

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1596/WM/FT.S/SKR/2022

**PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN
KOMPOSIT I-GIRDER BAJA BETON DENGAN AASHTO
LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS 9TH EDITION
2020**



**DISUSUN OLEH :
PAULO ANACLETO SOARES SERRA
NOMOR REGISTRASI
211 16 066**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA
KUPANG
2023**

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1596/WM/FT.S/SKR/2022

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN
KOMPOSIT I-GIRDER BAJA BETON DENGAN AASHTO
LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS 9th EDITION 2020

DISUSUN OLEH
PAULO ANACLETO SOARES SERRA

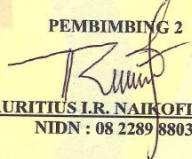
NOMOR INDUK MAHASISWA
211 16 066

DIPERIKSA OLEH:

PEMBIMBING 1

PEMBIMBING 2


CHRISTIANI CHANDRA MANUBULU.ST.,M.Eng
NIDN : 081 906 9102


MAURITIJS I.R. NAIKOFI.ST.,MT
NIDN : 08 2289 8803

DISETUJUI OLEH:
KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA


STEPHANUS OLA DEMON.ST.,MT
NIDN : 08 0909 7401

DISAHKAN OLEH:
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA
MANDIRA


DR. DON GASPAR DA COSTA.ST.,MT
NIDN : 08 2003 6801

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1596/WM/FT.S/SKR/2022

**PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN
KOMPOSIT I-GIRDER BAJA BETON DENGAN AASHTO
LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS 9th EDITION
2020**

**DISUSUN OLEH
PAULO ANACLETO SOARES SERRA**


**NOMOR INDUK MAHASISWA
211 16 066**

DIPERIKSA OLEH:


PENGUJI 1


STEPHANUS OLA DEMON, ST., MT
NIDN : 08 0909 7401

PENGUJI 2


MERZY MOOY, ST., MT
NIDN : -

PENGUJI 3


CHRISTIANI CHANDRA MANUBULU, ST., M.Eng
NIDN : 081 906 9102

MOTTO

**“JIKA TUHAN DIPITAK-
KU, SIAPAKAH
LAWANKU”**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tritunggal Yang Mahakudus dan Bunda Maria atas berkat dan rahmat sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN KOMPOSIT I GIRDER BAJA BETON DENGAN AASTHO LFRD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS 9th 2020”**.

Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi sebagian syarat-syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Keberhasilan yang diperoleh dalam menyusun Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik tidak terlepas dari bantuan berbagai bentuk oleh semua pihak yang terlibat. Oleh karena itu pada kesempatan ini patur dihaturkan terima kasih kepada :

1. Pater Dr. Philipus Tule,SVD. Selaku Rektor Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
2. Bapak Dr. Don Gaspar Noesaku Da Costa,ST.,MT. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
3. Bapak Dr. Stephanus Ola Demon,ST.,MT. Sebagai Ketua Program Stutdi Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
4. Ibu Christiani Chandra Manubulu, ST.,M.Eng. Sebagai Sekertaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira Kupang dan sebagai dosen pembimbing 1 yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Proposal penelitian ini..
5. Bapak Mauritius I.R Naikofi, ST.,MT. sebagai dosen pembimbing 2 yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Proposal penelitian ini.
6. Bapak Dr. Stephanus Ola Demon,ST.,MT. Sebagai dosen penguji 1 yang telah memberikan masukan dan saran dalam perbaikan karya tulis ini
7. Ibu Merzy Mooy, ST.,MT sebagai penguji 2 yang telah memberikan masukan dan saran dalam perbaikan karya tulis ini
8. Bapa saya Antonio Ancaletto Serra dan Mama saya Guilhermina Soares, kakak adik serta keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan saya.

9. Kaka Abrão Boavida Da Silva dan Natalia De Jesus Lopes, yang selalu mendukung dan mendoakan saya.
10. Pacar saya Karolina Juita Nila dan teman kos yang selalu mendukung dan mendoakan saya.
11. Teman-teman angkatan sipil 2016 dan Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa masih ada kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, maka kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Kupang, 2023

Penulis

ABSTRAKSI

NOMOR : 1596/WM/FT.S/SKR/2022

Jembatan merupakan suatu struktur konstruksi yang memungkinkan untuk menghubungkan suatu rute transportasi yang terpisah oleh sungai, lembah, saluran irigasi dan bahkan menghubungkan antar pulau yang terpisah sangat jauh. Perencanaan jembatan tidak hanya mempertimbangkan aspek struktural dan transportasi saja, tetapi juga perlu meninjau aspek ekonomi dan estetika.

Jembatan komposit *I-girder* merupakan salah satu bangunan komposit yang dibuat dari berbagai bahan yang dipadukan dari dua jenis material yang dianggap berbeda sifat. Bahan yang beragam tersebut menjadi satu kesatuan saling kerja sama untuk menahan beban.

Pada perencanaan Struktur Jembatan Komposit ini menggunakan Pelat I Girder Balok yang terbuat dari susunan baja. Panjang bentang 20 meter, lebar jembatan 9 meter dimana lebar jalan 7 meter, trotoar masing-masing 1 meter. Metode perencanaan mengacu pada *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (9th Edition) (2020 US)*.

Tujuan dari pada tulisan ini untuk mengetahui berapa dimensi optimum I-Girder, pelat pengikat, pelat diafragma untuk jembatan dengan panjang bentang 20 meter menggunakan *AASHTO LRFD 2020*, dan juga untuk mengetahui profil aman terhadap kondisi layan, ultimit, dan fatigue/lelah.

Kata kunci : Metode *Load Resistance Factor Design (LRFD)*, Struktur Jembatan Komposit I-girder baja beton, dimensi optimum I-girder, pelat pengikat, pelat diafragma, kondisi layan, ultimit, dan fatigue/lelah.

ABSTRACTION

NUMBER : 1596/WM/FT.S/SKR/2022

A bridge is a construction structure that makes it possible to connect transportation routes separated by rivers, valleys, irrigation canals and even connect islands that are very far apart. Bridge planning does not only consider structural and transportation aspects, but also needs to consider economic and aesthetic aspects.

An I-girder composite bridge is a composite building made from various materials combined from two types of materials which are considered to have different properties. These various materials become one unit that works together to support the load.

In planning this Composite Bridge Structure, Plate I Girder Beam is used which is made of steel. The span is 20 meters long, the bridge width is 9 meters, the road width is 7 meters, the sidewalks are 1 meter each. The planning method refers to the AASTHO LRFD Bridge Design Specifications (9th Edition) (US 2020).

The purpose of this article is to find out what the optimum dimensions are for I-Girders, tie plates, diaphragm plates for bridges with a span length of 20 meters using AASHTO LRFD 2020, and also to find out the safe profile for service, ultimate and fatigue conditions.

Keywords : Load Resistance Factor Design (LRFD) Method, Steel Concrete I-girder Composite Bridge Structure, optimum dimensions of I-girder, tie plate, diaphragm plate, service condition, ultimate, and fatigue.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR PUSTAKA	vii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	i-1
1.2 Rumusan Masalah	i-2
1.3 Tujuan	i-2
1.4 Batasan Masalah.....	i-3
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Jembatan.....	ii-1
2.1.1 Umum	ii-1
2.1.2 Klasifikasi Jembatan	ii-1
2.1.2.1 Menurut Fungsi atau Penggunaannya.....	ii-1
2.1.2.2 Menurut Material Pembentuknya	ii-2
2.1.3 Bagian-Bagian Jembatan.....	ii-5
2.1.4 Aspek Teknis	ii-8
2.1.5 Aspek Estetika	ii-8
2.2 Jembatan Komposit I-girder.....	ii-9
2.2.1 Keunggulan Struktur Komposit.....	ii-9
2.2.2 Proses Kerja Jembatan Komposit.....	ii-10
2.2.3 I-Girder.....	ii-10
2.3 Perencanaan Jembatan.....	ii-11
2.3.1 Metode Perancangan Struktur Atas Jembatan Komposit Baja Beton I-Girder	ii-11
2.3.2 Penentuan Dimensi I-Girder Baja Berdasarkan AASHTO LRFD Design Specification 9 th 2020	ii-12
2.3.3 Pembebanan Pada Jembatan Berdasarkan AASHTO LRFD 2020	ii-15
2.3.4 Perencanaan Struktur Atas Jembatan	ii-35
2.4 Analisis Penampang	ii-39
2.4.1 Penentuan Ratio Modular	ii-39
2.4.2 Momen Plastis	ii-41

2.4.3	Momen Leleh	ii-43
2.5	Pemeriksaan Struktur Gelagar Terhadap Kondisi Batas Ultimit dan Layan	ii-43
2.5.1	Pemeriksaan Struktur Gelagar Terhadap Kondisi Batas Ultimit	ii-43
2.5.2	Pemeriksaan Struktur Gelagar Terhadap Kondisi Batas Layan	ii-51
2.6	Pemeriksaan Konstruksi Jembatan Kondisi Batas Ultimit dan Lelah	ii-52
2.6.1	Pemeriksaan Konstruksi Jembatan Kondisi Batas Ultimit	ii-52
2.6.2	Pemeriksaan Konstruksi Jembatan Kondisi Batas Lelah	ii-56
2.7	Perencanaan <i>Shear Connector</i> dan Pengaku Lateral	ii-60
2.7.1	Shear Connector	ii-60
2.7.2	Pengikat Pada Jembatan	ii-62
BAB III METODE PENELITIAN.....		III-1
3.1	Metode AASTHO LRFD	iii-1
3.2	Model Desain Jembatan Atas Komposit I-Girder Baja Beton	iii-2
3.3	Pengumpulan Data	iii-3
3.4	Diagram Alir	iii-3
3.4.1	Diagram Alir Penelitian	iii-3
3.4.2	Penjelasan Diagram Alir	iii-5
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		IV-1
4.1	Pengambilan Data	iv-1
4.1.1	Data Perencanaan	iv-1
4.2	Pembahasan	iv-2
4.2.1	Trotoar	iv-2
4.2.2	Tiang Sandaran	iv-4
4.2.3	Pelat Kantilever	iv-5
4.2.4	Penentuan Dimensi I-Girder	iv-5
4.2.4.1	Dimensi I-Girder	iv-6
4.2.4.2	Menentukan Lebar Efektif	iv-9
4.2.5	Pembebanan Menurut Pedoman AASTHO LRFD	iv-10
4.2.5.1	Faktor Distribusi Beban	iv-10
4.2.5.2	Beban Tetap	iv-12
4.2.5.3	Beban Hidup	iv-13
4.2.5.4	Beban Lingkungan	iv-18
4.2.5.5	Beban Hidup Konstruksi	iv-21
4.2.5.6	Beban Lelah atau Fatigue	iv-21
4.2.5.7	Kombinasi Pembebanan	iv-22
4.2.6	Perencanaan Elastomer	iv-23

4.2.7	Analisis Penampang	iv-29
4.2.8	Pemeriksaan Komponen Konstruksi Batas Ultimit.....	iv-36
4.2.8.1	Lentur Lateral Pelat Sayap Atas	iv-37
4.2.8.2	Lentur Lateral Pelat Sayap Atas Akibat Beban Kantilever.....	iv-37
4.2.8.3	Faktor Amplifikasi Lentur Lateral Sayap Atas	iv-39
4.2.9	Pemeriksaan Komponen Konstruksi Kondisi Batas Layan.....	iv-42
4.2.10	Pemeriksaan Kostruksi Kondisi Batas Ultimit.....	iv-43
4.2.10.1	Momen.....	iv-43
4.2.10.2	Gaya Geser.....	iv-44
4.2.10.3	Lendutan	iv-45
4.2.10.4	Pemeriksaan Konstruksi Kondisi Batas Lelah.....	iv-47
4.2.11	Perancangan Shear Connector dan Pengikat	iv-48
4.2.11.1	<i>Shear Connector</i>	iv-48
4.2.11.2	Pengikat Pada Jembatan.....	iv-49
4.3	Pembahasan.....	iv-55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-1
5.1	Kesimpulan	v-1
5.2	Saran.....	v-3

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinggi Minimal Gelagar berdasarkan Material dan Tipenya.....	ii-13
Tabel 2.2 Berat Jenis Material	ii-15
Tabel 2.3 Beban Dinamis, IM.....	ii-20
Tabel 2.4 Kecepatan Angin Rencana berdasarkan Lokasi Jembatan	ii-22
Tabel 2.5 Kecepatan Angin Rencana.....	ii-23
Tabel 2.6 Distribusi Beban Hidup untuk Momen pada Balok.....	ii-27
Tabel 2.7 Distribusi Beban Hidup untuk Geser pada Balok.....	ii-28
Tabel 2.8 Multiple Presence Factors, m	ii-30
Tabel 2.9 Kombinasi Pembebanan	ii-31
Tabel 2.10 Faktor Pembebanan.....	ii-32
Tabel 2.11 Batas Izin Lendutan Maksimal akibat Beban Hidup	ii-55
Tabel 2.12 Faktor Rata-Rata Lalu Lintas.....	ii-56
Tabel 2.13 Faktor Truk terhadap Jumlah Lajur	ii-57
Tabel 2.14 Faktor Siklus Beban Fatigue.....	ii-58
Tabel 2.15 Nilai 75-yr (ADTT)SL.....	ii-59
Tabel 2.16 Konstanta Detail Kategori, A	ii-59
Tabel 2.17 Amplitudo Beban Fatigue, ΔF_{TH}	ii-59
Tabel 4.1 Berat Sendiri Trotoar	iv-2
Tabel 4.2 Beban Hidup pada Trotar.....	iv-3
Tabel 4.3 Distribusi Faktor Beban Hidup.....	iv-11
Tabel 4.4 Gaya Geser dan Momen Akibat Beban Truk Bentang 20 Meter.....	iv-15
Tabel 4.5 Gaya Geser dan Momen Akibat Beban Tandem Bentang 20 Meter	iv-16
Tabel 4.6 Rekapitulasi Momen dan Geser pada Kombinasi Pembebanan	iv-23
Tabel 4.7 Data Perencanaan Elastomer dengan Karet Alami 50 Duro.....	iv-23
Tabel 4.8 Spesifikasi Data Perencanaan Elastomer dengan Karet Alami 50 Duro	iv-24
Tabel 4.9 Propertis Potongan Struktur I-Girder Baja	iv-30
Tabel 4.10 Penampang Komposit untuk Jangka Pendek	iv-31
Tabel 4.11 Penampang Komposit untuk Beban Jangka Panjang.....	iv-32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jembatan Rangka	ii-2
Gambar 2.2 Jembatan Gelagar	ii-3
Gambar 2.3 Jembatan Komposit.....	ii-3
Gambar 2.4 Jembatan Gantung.....	ii-4
Gambar 2.5 Jembatan Pelengkung.....	ii-4
Gambar 2.6 Box Culvert	ii-5
Gambar 2.7 Keterangan Dimensi.....	ii-12
Gambar 2.8 Berat dan Jarak antara as Roda Truk	ii-19
Gambar 2.9 Jarak as Roda Truk Tandem	ii-19
Gambar 2.10 Beban Truk tandem untuk perhitungan garis pengaruh	ii-19
Gambar 2.11 Area Beban Angin.....	ii-23
Gambar 2.12 Beban Angin pada Kendaraan.....	ii-25
Gambar 2.13 Pengikat Pelat Sayap Atas.....	ii-62
Gambar 2.14 Diafragma.....	ii-63
Gambar 3.1 Model Jembatan	iii-2
Gambar 3.2 Diagram Alir	iii-4
Gambar 4.1 Denah	iv-1
Gambar 4.2 Trotoar.....	iv-2
Gambar 4.3 Beban pada Trotoar	iv-3
Gambar 4.4 Beban pada Tiang Sandaran.....	iv-4
Gambar 4.5 Pelat Kantilever.....	iv-5
Gambar 4.6 Keterangan Dimensi.....	iv-6
Gambar 4.7 Tinggi Pelat Badan.....	iv-7
Gambar 4.8 Komponen I-Girder.....	iv-8
Gambar 4.9 Dimensi I-Girder	iv-9
Gambar 4.10 Lebar Efektif Jembatan	iv-10
Gambar 4.11 Beban Lajur.....	iv-14
Gambar 4.12 Berat dan Jarak antara As Roda Truk	iv-14
Gambar 4.13 Beban Truk untuk Perhitungan Garis Pengaruh	iv-14

Gambar 4.14	Jarak As Roda Truk Tandem.....	iv-15
Gambar 4.15	Beban Truk Tandem untuk Perhitungan Garis Pengaruh	iv-16
Gambar 4.16	Tinggi Total Struktur Atas Jembatan	iv-19
Gambar 4.17	Beban Angin pada Kendaraan.....	iv-20
Gambar 4.18	Letak Sumbu Netral Baja	iv-30
Gambar 4.19	Letak Sumbu Netral Komposit untuk Beban Jangka Pendek	iv-31
Gambar 4.20	Letak Sumbu Netral Komposit untuk Beban Jangka Panjang	iv-32
Gambar 4.21	Gaya yang Bekerja pada Konstruksi	iv-33
Gambar 4.22	Letak Sumbu Netral Plastis	iv-34
Gambar 4.23	Beban pada Kantilever	iv-38
Gambar 4.24	Lendutan akibat Beban Hidup.....	iv-45
Gambar 4.25	Tampak Depan dan Samping Pemasangan <i>Shear Connector</i>	iv-48
Gambar 4.26	Susunan <i>Shear connector</i> pada Pelat Sayap Atas	iv-49
Gambar 4.27	Pengikat Tipe <i>Warren</i> pada Pelat Sayap Atas.....	iv-50
Gambar 4.28	Diafragma Eksternal	iv-53

