaksanaan
$\gamma_{SH}$	:	Faktor susut dan rangkai
$\gamma_{TT}$	:	Faktor beban truk
$\gamma_{TD}$	:	Faktor beban lajur "D"
$S_1$	:	Parameter percepatan gempa pada periode 1 detik
$S_{D1}$	:	Parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik
$S_{DS}$	:	Parameter percepatan spektral desain untuk periode 0.2 detik
$S_s$	:	Parameter percepatan gempa pada periode 0.2 detik
EX	:	Arah gempa X
EY	:	Arah gempa Y
$\tau_{tension}$	:	Tegangan tarik izin
$\tau_{comp}$	:	Tegangan tekan izin
Es	:	Modulus elastisitas tulangan
$\epsilon_c$	:	Nilai regangan material beton
$f_c$	:	Mutu material beton
$f_y$	:	Mutu material baja
d	:	Jarak efektif dari selimut beton
b	:	Lebar dinding <i>abutment</i>
h	:	Tebal dinding <i>abutment</i>
As	:	Luas tulangan longitudinal perlu akibat momen ultimate
Asmin	:	Luas tulangan longitudinal perlu dari penampang
Asperlu	:	Luas tulangan longitudinal perlu yang dipakai
du	:	Tulangan lentur
ds	:	Tulangan sengkang
Mu	:	Momen ultimate
Mn	:	Momen nominal
Vc	:	Gaya geser yang dapat ditahan beton
Vs	:	Gaya geser perlu yang ditahan tulangan
Vu	:	Gaya geser yang terjadi
Av	:	Luas tulangan geser

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian .....	1-6
Gambar 2.1 Komponen Umum Jembatan.....	2-1
Gambar 2.2 Gelagar Penampang I.....	2-2
Gambar 2.3 Potongan Memanjang IABs (Sumber: <i>State-of-the-art methods for design of integral bridge abutments</i> ) .....	2-3
Gambar 2.4 <i>Full Integral Bridge Tipe Pile Foundation</i> .....	2-4
Gambar 2.5 <i>Full Integral Bridge Tipe Spread Footings</i> (Sumber: Jembatan Integral Gelagar Prategang) .....	2-4
Gambar 2.6 <i>Full Integral Bridge Tipe Full-Height Abutments</i> (Sumber: Jembatan Integral Gelagar Prategang) .....	2-5
Gambar 2.7 Ilustrasi Akibat Muai Susut (Sumber: Jembatan Integral Gelagar Prategang) .....	2-6
Gambar 2.8 Persentase Penggunaan Beton Prategang (Sumber: <i>Prestressed Concrete Structures</i> ) .....	2-7
Gambar 2.9 <i>Pre-tensioning</i> (Sumber: <i>Prestressed Concrete</i> ).....	2-8
Gambar 2.10 <i>Post-tensioning</i> (Sumber: <i>Prestressed Concrete</i> ) .....	2-8
Gambar 2.11 Beban Lajur “D” (Sumber: SNI 1725:2013).....	2-11
Gambar 2.12 Pembebanan Truk “T” (500 kN) (Sumber: SNI 1725:2013) .....	2-12
Gambar 2.13 Gradien Temperatur Vertikal Pada Bangunan Atas Beton dan Baja (Sumber: SNI .....	2-14
Gambar 2.14 Peta Zona Gempa Indonesia (Sumber: SNI 2833:2016).....	2-17
Gambar 3.1 Material Beton IABs 42 MPa.....	3-1
Gambar 3.2 Material Beton IABs 30 MPa.....	3-2
Gambar 3.3 Material Tendon IABs A416-270( <i>low</i> ).....	3-2
Gambar 3.4 Legenda Penampang Girder.....	3-3
Gambar 3.5 Penampang Pelat Beton.....	3-3
Gambar 3.6 Layout Penampang <i>Abutment</i> Jembatan IABs.....	3-4
Gambar 3.7 Susunan Baris Tiang Bor Jembatan IABs .....	3-5
Gambar 3.8 Layout Tendon Girder Bentang 20 M .....	3-5
Gambar 3.9 Layout Tendon Girder Bentang 30 M .....	3-5

Gambar 3.10 Layout Tendon Girder Bentang 40 M .....	3-6
Gambar 3.11 Distribusi Beban Pelat Beton Pada Girder IABs .....	3-7
Gambar 3.12 Distribusi Beban Aspal Pada Girder IABs .....	3-7
Gambar 3.13 Distribusi Beban RC Plat Pada Girder IABs .....	3-7
Gambar 3.14 Distribusi Beban MCB Pada Girder IABs.....	3-8
Gambar 3.15 Distribusi Beban Hidup Pada Girder IABs.....	3-8
Gambar 3.16 Distribusi Beban Sederhana PAE dan PIR .....	3-9
Gambar 3.17 Distribusi Beban Tekanan Tanah PA Model A-2.....	3-10
Gambar 3.18 Distribusi Beban Tekanan Tanah PS, PAE, PIR, dan PV Model A-2 .....	3-10
Gambar 3.19 Beban Tekanan Tanah PV Model A-2.....	3-10
Gambar 3.20 Contoh Distribusi Beban Rem Jalur 1 Pada Model A-2.....	3-11
Gambar 3.21 Contoh Distribusi Beban Rem Jalur 1 Pada Model A-2.....	3-11
Gambar 3.22 Pembebanan Akibat Beban Gempa Jembatan IABs.....	3-12
Gambar 3.23 Pemberian Gaya Prategang Pada Tendon.....	3-12
Gambar 3.24 Contoh Profil Tendon 5-16.....	3-13
Gambar 3.25 Contoh Pengaruh Rangkak Susut Beton 42 MPa .....	3-14
Gambar 3.26 Contoh Pengaruh Perkembangan Kekuatan Beton 42 MPa .....	3-14
Gambar 3.27 Tahapan Konstruksi STG1 .....	3-16
Gambar 3.28 Tahapan Konstruksi STG2 .....	3-17
Gambar 3.29 Tahapan Konstruksi STG3 .....	3-18
Gambar 3.30 Tahapan Konstruksi STG5 .....	3-19
Gambar 3.31 Material Beton Jembatan <i>Simple Span</i> 42 MPa.....	3-20
Gambar 3.32 Material Beton Jembatan <i>Simple Span</i> 30 MPa.....	3-20
Gambar 3.33 Layout Penampang <i>Abutment</i> Jembatan <i>Simple Span</i> .....	3-21
Gambar 3.34 Susunan Baris Tiang Bor Jembatan <i>Simple Span</i> .....	3-22
Gambar 3.35 Contoh Distribusi Beban Mati Model B-1 .....	3-23
Gambar 3.36 Contoh Distribusi Beban Hidup Model B-1 .....	3-24
Gambar 3.37 Distribusi Beban Sederhana PAE dan PIR .....	3-25
Gambar 3.38 Distribusi Beban Tekanan Tanah PA Model B-1 .....	3-25
Gambar 3.39 Distribusi Beban Tekanan Tanah PS, PAE, dan PIR Model B-1 .....	3-25
Gambar 3.40 Beban Tekanan Tanah PV Model B-1 .....	3-26

Gambar 3.41 Contoh Distribusi Beban Rem Jalur 1 Pada Model B-1 .....	3-26
Gambar 3.42 Contoh Pembebanan Rem Jalur 2 Pada Model B-1 .....	3-27
Gambar 3.43 Pembebanan Akibat Beban Gempa Jembatan <i>Simple Span</i> .....	3-27
Gambar 4.1 Tegangan Serat Atas STG2 Model A-1 .....	4-1
Gambar 4.2 Tegangan Serat Bawah STG2 Model A-1.....	4-1
Gambar 4.3 Tegangan Serat Atas STG3 Model A-1 .....	4-2
Gambar 4.4 Tegangan Serat Bawah STG3 Model A-1.....	4-2
Gambar 4.5 Tegangan Serat Atas STG4 Model A-1 .....	4-2
Gambar 4.6 Tegangan Serat Bawah STG4 Model A-1.....	4-3
Gambar 4.7 Tegangan Serat Atas STG5 Model A-1 .....	4-3
Gambar 4.8 Tegangan Serat Bawah STG5 Model A-1.....	4-3
Gambar 4.9 Tegangan Serat Atas STG5A Model A-1 .....	4-4
Gambar 4.10 Tegangan Serat Bawah STG5A Model A-1.....	4-4
Gambar 4.11 Tegangan Serat Atas STG6 Model A-1 .....	4-4
Gambar 4.12 Tegangan Serat Bawah STG6 Model A-1 .....	4-5
Gambar 4.13 Tegangan Serat Atas STG7 Model A-1 .....	4-5
Gambar 4.14 Tegangan Serat Bawah STG7 Model A-1 .....	4-5
Gambar 4.15 Tegangan Serat Atas <i>Post-CS</i> Model A-1 .....	4-6
Gambar 4.16 Tegangan Serat Bawah <i>Post-CS</i> Model A-1 .....	4-6
Gambar 4.17 Rumus Girder Komposit .....	4-15
Gambar 4.18 Perhitungan Tulangan Lentur Ujung Girder .....	4-16
Gambar 4.19 Perhitungan Tulangan Geser Ujung Girder.....	4-17
Gambar 4.20 Analisis Struktur Tiang Bor Model A-3.....	4-19
Gambar 4.21 Konfigurasi Tiang Bor Model A-3.....	4-20



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Variasi Pemodelan .....	1-3
Tabel 2.1 Faktor Beban Untuk Beban Sendiri .....	2-9
Tabel 2.2 Faktor Beban Untuk Beban Mati Tambahan .....	2-10
Tabel 2.3 Faktor Beban Untuk Beban Lajur “D” .....	2-11
Tabel 2.4 Faktor Beban Untuk Beban “T” .....	2-12
Tabel 2.5 Faktor Beban Akibat Tekanan Tanah .....	2-13
Tabel 2.6 Temperatur Jembatan Rata-Rata Nominal .....	2-14
Tabel 2.7 Parameter T1 dan T2 .....	2-15
Tabel 2.8 Faktor Beban Akibat Susut dan Rangkak .....	2-15
Tabel 2.9 Faktor Beban Akibat Pengaruh Prategang .....	2-15
Tabel 2.10 Kriteria Panjang Perletakan Minimum (N) .....	2-16
Tabel 2.11 Kategori Kinerja Seismik .....	2-16
Tabel 2.12 Akselerasi Puncak GPA di Batuan Dasar Sesuai Periode Ulang .....	2-16
Tabel 2.13 Koefisien Tanah (S) .....	2-16
Tabel 3.1 Contoh Penampang Girder Untuk Bentang 20 M .....	3-3
Tabel 3.2 Dimensi Penampang <i>Abutment</i> Jembatan IABs .....	3-4
Tabel 3.3 Dimensi Penampang Diafragma Jembatan IABs .....	3-4
Tabel 3.4 Pembebanan Akibat Beban Mati Jembatan IABs .....	3-6
Tabel 3.5 Pembebanan Akibat Beban BTR dan BGT Jembatan IABs .....	3-8
Tabel 3.6 Pembebanan Akibat Tekanan Tanah Jembatan IABs .....	3-9
Tabel 3.7 Pembebanan Akibat Beban Rem Jembatan IABs .....	3-11
Tabel 3.8 Profil Tendon .....	3-13
Tabel 3.9 Pemakaian Tendon Pada Model .....	3-13
Tabel 3.10 Data N-SPT .....	3-14
Tabel 3.11 Tahapan Konstruksi Jembatan IABs .....	3-15
Tabel 3.12 Dimensi Penampang <i>Abutment</i> Jembatan <i>Simple Span</i> .....	3-21
Tabel 3.13 Pembebanan Akibat Beban Mati Jembatan <i>Simple Span</i> .....	3-22
Tabel 3.14 Pembebanan Akibat Beban BTR dan BGT Jembatan <i>Simple Span</i> .....	3-23
Tabel 3.15 Pembebanan Akibat Tekanan Tanah Jembatan <i>Simple Span</i> .....	3-24
Tabel 3.16 Pembebanan Akibat Beban Rem Jembatan <i>Simple Span</i> .....	3-26



Tabel 3.17 Kombinasi Pembebanan .....	3-28
Tabel 4.1 Hasil Tegangan Pada Girder Model A-1 .....	4-7
Tabel 4.2 Hasil Tegangan Pada Girder Model A-2 .....	4-7
Tabel 4.3 Hasil Tegangan Pada Girder Model A-3 .....	4-8
Tabel 4.4 Hasil Tegangan Pada Girder Model A-4 .....	4-8
Tabel 4.5 Hasil Tegangan Pada Girder Model A-5 .....	4-9
Tabel 4.6 Hasil Tegangan Pada Girder Model A-6 .....	4-9
Tabel 4.7 Gaya Dalam Model.....	4-11
Tabel 4.8 Perbesaran Momen Y Model A vs B.....	4-11
Tabel 4.9 Reduksi Momen Model A vs B .....	4-11
Tabel 4.10 Perhitungan Tulangan Lentur Dinding <i>Abutment</i> (Sisi 1).....	4-12
Tabel 4.11 Perhitungan Tulangan Lentur Dinding <i>Abutment</i> (Sisi 2).....	4-13
Tabel 4.12 Perhitungan Tulangan Geser Dinding <i>Abutment</i> (Sisi 2) .....	4-13
Tabel 4.13 Hasil Tulangan Lentur Dinding <i>Abutment</i> .....	4-14
Tabel 4.14 Hasil Tulangan Geser Dinding <i>Abutment</i> .....	4-14
Tabel 4.15 Momen dan Gaya Geser Ujung Girder.....	4-15
Tabel 4.16 Jumlah Tulangan Lentru dan Geser Ujung Girder .....	4-18
Tabel 4.17 Hasil Kebutuhan Tiang Bor Pada Varian Model.....	4-19

## **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN 1</b> <i>CONTOH PERHITUNGAN TULANGAN</i> .....	L1-1
<b>LAMPIRAN 2</b> <i>HASIL TEGANGAN TARIK DAN TEKAN PADA VARIAN</i> <i>MODEL</i> .....	L2-1
<b>LAMPIRAN 3</b> <i>HASIL PEMERIKSAAN STRUKTUR PILE PADA VARIAN</i> <i>MODEL</i> .....	L3-1
<b>LAMPIRAN 4</b> <i>PROFIL MEDIAN CONCRETE BARRIER</i> .....	L4-1

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Permasalahan

Infrastruktur merupakan elemen struktural ekonomi yang memfasilitasi arus barang dan jasa antara pembeli dan penjual (Pearce, 1996). Indonesia yang sedang berkembang membutuhkan perkembangan infrastruktur yang memadai sehingga suplai barang dan transportasi akan semakin cepat mencapai daerah yang terpelosok, sehingga dibutuhkan penyambung daerah yang terpisah menjadi 2 bagian yaitu jembatan. Sebagai contoh nyata adalah Jembatan Merah Putih yang melintas diatas Teluk Ambon, Indonesia. Adanya jembatan tersebut dirasa sangat efektif karena dapat memangkas waktu berkendara hingga 45 menit<sup>1</sup>.

Jembatan adalah suatu struktur yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah (Struyk & Veen, 1995). Jembatan mempunyai bermacam-macam jenis berdasarkan material, bentang, dan lain sebagainya. Jembatan dengan bentang pendek sampai menengah biasanya menggunakan jenis perletakan sederhana atau *simple span*. Di Indonesia, jembatan *simple span* masih menjadi opsi pertama untuk membangun semua jenis jembatan.

Seiring berkembangnya zaman, para insinyur ditantang untuk menginovasikan sistem struktur yang lebih cocok sesuai dengan parameter dan kesesuaian dengan suatu lokasi yang ingin dibangun. Jembatan *simple span* dapat menjadi solusi infrastrukturnya, tetapi dirasa kurang efektif dan efisien. Perlu dilakukan *monitoring* berkala untuk memastikan keadaan jembatan dapat digunakan dengan baik karena elemen jembatan mengalami korosi akibat dari bocornya *expansion joint* serta penggunaan *bearing pad* yang memiliki usia layan berkisar selama 5-10 tahun (Setiati, 2011)

*Integral Abutment Bridges* (IABs) adalah tipe jembatan tanpa ada sambungan (*joint-less*), dimana lantai jembatan menerus dan terhubung secara monolit dengan dinding *abutment* (Setiati, 2011). Menurut Setiati (2011) IABs merupakan salah

---

<sup>1</sup> Muhammad Idris, "Cerita di Balik Nama Merah Putih Pada Jembatan Terpanjang Indonesia Timur", diakses dari <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-3179357/cerita-di-balik-nama-merah-putih-pada-jembatan-terpanjang-indonesia-timur>

satu sistem struktur yang cocok digunakan untuk jembatan bentang pendek, dimana bentang yang memungkinkan untuk dibangun adalah kurang dari 40 m.

Selain tidak menggunakan *expansion joint* dan *bearing pad*, adanya *creep* dan *shrinkage* menjadi parameter yang tidak boleh diabaikan serta penggunaan IABs juga mengganti sistem struktur *abutment* menjadi portal yang kaku. Sistem struktur ini diharapkan mampu mengurangi kebutuhan pondasi pada IABs. Tetapi perlu dikaji dan diteliti secara saksama agar penggunaan IABs tidak mengabaikan parameter serta kondisi yang ada.

## 1.2 Inti Permasalahan

Jembatan IABs tidak menggunakan *expansion joint* dan *bearing pad* sehingga jembatan bersifat kaku karena pelat dicor monolit ke *abutment*. *Creep* dan *shrinkage* yang terjadi dapat mengurangi pengaruh gaya prategang. Sistem strukturnya berbentuk portal yang kaku. Bentang jembatan menjadi suatu batasan dalam penggunaan IABs, sehingga dibutuhkan suatu jembatan dengan bentang dan tinggi yang optimal untuk menggunakan sistem struktur ini. Analisis dengan menggunakan tahapan konstruksi juga harus diperhatikan.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pemodelan IABs dan jembatan *simple span* yang mampu menahan beban konstruksi dan beban layan sesuai peraturan;
  - a. Pembebanan untuk Jembatan (SNI 1725:2016),
  - b. Perencanaan jembatan terhadap beban gempa (SNI 2833:2016).
  - c. Perencanaan penulangan lentur dan geser (SNI 2847:2013)
2. Melakukan analisis perbandingan IABs terhadap jembatan *simple span*.
3. Menentukan tahapan konstruksi yang tepat untuk IABs.
4. Mengetahui pengaruh dari *shrinkage* dan *creep* pada girder prategang, peraturan prategang mengacu kepada SNI 7833:2012 dan peraturan *shrinkage* dan *creep* mengacu pada CEB-FIP 1990.
5. Menentukan bentang jembatan dan tinggi *abutment* yang paling efektif pada IABs.

#### 1.4 Pembatasan Masalah

Parameter materi penelitian akan dikerucutkan agar lebih spesifik dalam membahas dan menganalisa, sehingga tidak terjadi pelebaran topik. Penelitian ini mempunyai koridor sebagai berikut:

1. Jembatan 1 bentang dengan menggunakan PCI girder prategang dimodelkan dengan jembatan *simple span* dan IABs.
2. Variasi model jembatan terbagi menurut tinggi *abutment*, yaitu 5 m dan 10 m. Masing-masing variasi tinggi model *abutment* akan dibagi menjadi 3 model dengan bentang jembatan 20 m, 30 m, dan 40 m.

**Tabel 1.1 Variasi Pemodelan**

Tipe Struktur	Bentang	Tinggi	Kode Nama
IABs	20 m	5 m	A-1
	30 m	5 m	A-2
	40 m	5 m	A-3
	20 m	10 m	A-4
	30 m	10 m	A-5
	40 m	10 m	A-6
<i>Simple Span</i>	20 m	5 m	B-1
	30 m	5 m	B-2
	40 m	5 m	B-3
	20 m	10 m	B-4
	30 m	10 m	B-5
	40 m	10 m	B-6

3. Pengaruh *shrinkage* dan *creep* mengikuti peraturan CEB-FIP 1990.
4. Material beton yang digunakan untuk *abutment* adalah mutu  $f_c' = 30$  MPa ( $E = 21019$  MPa,  $\gamma = 2400$  kg/m<sup>3</sup>) dan untuk girder adalah mutu  $f_c' = 42$  MPa ( $E = 30459$  MPa,  $\gamma = 2400$  kg/m<sup>3</sup>)
5. Material tulangan baja yang digunakan untuk diameter di atas 12 mm adalah tulangan ulir mutu  $f_y = 390$  MPa,  $E = 200000$  MPa.
6. Material tendon yang digunakan adalah mutu  $f_y = 1860$  MPa dan acuan *layout* tendon yang digunakan adalah berdasarkan keluaran perusahaan untuk girder jembatan *simple span*.

1-4

7. Lokasi tanah berada di kota Probolinggo dengan tipe tanah adalah tanah sedang (SD). Nilai parameter respons spektral percepatan gempa batuan dasar (PSA)  $MCE_R$  adalah 0,402g.
8. Pondasi yang digunakan adalah tiang bor berdiameter 0,8 m,  $\emptyset$  tanah adalah  $30^\circ$ , dan analisis kekuatan pondasi terbatas pada pemeriksaan kekuatan struktur dari tiang bor.
9. Analisa tahapan konstruksi dilakukan hanya untuk mengetahui jadwal terbaik dalam pelaksanaan agar tidak terjadi kegagalan konstruksi.

### **1.5 Metode Penelitian**

Penulisan penelitian dilakukan dengan dua metode, yaitu:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan sebagai acuan resmi untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dalam pengerjaan penelitian. Sumber pustaka berasal dari buku, jurnal, dan artikel berita yang tercantum dalam daftar pustaka.

2. Studi Analisis

Studi analisis dilakukan dengan cara menggunakan piranti lunak midas Civil untuk pemodelan jembatan.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan karya tulis ilmiah ini melalui beberapa tahap, yaitu:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi pengertian teori dan metode yang akan digunakan dalam menganalisis data sehingga mempermudah untuk mendalami topik penelitian. Dalam bab ini terdapat beberapa literatur yang membahas tentang pengertian jembatan, jembatan IABs, peraturan mengenai pembebanan jembatan, tahapan konstruksi jembatan.

#### **BAB 3 DATA DAN PEMODELAN**

Bab ini berisi data dan pemodelan jembatan sesuai dengan koridor yang telah dibahas pada pembatasan masalah. Data dari bab ini merupakan nilai yang bisa digunakan lalu diolah pada bab selanjutnya untuk memenuhi tujuan

penelitian. Pemodelan dari bab ini digunakan untuk mencari dan mengolah data-data yang telah dikumpulkan.

#### BAB 4 DATA DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang proses analisis data dari semua data yang telah dikumpulkan pada tahapan pengumpulan data. Hasil dari bab ini digunakan untuk menentukan kesimpulan dari seluruh data yang telah diolah.

#### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

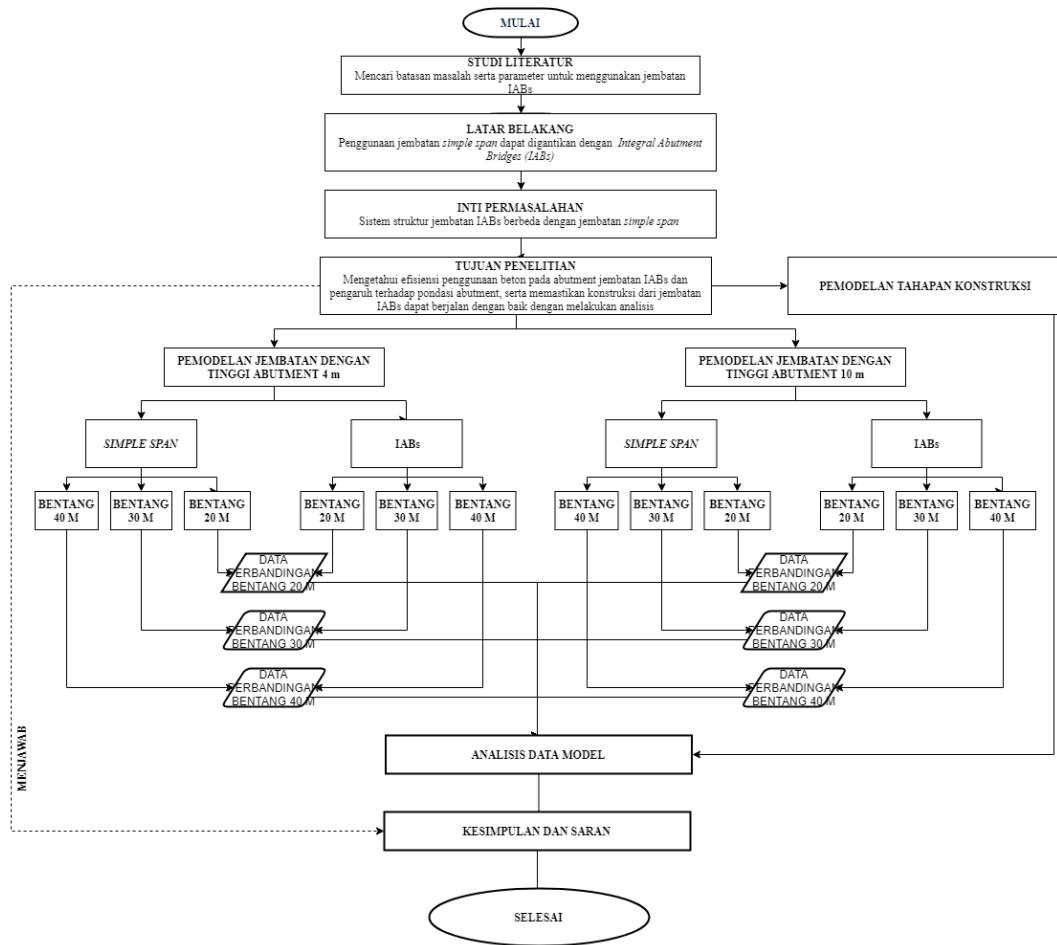
Bab ini menjelaskan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran yang disampaikan untuk pengaplikasian penelitian dan mengembangkan penelitian serupa untuk kedepannya.

### 1.7 Diagram Alir Penelitian

Penulisan penelitian ini dimulai dari studi literatur mengenai jembatan dengan IABs dan jembatan *simple span*. Jembatan IABs tidak menggunakan *expansion joint* dan *bearing pad* sehingga sistem struktur jembatan ini adalah portal kaku. Adanya perbedaan karakteristik jembatan IABs dan jembatan *simple span* menjadi hal menarik untuk dikaji lebih lanjut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan jembatan IABs terhadap jembatan *simple span* dan tahapan konstruksi yang tepat. Untuk mempermudah analisis dibutuhkan piranti lunak sebagai alat untuk memodelkan jembatan *simple span* dan IABs. Model jembatan terbagi menjadi 12 model, dimana *abutment* jembatan mempunyai 2 variasi tinggi yaitu 5 m dan 10 m. Masing-masing tinggi *abutment* jembatan akan didesain menggunakan jembatan *simple span* dan IABs. Selanjutnya model akan dibagi ke beberapa bentang, dan tujuannya adalah untuk mengetahui bentang dan tinggi yang optimal untuk jembatan IABs dengan cara membandingkan dengan jembatan *simple span*.

Hasil dari analisis data akan diambil kesimpulan serta saran untuk penelitian yang serupa selanjutnya. Penjelasan dari tahapan penelitian ini akan dipaparkan dengan bagan di halaman selanjutnya.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian