

SKRIPSI

**STUDI PERKUATAN JEMBATAN RANGKA BAJA
BINA MARGA KELAS A TERHADAP PEMBEBANAN
KENDARAAN TRANSFORMER TIPE 181**



ALVIN RADITYA

NPM: 2014410166

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
JUNI 2018**

SKRIPSI

**STUDI PERKUATAN JEMBATAN RANGKA BAJA
BINA MARGA KELAS A TERHADAP PEMBEBANAN
KENDARAAN TRANSFORMER TIPE 181**



ALVIN RADITYA

NPM: 2014410166

BANDUNG, 28 JUNI 2018

PEMBIMBING

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Altho S.", is written over the printed name.

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
JUNI 2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Alvin Raditya

NPM: 2014410166

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : STUDI PERKUATAN JEMBATAN RANGKA BAJA BINA MARGA KELAS A TERHADAP PEMBEBANAN KENDARAAN TRANSFORMER TIPE 181 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, 28 Juni 2018



2014410166

ABSTRAK

STUDI PERKUATAN JEMBATAN RANGKA BAJA BINA MARGA KELAS A TERHADAP PEMBEBANAN KENDARAAN TRANSFORMER TIPE 181

Alvin Raditya
NPM : 2014410166

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
JUNI 2018**

ABSTRAK

Jembatan merupakan salah satu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terpisah karena adanya rintangan yang ada seperti sungai, laut dan lembah. Jembatan rangka baja Bina Marga merupakan salah satu jenis jembatan rangka baja yang sudah lama digunakan di Indonesia. Evaluasi dilakukan sesuai dengan peraturan SNI 1725:2016 tentang pembebanan untuk jembatan dan SNI T-03-2005 tentang perancangan struktur baja untuk jembatan. Terjadi perubahan fungsi jembatan akibat perubahan pembebanan akibat beban kendaraan transformer.. Dari analisis, didapatkan bahwa jembatan rangka baja Bina Marga kelas A akibat pengaruh beban kendaraan transformer secara umum tidak dapat menerima kombinasi pembebanan sehingga rasio kapasitas yang terjadi pada penampang memiliki nilai lebih besar dari satu. Lendutan yang terjadi akibat beban hidup sebesar 71 mm melebihi lendutan ijinnya sebesar 50 mm. Setelah dilakukan perkuatan struktur berupa prategang eksternal dengan 2 buah tendon dimana masing-masing tendon terdiri dari 12 *strand* menghasilkan lendutan menjadi 32 mm. Hasil analisis dengan prategang eksternal menyebabkan batang tepi bawah tidak mengalami tegangan yang berlebih. Untuk elemen yang masih mengalami tegangan berlebih diperlukan perkuatan metode lain yaitu penebalan pelat baja pada *flens* dan *web* dengan variasi ketebalan pelat 5 mm, 10 mm, 12 mm dan 20 mm pada elemen gelagar melintang, gelagar memanjang, batang tepi atas, dan diagonal rangka baja sehingga elemen-elemen tersebut tidak mengalami tegangan berlebih.

Kata kunci : Jembatan Tipe Tipikal Bina Marga, Modifikasi Penampang, Profil Baja

ABSTRACT

STUDY OF STRENGTHENING BINA MARGA STEEL TRUSS BRIDGE CLASS A TOWARDS TRANSFORMER VEHICLE TYPE 181

Alvin Raditya
NPM : 2014410166

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

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY FACULTY OF ENGINEERING DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-
XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JUNE 2018

ABSTRACT

Bridge is one of the constructions that serves to connect two parts of the road that are separated because of existing obstacles such as rivers, seas and valleys. Bina Marga steel truss bridge is one type of steel truss bridge that has long been used in Indonesia. Evaluation is conducted in accordance with SNI 1725: 2016 regulation concerning loading for bridges and SNI T-03-2005 on the design of steel structures for bridges. Changes in the function of the bridge due to changes in loading vehicle load of transformers. From the analysis, it was found that Bina Marga steel truss bridge class A due to vehicle load of transformers in general can not accept the combination of loading so that the capacity ratio that occurs in the cross section has a value greater than one. The deflection that occurs due to the live load of 71 mm exceeds the deflection of 50 mm permit. After retrofitting the structure with external prestress with 2 pieces of tendon where each tendon consists of 12 strands resulting in a deflection of 32 mm. The result of analysis with external prestress causes the lower edge rod does not experience overstressed. For the element that still sustaining excessive stress reinforcement is required another method of thickening the steel plate on the flange and web with variations in thickness of 5 mm, 10 mm, 12 mm and 20 mm plate on transverse girder elements, elongated girder, upper edge rod, and steel frame diagonal so that the elements - the element does not experience overstressed.

Keywords : Typical Bina Marga Bridge, Modification of the Cross Section, Steel Profile

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “STUDI PERKUATAN JEMBATAN RANGKA BAJA BINA MARGA KELAS A TERHADAP PEMBEBANAN KENDARAAN TRANSFORMER TIPE 181” dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun untuk memenuhi 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. Bapak Altho Sagara, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberi masukan kepada penulis dari awal hingga akhir penyusunan skripsi.
2. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan pendidikan dan pengetahuan dalam bidang teknik sipil serta dedikasi mengajar selama masa perkuliahan.
3. Kedua orang tua dan adik penulis yang selalu mendukung, mendoakan dan memberikan banyak motivasi bagi penulis selama masa penulisan skripsi.
4. Andre Putra, Christian Miharja, Fernando Gunawan, Juan Andre dan Liyans Alfian yang telah memberikan waktu, bantuan, motivasi serta dukungan selama penulisan skripsi serta sebagai teman seperjuangan penulis selama masa perkuliahan terutama pada masa penulisan skripsi.
5. Andre Febriato Jonathan, Fidel Saputra dan Kenny Ferbian sebagai teman seperjuangan dalam penulisan skripsi ini.
6. Teman-teman teknik sipil angkatan 2014 yang selalu memberikan semangat dalam menjalani skripsi.
7. Berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proses penulisan skripsi baik secara langsung maupun tidak langsung.

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, 28 Juni 2018



Alvin Raditya

2014410166

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Pembatasan Masalah	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-4
BAB 2 DASAR TEORI	2-1
2.1 Baja	2-1
2.2 Jembatan	2-3
2.3 Jembatan Rangka	2-4
2.4 Jembatan Rangka Baja Bina Marga	2-5
2.5 Jenis-Jenis Perkuatan	2-5
2.6 Kombinasi Pembebanan	2-6
2.5.1 Beban Permanen	2-8
2.5.2 Berat Sendiri (MS)	2-9
2.5.3 Beban mati tambahan/utilitas (MA)	2-9
2.5.4 Beban Lalu Lintas	2-10
2.5.5 Beban Lajur “D” (TD)	2-10
2.5.6 Beban Truk “T” (TT)	2-11
2.5.7 Faktor Beban Dinamis (FBD)	2-12
2.5.8 Beban Kendaraan Transformer Tipe 181	2-13
2.5.9 Gaya Rem	2-15
2.5.10 Beban Angin	2-15

BAB 3 PEMODELAN	3-1
3.1 Studi Kasus	3-1
3.2 Deskripsi Umum Jembatan	3-1
3.3 Pemodelan.....	3-2
3.4 Pemodelan Profil Jembatan.....	3-3
3.5 Pemodelan Prategang Eksternal.....	3-4
3.6 Pembebanan	3-5
3.6.1 Beban Mati Tambahan.....	3-5
3.6.2 Beban Angin.....	3-6
3.6.3 Beban Hidup.....	3-8
3.7 Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan	3-10
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	4-1
4.1 Analisis Gaya Dalam pada Jembatan Eksisting.....	4-1
4.2 Analisis Lendutan Jembatan A	4-3
4.3 Analisis Kapasitas Penampang Jembatan A	4-4
4.4 Analisis Lendutan Jembatan B	4-6
4.5 Analisis Kapasitas Penampang Jembatan B	4-6
4.6 Analisis Struktur Jembatan C1 dengan Metode Prategang Eksternal....	4-8
4.7 Analisis Struktur Jembatan C2 dengan Metode Penebalan Pelat Baja	4-10
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....	D-1
LAMPIRAN 1 RASIO KAPASITAS PENAMPANG DENGAN PE.....	L1-1
LAMPIRAN 2 RASIO KAPASITAS PENAMPANG DENGAN PE DAN PENEBALAN PELAT	L2-1
LAMPIRAN 3 PERHITUNGAN KEKUATAN TARIK	L3-1
LAMPIRAN 4 PERHITUNGAN KEKUATAN TEKAN.....	L4-1
LAMPIRAN 5 PERHITUNGAN KEKUATAN TEKAN DENGAN METODE AASHTO LRFD.....	L5-1

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

BGT	= beban garis terpusat
BTR	= beban terbagi rata
FBD	= faktor beban dinamis
f_c'	= kuat tekan beton
f_y	= <i>minimum yield stress</i>
f_u	= <i>minimum tensile stress</i>
kg	= kilogram
kN	= kilonewton
kPa	= kilopascal
L	= panjang bentang jembatan
m	= meter
mm	= milimeter
N	= Newton
PE	= Prategang eksternal
SNI	= Standar Nasional Indonesia
SAP2000	= <i>Structure Analysis Program</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Tampak Samping Jembatan Bina Marga Kelas A	1-3
Gambar 1. 2 Bagian Atas Jembatan Bina Marga Kelas A	1-3
Gambar 1. 3 Bagian Bawah Jembatan Bina Marga Kelas A	1-4
Gambar 2. 1 Perspektif jembatan rangka baja Bina Marga	2-5
Gambar 2. 2 Beban lajur “D”	2-10
Gambar 2. 3 Dimensi dan Beban Truk.....	2-12
Gambar 2. 4 Grafik Nilai FBD.....	2-13
Gambar 2. 5 Beban kendaraan transformer tipe 181.....	2-14
Gambar 3. 1 Profil baja pada diagonal, balok tepi atas, dan balok tepi bawah....	3-3
Gambar 3. 2 Profil baja pada ikatan angin dan batang tepi atas	3-3
Gambar 3. 3 Profil baja pada gelagar melintang, gelagar memanjang dan batang tepi bawah	3-3
Gambar 3. 4 <i>Frame release</i> pada bagian rangka jembatan	3-4
Gambar 3. 5 <i>Frame release</i> pada bagian ikatan angin.....	3-4
Gambar 3. 6 Sistem Perkuatan Jembatan dengan Prategang Eksternal	3-5
Gambar 3. 7 Beban mati tambahan pada jembatan akibat aspal (190,83 kg/m)..	3-6
Gambar 3. 8 Beban mati tambahan pada jembatan akibat beton (816 kg/m dan 1320 kg/m)	3-6
Gambar 3. 9 Beban angin pada jembatan (549 N/m dan 1098 N/m).....	3-7
Gambar 3. 10 Beban truk	3-8
Gambar 3. 11 Beban kendaraan transformer tipe 181.....	3-9
Gambar 3. 12 Gaya Rem (1,339 kN/m)	3-10
Gambar 4. 1 Gaya axial pada penampang jembatan	4-1
Gambar 4. 2 Momen minor pada penampang jembatan	4-2
Gambar 4. 3 Momen major pada penampang jembatan	4-2
Gambar 4. 4 Lendutan akibat beban truk	4-3
Gambar 4. 5 Lendutan akibat beban BTR.....	4-3
Gambar 4. 6 <i>Section frame</i> gelagar melintang dan memanjang.....	4-4

Gambar 4. 7 <i>Section frame</i> batang tepi bawah, batang tepi atas dan rangka batang	4-4
Gambar 4. 8 <i>Section frame</i> batang tepi atas dan ikatan angin	4-4
Gambar 4. 9 Rasio Kapasitas Penampang pada <i>Cross Girder</i> dan <i>Stringers</i>	4-5
Gambar 4. 10 Rasio Kapasitas Penampang pada <i>Truss</i> , <i>Bottom Chord</i> dan <i>Top Chord</i>	4-5
Gambar 4. 11 Rasio Kapasitas Penampang pada <i>Wind Bracing</i>	4-6
Gambar 4. 12 Lendutan akibat beban kendaraan transformer	4-6
Gambar 4. 13 Rasio Kapasitas Penampang pada gelagar melintang dan gelagar memanjang	4-7
Gambar 4. 14 Rasio Kapasitas Penampang pada <i>Truss</i>	4-7
Gambar 4. 15 Rasio Kapasitas Penampang pada <i>Wind Bracing</i>	4-8
Gambar 4. 16 Lendutan akibat beban transformer dan prategang eksternal	4-8
Gambar 4. 17 Rasio Kapasitas <i>Cross Girder</i> dan <i>Stringers</i> Eksisting	4-9
Gambar 4. 18 Rasio Kapasitas <i>Cross Girder</i> dan <i>Stringers</i> dengan Prategang Eksternal	4-9
Gambar 4. 19 Rasio Kapasitas <i>Truss</i> Eksisting	4-9
Gambar 4. 20 Rasio Kapasitas <i>Truss</i> Eksisting dengan Prategang Eksternal	4-9
Gambar 4. 21 Tipe Penebalan Pelat Baja pada <i>Cross Girder</i>	4-11
Gambar 4. 22 Tipe Penebalan Pelat Baja pada <i>Stringer</i>	4-11
Gambar 4. 23 Tipe Penebalan Pelat Baja pada <i>Top Chord</i>	4-11
Gambar 4. 24 Tipe Penebalan Pelat Baja pada <i>Truss</i>	4-12
Gambar 4. 25 Rasio Kapasitas Penampang setelah Penebalan Pelat Baja pada <i>Cross Girder</i> dan <i>Stringer</i>	4-12
Gambar 4. 26 Rasio Kapasitas Penampang setelah Penebalan Pelat Baja pada <i>Top Chord</i> dan <i>Truss</i>	4-12

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Berat isi untuk beban mati	2-8
Tabel 2. 2 Faktor beban untuk beban sendiri	2-9
Tabel 2. 3 Faktor beban untuk beban mati tambahan	2-10
Tabel 2. 4 Faktor beban untuk beban lajur “D”	2-11
Tabel 2. 5 Faktor beban untuk beban “T”	2-11
Tabel 2. 6 Pembebanan kendaraan transformer	2-13
Tabel 2. 7 Nilai V_0 dan Z_0 untuk Berbagai Variasi Kondisi Permukaan Hulu ..	2-16
Tabel 2. 8 Tekanan angin dasar.....	2-16
Tabel 3. 1 Mutu <i>strand</i>	3-2
Tabel 3. 2 Gaya prategang	3-4
Tabel 3. 3 Beban mati tambahan.....	3-5
Tabel 3. 4 Data Angin	3-6
Tabel 3. 5 Beban Angin	3-7
Tabel 3. 6 Kombinasi pembebanan pada pemodelan.....	3-10

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan merupakan salah satu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terpisah karena adanya rintangan yang ada seperti sungai, laut, lembah, dan sebagainya. Artinya, jembatan merupakan salah satu alat penghubung yang sangat vital, mengingat kebutuhan akan pembangunan jembatan yang komprehensif agar dapat menghubungkan bagian-bagian daerah di Indonesia yang belum terjangkau dengan prasarana jalan.

Jembatan Bina Marga merupakan salah satu tipe jembatan yang banyak digunakan di Indonesia. Jembatan ini merupakan jembatan rangka baja yang dibedakan menjadi beberapa kelas menurut panjang jembatan dan lebar jembatan, yaitu kelas A, kelas B dan kelas C. Pertimbangan utama dilakukan analisis kembali terhadap jembatan eksisting ini karena akan dilewati oleh truk transformer dengan berat total 181 ton. Truk ini akan membawa alat transformasi atau lebih dikenal dengan nama trafo sebagai alat pendistribusian tenaga listrik.

Peningkatan beban lalu lintas akibat bidang konstruksi mengakibatkan jembatan dapat mengalami perubahan fungsi dan berpengaruh pada peningkatan tegangan elemen rangka batang jembatan dan bertambah besarnya lendutan yang terjadi. Perkuatan adalah usaha yang dilakukan untuk dapat mengembalikan kapasitas muat jembatan seperti kondisi desain awal. Oleh karena itu, untuk meningkatkan daya layan dan kapasitas jembatan akibat hal tersebut dapat dilakukan dengan melakukan perkuatan pada jembatan Bina Marga. Contohnya dengan penambahan pelat dan prategang eksternal.

1.2 Inti Permasalahan

Semakin besar beban kendaraan yang melintas, maka lendutan yang terjadi juga akan semakin besar. Dengan demikian, perlu dilakukan analisis untuk uji kelayakan terhadap pembebanan, serta melakukan perbandingan antara jembatan rangka baja Bina Marga kelas A yang awal dengan jembatan rangka baja Bina Marga kelas A yang mengalami perkuatan. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan hasil perkuatan yang tepat guna dan mencapai sasaran yang telah ditetapkan, maka diperlukan beberapa pertimbangan dalam melakukan perkuatan.

1.3 Tujuan Penelitian

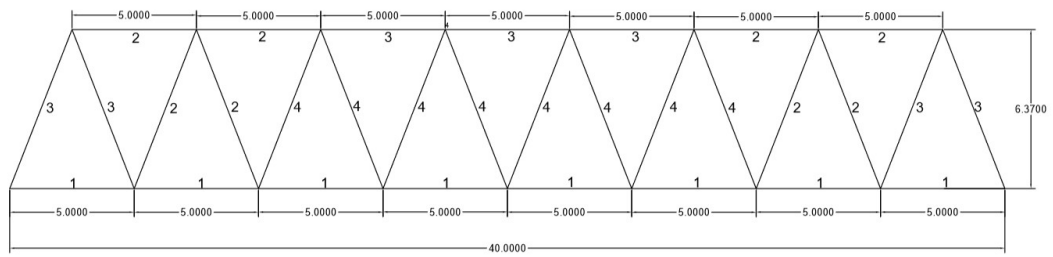
Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kekuatan jembatan rangka baja Bina Marga kelas A terhadap beberapa kombinasi pembebanan yang terdiri atas beban kendaraan, beban pejalan kaki, beban mati, dan beban akibat angin.
2. Menganalisis kekuatan jembatan rangka baja Bina Marga kelas A terhadap penambahan beban kendaraan transformer tipe 181.
3. Melakukan analisis perkuatan struktur jembatan akibat beban kendaraan transformer dengan metode perkuatan prategang eksternal dan metode penebalan pelat baja.
4. Membandingkan lendutan dan kapasitas penampang jembatan sebelum dan sesudah dilakukan metode perkuatan.
5. Menentukan metode perkuatan yang paling efektif.

1.4 Pembatasan Masalah

Pada skripsi ini, ruang lingkup permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Jembatan yang dianalisis adalah jembatan rangka baja Bina Marga kelas A dengan panjang bentang 40 meter seperti gambar di bawah ini.



Keterangan:

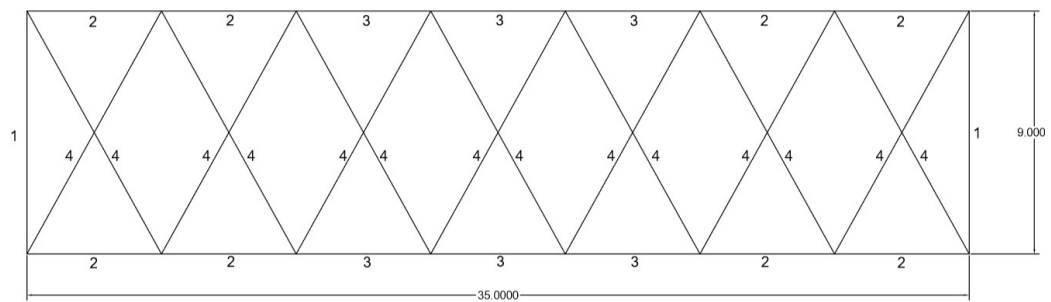
1 = WF 300x300x16x22

2 = WF 300x300x16x19

3 = WF 300x300x16x25

4 = WF 300x300x9x12

Gambar 1. 1 Tampak Samping Jembatan Bina Marga Kelas A



Keterangan:

1 = WF 300x200x12x19

2 = WF 300x300x16x19

3 = WF 300x300x16x25

4 = WF 150x150x13x26

Gambar 1. 2 Bagian Atas Jembatan Bina Marga Kelas A

	1	1	1	1	1	1	1	1	
	4	4	4	4	4	4	4	4	
	4	4	4	4	4	4	4	4	
2	4	3	4	3	4	3	4	3	4
	4	4	4	4	4	4	4	4	
	4	4	4	4	4	4	4	4	
	1	1	1	1	1	1	1	1	
	40.0000								2 9.0000

Keterangan:

1 = WF 300x300x16x22

2 = WF 750x350x12x25

3 = WF 900x350x12x19

4 = WF 450x200x9x16

Gambar 1.3 Bagian Bawah Jembatan Bina Marga Kelas A

2. Jembatan diasumsikan menggunakan perletakan sendi dan rol.
3. Pembebanan yang digunakan yaitu SNI 1725:2006.
4. Struktur bawah jembatan dan sambungan dari struktur rangka batang tidak menjadi ruang lingkup penelitian.

1.5 Metode Penelitian

Skripsi ini menggunakan dua metode penelitian, yaitu:

1. Studi literatur

Pada studi literatur dilakukan pengumpulan data informasi mengenai kekuatan pada jembatan baja sebagai acuan dalam melakukan analisis desain jembatan. Sumber-sumber penulisan diperoleh dari buku dan peraturan yang tercantum dalam daftar pustaka.

2. Studi Analisis

Studi analisis merupakan studi yang menggunakan permodelan sebagai salah satu sarana untuk mencari data dan informasi. Studi analisa pada skripsi ini menggunakan program SAP 2000.